

**SIMULASI TEGANGAN SISA SAMBUNGAN LAS BEDA
JENIS BAJA ASTM A36 DENGAN BAJA TAHAN KARAT AISI
304**

SKRIPSI

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



SAGUH PRASTOWO

18511238

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

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Saguh Prastowo
NIM : 18511238
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul : Simulasi Tegangan Sisa Sambungan Las Beda Jenis Baja
ASTM A36 Dengan Baja Tahan Karat AISI 304.

Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat


Untuk melengkapi persyaratan guna mengikuti sidang skripsi

Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Ponorogo

Ponorogo, 13-Juli-2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1



(Yoyok Winardi, S.T., M.T.)

NIK. 19860803 201909 13

Dosen Pembimbing 2



(Rizal Arifin, S.Si, M. Si, Ph.D.)

NIK. 19870920 201204 12

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



(H. 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 ORISINILITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Saguh Prastowo

NIM : 18511238

Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi atau tugas akhir yang berjudul “Simulasi Tegangan Sisa Sambungan Las Beda Jenis Baja ASTM A36 Dengan Baja Tahan Karat AISI 304” bahwa berdasarkan hasil penelusuran dari berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang didalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari 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 terdapa unsur-unsur plagiatisme. Saya bersedia menerima sanksi yang berlaku pada Universitas Muhammadiyah Ponorogo.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-sebenarnya.

Ponorogo, 12-Juli-2023

Mahasiswa,



Saguh Prastowo

NIM. 18511238

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Saguh Prastowo
NIM : 18511238
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul : Simulasi Tegangan Sisa Sambungan Las Beda Jenis Baja
ASTM A36 Dengan Baja Tahan Karat AISI 304.

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan

Dosen penguji skripsi jenjang Starta Satu (S1) pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 26-Juli-2023
Nilai :

Dosen Penguji,

Dosen Penguji 1



(Wawan Trishadi Putra, S.T., M.T., P.hD.)

NIK. 19800220 202109 12

Dosen Penguji 2



(Ir. Fadelan, M.T)

NIK. 19610509 199009 12

Mengetahui

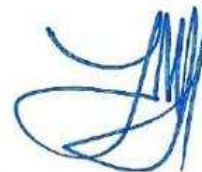
Dekan Fakultas Teknik



(Kurniawan S. T. M. T.)

NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi
Teknik Mesin



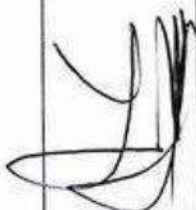
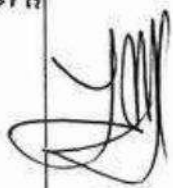


(Yoyok Winardi, S.T., M.T.)

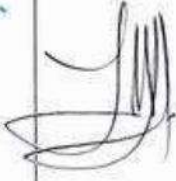
NIK. 19860803 201909 13

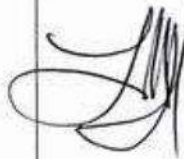


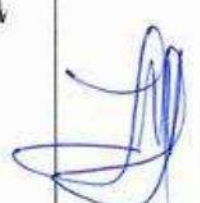
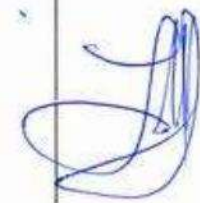
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Saguh Prastowo
 NIM : 18511238
 Judul Skripsi : Simulasi Tegangan Sisa Sambungan Las
Beda Jenis Baja ASTM A36 dengan Baja Tahan Karat AISI 304
 Dosen Pembimbing I : Yoyok Winardi, ST, MT.

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	09/2022 /05	Judul	Konsultasi Judul	
2	08/2022 /07	Bab I	Latar Belakang masih kurang jelas, Perumusan Masalah.	
3	22/2022 /07	Bab I Bab II	Merubah Mendekat & acc Bab I Penelitian terdahulu masih kurang dan harus ditambahkan.	
4	18/2022 /11	Bab II	Perbaiki tabel 2.3	




