

**ANALISA PENGARUH VARIASI URUTAN PENGELASAN
TERHADAP TEGANGAN SISA DAN DISTORSI PADA
PENGELASAN SAMBUNGAN PELAT BAJA TAHAN KARAT
SS304 DENGAN METODE SIMULASI**

SKRIPSI

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



**TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Fery Eko herdiarto
NIM : 17511150
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Proposal Skripsi : Analisa Pengaruh Variasi Urutan Pengelasan Terhadap Tegangan Sisa Dan Distorsi Pada Pengelasan Sambungan Pelat Baja Tahan Karat SS 304 Dengan Metode Simulasi.

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, 03 Februari 2022

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



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

Dosen Pembimbing II



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

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 ORISINILITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fery Eko Herdiarto

NIM : 17511150

Program Studi : Teknik Mesin


Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul “Analisa Pengaruh Variasi Urutan Pengelasan Terhadap Tegangan Sisa Dan Distorsi Pada Pengelasan Sambungan Pelat Baja Tahan Karat SS 304 Dengan Metode Simulasi” 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 peraturan perundang-undangan yang berlaku.

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

Ponorogo, 03 Februari 2022

Mahasiswa,


Fery Eko Herdiarto
NIM. 17511150

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Fery Eko herdiarto
NIM : 17511150
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Proposal Skripsi : Analisa Pengaruh Variasi Urutan Pengelasan Terhadap Tegangan Sisa Dan Distorsi Pada Pengelasan Sambungan Pelat Baja Tahan Karat SS 304 Dengan Metode Simulasi.

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan

Dosen penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 04 Februari 2022
Nilai :

Menyetujui,

Dosen penguji I



(Ir. Sudarno, MT)
NIK. 19680705 199904 11

Dosen Penguji II



(Wawan Trisnadi Putra, MT., P.hD)
NIK. 19800220 201309 12

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



(Edy Kurniawan S.T., MT)
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik
Mesin



(Yoyok Winardi, S.T., MT)
NIK. 19860803 201909 13

BERITA ACARA
BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Fery Eko Herdiarto
 NIM : 17511150
 Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Variasi Urutan Pengelasan Terhadap Tegangan Sisa Dan Distorsi Pada Pengelasan Sambungan Pelat Baja Tahan Karat SS 304 Dengan Metode Simulasi.

Dosen pembimbing I : Rizal Arifin, S.Si., M.Si., Ph.D.

PROSES BIMBINGAN

No	Tanggal	Materi yang dikonsultasikan	Saran Dosen / hasil	Tanda Tangan
1	01-10-2021	Pengajuan tema dan judul	Pengarahan tema dan mencari referensi	
2	05-10-2021	Pengajuan BAB 1 latar belakang	Penulisan dan penambahan satu paragraf untuk menjelaskan topik yang akan diambil	
3	15-10-2021	Konsultasi BAB 1	Penulisan kutipan dan menjelaskan metode yang akan dipakai	
4	30-11-2021	Konsultasi BAB 2	Data dalam bab 2 harus sesuai referensi dan sumber	
5	30-11-2021	Konsultasi BAB 3	Perbaikan pada metodologi dan penulisan tabel	
6	01-02-2022	Konsultasi BAB 4 dan BAB 5	Penentuan <i>boundary condition</i> dan pembahasan validasi	
7	03-03-2022	Acc Sidang	Acc BAB I,II,III,IV,V	







BERITA ACARA

BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Fery Eko Herdiarto
NIM : 17511150
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Variasi Urutan Pengelasan Terhadap Tegangan Sisa Dan Distorsi Pada Pengelasan Sambungan Pelat Baja Tahan Karat SS 304 Dengan Metode Simulasi.

Dosen pembimbing II : Yoyok Winardi, S.T., M.T

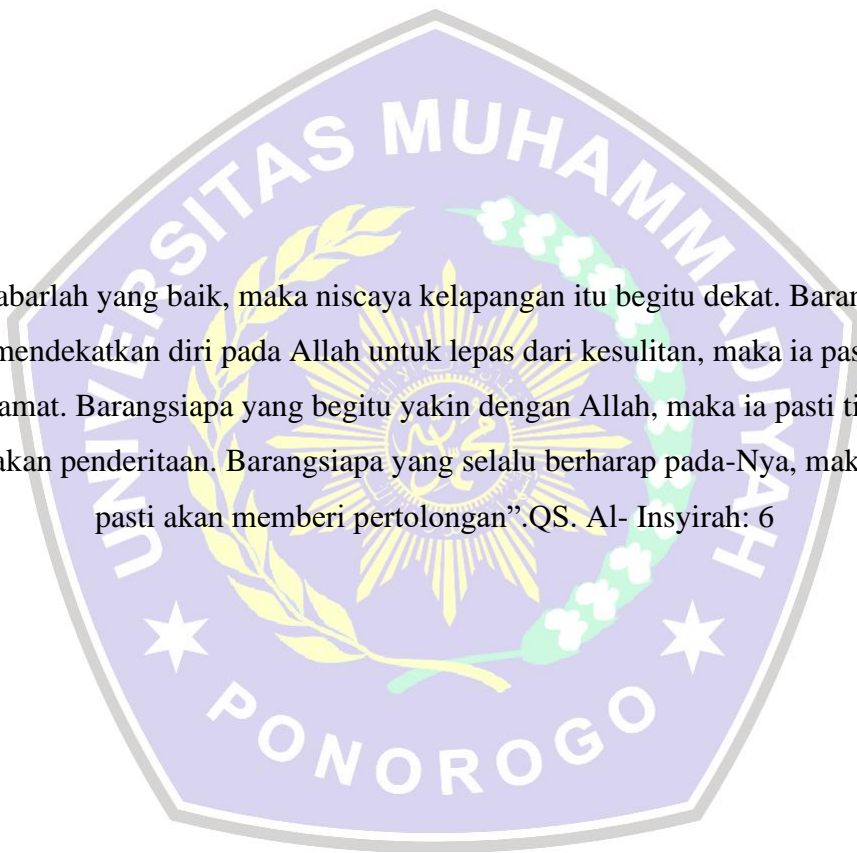
PROSES BIMBINGAN

No	Tanggal	Materi yang dikonsultasikan	Saran Dosen / hasil	Tanda Tangan
1	01-08-2021	Pengajuan tema dan judul	Pengarahan tema dan mencari referensi	
2	20-09-2021	Konsultasi bahan dan <i>software</i>	Bahan dan <i>software</i> yang akan dipakai sebagai topik	
3	04-10-2021	Pengajuan BAB 1 latar belakang	Latar belakang harus padat dan jelas dengan topik yang akan diambil	
4	27-11-2021	Pengajuan BAB 2 dan BAB 3	Pada <i>flowchart</i> harus lebih diperjelas	
5	02-02-2022	Pengajuan BAB 4 dan BAB 5	Mengganti penulisan kode material yang dipakai	
6	03-02-2022	Acc Sidang Skripsi	Acc BAB I,II,III,IV,V	

MOTTO HIDUP

**“AMBILLAH RESIKO YANG LEBIH BESAR DARI APA YANG
DIPIKIRKAN ORANG LAIN AMAN. BERILAH PERHATIAN LEBIH
DARI APA YANG ORANG LAIN PIKIR BIJAK. BERMIMPILAH LEBIH
DARI APA YANG ORANG LAIN PIKIR MASUK AKAL**