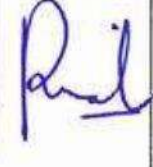
No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	19/2022 /12	Bab <u>II</u>	Gambar 2.5 & Gambar 2.6 Kurang Penjelasan.	
6	23/2022 /12	Bab <u>III</u>	Tabel 3.1, 3.2, 3.3, & 3.4 perlu diberi Referensi jurnal dari Mendeley.	
7	28/2022 /12	Bab <u>III</u>	Diagram Alir dan Jadwal Penelitian Kalimatnya Kurang Tepat.	
8	4/2023 /1	Bab <u>I</u> - <u>II</u> - <u>III</u>	Penulisan Daftar Pustaka	
9	6/2023 /1	Bab <u>I</u> - <u>II</u> - <u>III</u>	Acc Proposal.	
10	26/23 /1	Bab <u>IV</u> Hasil	Konsultasi Sifat Hermal material	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	4/23 2	Bab IV hasil	hasil simulasi pada temperatur di cet ulang.	
12	1/23 3	Bab IV Hasil & pemb hasan	hasil simulasi struktural tegangan geser di kros cet	
13	27/23 4	Bab IV hasil & pembahasan	pembahasan ditinjau panas pada masing-masing variasi	
14	5/23 7	Bab IV Hasil & Pembahasan	- Grafik Termal & Struktural dijelaskan lagi. - Kesimpulan.	
15	13/23 7	Bab IV - V - Hasil & Pembahasan - Kesimpulan & Saran	Acc Skripsi	
16				

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Saguh Prastowo
 NIM : 18511238
 Judul Skripsi : Simulasi Tegangan Liso Sambungan Las Beda Jenis
Baja ASTM A36 dengan Baja Tahan Karat AISI 304
 Dosen Pembimbing II : Rizal Arifin, S.Si, M.Si, Ph.D.

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	1/12/2022	Bab I-II	Perbaikan penyusunan kalimat	
2	13/12/2022	Bab 1-2	- Penulisan rumusan masalah dan tujuan. - Tabel 2.3 perlu penjelasan	
3	27/12/2022	Bab 1-3	- Daftar pustaka belum ada. - Tipe penulisan	
4	4/1/23	Bab 1-3	- Penulisan lengkap dan sesuai panduan	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	3/7 ²³	Bab 4.	Cek kembali gambar 4.5 dan 4.10 untuk plot dari referensi pembanting dan sumber - x.	<u>Phil</u>
6	12/7 ²³	Bab 4-5	Penyajian data grafik di jurnal dipusing - si dang	<u>Phil</u>
7				
8				
9				
10				

MOTTO

“Tidak ada kesuksesan tanpa kerja keras. Tidak ada keberhasilan tanpa kerjasama.
Tidak ada kemudahan tanpa adanya do’a.”

Jangan menyia-nyiakan waktu. Dalam sebuah hadis, rasulullah saw bersabda: “Waktu bagaikan pedang. Jika kamu tidak memanfaatkannya dengan baik, Maka ia akan memanfaatkanmu.” (HR Muslim)



SIMULASI TEGANGAN SISA SAMBUNGAN LAS BEDA JENIS BAJA ASTM A36 DENGAN BAJA TAHAN KARAT AISI 304

Saguh Prastowo, Yoyok Winardi, Rizal Arifin

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Ponorogo

e-mail : saguhpras24@gmail.com

ABSTRAK

Pengelasan merupakan proses penyambungan dua buah logam dengan memanfaatkan energi panas atau tekan. Penyambungan las beda jenis yaitu perkembangan dari teknologi las modern akibat dari kebutuhan akan penyambungan material yang memiliki jenis logam yang berbeda. Bagaimana distribusi panas pada sambungan las beda jenis baja ASTM A36 dan AISI 304 yang terbentuk setelah pengelasan menggunakan metode numerik, berapa tegangan sisa yang muncul, dan berapa arus pengelasan yang baik untuk meminimalkan tegangan sisa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui analisa distribusi panas dalam sambungan las baja ASTM A36 dengan AISI 304 memakai perangkat lunak ANSYS 2022 R2, penentuan analisis tegangan sisa dalam sambungan las beda jenis, menentukan daya kuat arus yang baik dari sambungan las. Pada penelitian ini dilakukan simulasi tegangan sisa pada sambungan las beda jenis baja karbon ASTM A36 dengan baja tahan karat AISI 304. Metode numerik yang digunakan pada penelitian ini yaitu bernama Software Ansys R2 2022 Student Version. Dari penelitian ini diperoleh nilai temperatur puncak tertinggi pada kuat arus 80 A sebesar 2406,6 °C. Pada arus 100 A dengan temperatur tertinggi 2677,5°C. Pada arus 120 A dengan temperatur tertinggi 2786 °C dan besarnya nilai tegangan sisa maksimum variasi 80 A sebesar 241,02 MPa, pada variasi 100 A sebesar 269,29 MPa, pada variasi 120 A sebesar 280,61 MPa. Dari tiga simulasi yang dilakukan, untuk mendapatkan tegangan sisa yang tepat untuk meminimalisir distorsi terkecil dengan variasi 80 A yaitu sebesar 241,02 MPa.