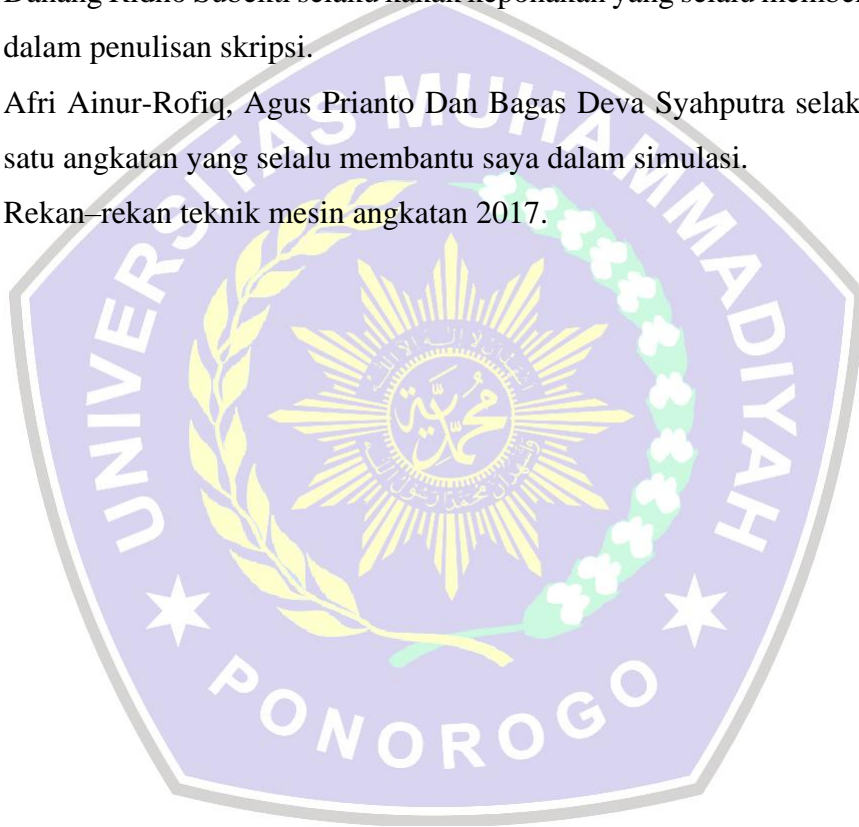
“Bersabarlah yang baik, maka niscaya kelapangan itu begitu dekat. Barangsiapa yang mendekatkan diri pada Allah untuk lepas dari kesulitan, maka ia pasti akan selamat. Barangsiapa yang begitu yakin dengan Allah, maka ia pasti tidak merasakan penderitaan. Barangsiapa yang selalu berharap pada-Nya, maka Allah pasti akan memberi pertolongan”.QS. Al- Insyirah: 6



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala rasa syukur dan rahmat Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang dengan ini saya mempersembahkan Skripsi ini untuk:

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan berkat dan kasihnya
2. Keluarga tercinta, Ibu dan Bapak yang selalu memberikan motivasi dan nasihat kepada saya supaya belajar dengan sungguh-sungguh agar kelak ilmu yang telah saya terima dapat bermanfaat bagi orang lain.
3. Danang Ridho Subekti selaku kakak keponakan yang selalu memberi arahan dalam penulisan skripsi.
4. Afri Ainur-Rofiq, Agus Prianto Dan Bagas Deva Syahputra selaku teman satu angkatan yang selalu membantu saya dalam simulasi.
5. Rekan-rekan teknik mesin angkatan 2017.



ANALISA PENGARUH VARIASI URUTAN PENGELASAN TERHADAP TEGANGAN SISA DAN DISTORSI PADA PENGELASAN SAMBUNGAN PELAT BAJA TAHAN KARAT SS304 DENGAN METODE SIMULASI

Fery Eko Herdiarto, Rizal Arifin, Yoyok Winardi.

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas

Muhammadiyah Ponorogo

Email : feryherdiarto@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan simulasi pengelasan pada pelat baja tahan karat SS304 dengan variasi urutan pengelasan. Analisis numerik dilakukan untuk memperoleh pengaruh urutan pengelasan terhadap tegangan sisa dan distorsi yang terjadi pada pelat baja tahan karat SS304. Analisa numerik dilakukan dengan menggunakan *software* ANSYS R1 2021 Student Version menggunakan metode elemen hingga untuk menganalisis perilaku distribusi temperatur, tegangan sisa, dan distorsi pada pelat baja tahan karat SS304. Dari penelitian ini diperoleh nilai temperat puncak tertinggi sebesar 1137 °K dan besarnya nilai tegangan sisa maksimum variasi searah yaitu sebesar 248 MPa dan distorsi 1,5mm, variasi pengelasan searah loncat yaitu 208 MPa dan distorsi 1,2mm, sedangkan besar tegangan sisa pada variasi arah pengelasan bolak-balik yaitu 302 MPa dan distorsi 1,8 mm. Berdasarkan hasil penelitian ini untuk mendapatkan pengelasan yang baik dengan cara menggunakan pengelasan searah loncat karena mendapatkan nilai tegangan sisa dan distorsi yang rendah. Hal ini dikarenakan pada variasi urutan pengelasan searah loncat masukan panas (*heat flux*) pada bagian *weld metal* tidak mengalir terus-menerus yang mengakibatkan terbentuknya tegangan sisa dan distorsi yang tinggi.