Kata Kunci : Pengelasan Logam Beda Jenis, Metode Elemen Hingga, Baja ASTM A36, Baja AISI 304, Tegangan sisa

RESIDUAL STRESS SIMULATION OF DIFFERENT TYPES OF WELDED JOINTS BETWEEN ASTM A36 STEEL AND AISI 304 STAINLESS STEEL

Saguh Prastowo, Yoyok Winardi, Rizal Arifin

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Ponorogo

e-mail : saguhpras24@gmail.com

ABSTRACT

Welding is a process of joining two pieces of metal by utilizing heat or compressive energy. Welding of different types, namely the development of modern welding technology as a result of the need for joining materials that have different types of metal. How is the distribution of heat in the welded joints of different types of steel ASTM A36 and AISI 304 which are formed after welding using a numerical method, what are the residual stresses that appear, and what is the good welding current to minimize residual stresses. The purpose of this study was to determine the analysis of heat distribution in ASTM A36 and AISI 304 steel welded joints using ANSYS 2022 R2 software, to determine the residual stress analysis in different types of welded joints, to determine the good current strength of the welded joint. In this study, simulation of residual stress was carried out on welded joints of different types of ASTM A36 carbon steel and AISI 304 stainless steel. The numerical method used in this research is Software Ansys R2 2022 Student Version. From this study, the highest peak temperature value was obtained at a current strength of 80 A of 2406.6 °C. At a current of 100 A with a highest temperature of 2677.5°C. At a current of 120 A with a highest temperature of 2786 °C and the magnitude of the maximum residual voltage value of the 80 A variation is 241.02 MPa, for the 100 A variation it is 269.29 MPa, for the 120 A variation it is 280.61 MPa. From the three simulations carried out, to get the right residual stress to minimize the smallest distortion with a variation of 80 A which is equal to 241.02 MPa.

Keywords: Welding of Different Metals, Finite Element Method, ASTM A36 Steel, AISI 304 Stainless Steel, Residual stress

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa panjatkan kehadiran Allah SWT. Karena atas karunia serta taufik dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Simulasi Tegangan Sisa Sambungan Las Beda Jenis Baja ASTM A36 Dengan Baja Tahan Karat AISI 304”**. Sebagai salah satu syarat syarat untuk menyelesaikan Program Starta Satu (S1) Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.

Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidaklah sendiri, ada banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan bimbingan pada penulis untuk mencapai keberhasilan. Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari banyak kekurangannya, disebabkan keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki, namun semuanya ini telah penulis lakukan semaksimal yang penulis mampu. Akhirnya, karya ini penulis suguhkan kepada segenap pembaca, melalui harapan adanya kritik dan saran yang bersifat konstruktif demi pengembangan dan perbaikan. Semoga karya ini bermanfaat bagi penulis khususnya, dunia pendidikan dan dunia industry umumnya serta mendapat ridha Allah SWT. Aamiin

Dalam kesempatan ini. Penulis ingin menyampaikan ucapan rasa terima kasih kepada beberapa pihak yang mana atas bantuan, bimbingan, serta dorongannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, yaitu kepada:

1. Dr. Happy Susanto, M.A. selaku rektor Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
2. Edy Kurniawan S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
3. Bapak Yoyok Winardi, S.T., M.T. selaku pembimbing I dalam tugas akhir ini.
4. Bapak Rizal Arifin, S.Si, M. Si, Ph.D. selaku pembimbing II dalam tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
6. Seluruh teman-teman Prodi Teknik Mesin Angkatan 2018 yang selalu memberi dorongan serta motivasi dalam menyelesaikan karya tulis ini.
7. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan berupa do'a dan materi.

8. Kepada pemilik NIM 1121872038 sebagai partner saya, terimakasih sudah menjadi partner dalam segala hal yang baik, yang menemani meluangkan waktunya, mendukung saya dalam mengerjakan skripsi ini, menghibur dan memberi semangat untuk terus maju dan jangan menyerah dalam segala hal untuk meraih apa yang menjadi impian saya.
9. Kepada semua pihak yang telah membantu penulis, baik langsung maupun tidak langsung hingga tugas akhir ini terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu penulis mengharapkan masukan berupa saran yang membangun guna menambah kelengkapan dan kesempurnaan dimasa mendatang.

Ponorogo, 12-Juli-2023



Saguh Prastowo

NIM. 1851138

DAFTAR ISI

COVER.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINILITAS SKRIPSI.....	iii
HALAMAN BERITA ACARA UJIAN	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI	v
MOTTO	x
ABSTRAK.....	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
BAB 2	8
TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kajian Penelitian Terdahulu.....	8
2.2 Dasar Teori.....	10
2.2.1 Baja Karbon ASTM A36	10
2.2.2 Baja Tahan Karat AISI 304.....	11
2.2.3 Pengelasan Stainless Steel.....	12
2.2.4 Pengelasan yang digunakan	13
2.2.5 Siklus Thermal Las	15
2.2.6 Tegangan Sisa atau Residual Stress	19
2.2.7 Simulasi.....	20
2.2.8 Metode Elemen Hingga.....	21
BAB 3	22

METODELOGI PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.1.1 Waktu Penelitian	22
3.1.2 Tempat Penelitian.....	22
3.2 Alat Penelitian	22
3.2.1 Perangkat Keras	22
3.2.2 Perangkat Lunak.....	23
3.3 Pengumpulan Data Material	24
3.3.1 Material Properti Baja Karbon ASTM A36	24
3.3.2 Material Properti Baja Tahan Karat AISI 304	25
3.3.3 Kondisi Pengelasan	27
3.4 Permodelan Thermal dan Struktural.....	27
3.4.1 Permodelan Thermal	27
3.4.2 Permodelan Struktural.....	30
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	32
BAB 4	33
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Pembebanan Heat Flux.....	33
4.2 Validasi Hasil Penelitian	35
4.2.1 Analisis Termal	35
4.2.2 Analisis Struktural.....	40
4.2.3 Tegangan Sisa	41
4.3 Pembahasan Hasil Penelitian.....	44
BAB 5	45
KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Endapan antara butir karbit khrom dari baja [14].	13
Gambar 2.2	Skema Pengelasan GTAW [21].	14
Gambar 2.3	Mesin las TIG dengan tangan [22].	15
Gambar 2.4	Mesin las TIG Semi-Otomatis [29].	15
Gambar 2.5	Skema siklus termal selama proses pengelasan [19].	16
Gambar 2.6	Skema terjadinya tegangan sisa pada proses pengelasan [23].	20
Gambar 3.1	Perangkat Lunak Yang Digunakan	23
Gambar 3.2	Desain geometri <i>SpaceClaim</i> .	28
Gambar 3.3	Penentuan material model pada perangkat lunak <i>Ansys 2022 R228</i>	
Gambar 3.4	Model <i>Meshing</i> .	29
Gambar 3.5	Menyambung Sistem Analisis	30
Gambar 3.6	Diagram Alir Penelitian. Selesai.	32
Gambar 3.7	Diagram Alir Penelitian.	32
Gambar 4.1	Hasil distribusi panas pada variasi 80 A.	35
Gambar 4.2	Hasil distribusi panas pada variasi 100 A.	36
Gambar 4.3	Hasil distribusi panas pada variasi 120 A.	37
Gambar 4.4	Grafik Distribusi Panas	38
Gambar 4.5	Grafik Distribusi Panas Pada Arus 80 A	39
Gambar 4.6	Grafik validasi Rosendo Franco, dkk	39
Gambar 4.7	Hasil Transien Struktural pada arus 80 A.	40
Gambar 4.8	Hasil Transien Struktural pada arus 100 A.	41
Gambar 4.9	Hasil Transien Struktural pada arus 120 A.	41
Gambar 4.10	Grafik Tegangan Sisa	42
Gambar 4.11	Grafik Tegangan Sisa 80 A	43
Gambar 4.12	Grafik Validasi Bensheng Huang, dkk	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi kimia Baja Karbon ASTM A36 [16].	10
Tabel 2.2 Komposisi kimia baja tahan karat AISI 304 [3]......	11
Tabel 2.3 Komposisi kimia (%berat) AISI-304 [18].....	12
Tabel 2.4 Nilai koefisien efisiensi pengelasan [11].....	17
Tabel 3.1 Sifat Termal ASTM A36 [26]	24
Tabel 3. 2 Sifat Mekanik ASTM A36 [26]	25
Tabel 3.3 Sifat Termal AISI 304 [19]	26
Tabel 3.4 Sifat Mekanik AISI 304 [19].....	26
Tabel 4.1 Pembebanan heat flux	35
Tabel 4.2 Hasil Simulasi Permodelan	44