Kata Kunci : Pengelasan, Metode Elemen Hingga, SS304, Distribusi Temperatur, Tegangan Sisa, Distorsi, Urutan Pengelasan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul **“Analisa Pengaruh Variasi Urutan Pengelasan Terhadap Tegangan Sisa Dan Distorsi Pada Pengelasan Sambungan Pelat Baja Tahan Karat SS304 Dengan Metode Simulasi”**.

Penulisan laporan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai Gelar Sarjana Teknik Prodi Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo. Dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangat sulit untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, diucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Keluarga khususnya kepada Bapak, Ibu, dan Adek yang selalu mendoakan, memberi motivasi dan semangat kepada saya untuk segera menyelesaikan skripsi serta kuliah.
2. Dr. Happy Susanto, M.A. selaku rektor Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
3. Edy Kurniawan S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
4. Yoyok Winardi, S.T., M.T. selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
5. Rizal Arifin, S.Si., M.Si., Ph.D. dan Yoyok Winardi, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan arahan, serta bimbingan secara sabar kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
6. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
7. Seluruh teman-teman Prodi Teknik Mesin Angkatan 2017 yang selalu memberi dorongan serta motivasi dalam menyelesaikan karya tulis ini.

Saya berharap Allah SWT berkenan membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam pengerjaan skripsi ini. Sebuah kesadaran bagi saya bahwa

penelitian ini sangat jauh dari sempurna, akan tetapi semoga dapat menjadi suatu awal yang baik bagi pengembangan dipenelitian-penelitian selanjutnya.

Ponorogo, 03 Februari 2022

Fery Eko Herdiarto
NIM. 17511150



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHANii

PERNYATAAN ORISINILITAS SKRIPSI	iii
HALAMAN BERITA ACARA UJIAN	iv
BERITA ACARA	iv
MOTTO HIDUP	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Baja Tahan Karat	9
2.3 Pegelasan baja tahan karat	10
2.4 Spesifikasi baja tahan karat tipe SS304	12
2.5 Pengelasan yang digunakan	13
2.6 Siklus Termal Las	15
2.7 Tegangan Sisa atau <i>Residual Stress</i>	19
2.7.1 Distribusi Tegangan Sisa.....	21

2.7.2 Pengukuran Besarnya Tegangan Sisa	21
2.7.3 Pengurangan Tegangan Sisa	22
2.8 Distorsi	23
2.9 Metode Elemen Hingga	27
BAB III	31
METODOLOGI	31
3.1 Metodologi Penelitian	31
3.2 Spesifikasi Hardware	31
3.3 Diagram Alir Penelitian	32
3.4 Penjelasan Diagram Alir	33
3.5 Pemodelan Thermal dan Struktural	39
3.5.1 Pemodelan <i>Thermal</i>	39
3.5.2 Pemodelan Struktural	49
BAB IV	53
HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1 Menghitung Beban Heat Flux	53
4.2 Validasi Permodelan	54
4.3 Validasi Hasil	55
4.3.1 Analisa Thermal	55
4.3.2 Analisis Struktur Tegangan Sisa	57
4.3.3 Analisa Distorsi	59
4.4 Pembahasan Hasil Simulasi Variasi Pengelasan	61
BAB V	62
PENUTUP	62
5.1 KESIMPULAN	62
5.2 SARAN	62
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Baja Tahan Karat	10
Tabel 2.2 Komposisi SS304 dengan % berat setiap unsur	12
Tabel 2.3 Penggunaan Mesin Las TIG untuk Beberapa Logam	15
Tabel 2.4. Nilai koefisien efisiensi pengelasan	17
Tabel 3.1 Strength Properties SS304	34
Tabel 3.2 Thermal Properties SS304	35
Tabel 3.3 Spesifikasi material SS304 dalam % (persen)	35
Tabel 4.1 Hasil simulasi permodelan	61



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Endapan Antara Butir Karbit Khrom Dari Baja	11
Gambar 2.2 Skema Proses Pengelasan Busur Las TIG Atau Las GTAW	13
Gambar 2.3 Mesin Las TIG Dengan Tangan	14
Gambar 2.4 Mesin Las TIG Semi-Otomatis	14
Gambar 2.5 Skema Siklus Termal Selama Proses Pengelasan	16
Gambar 2.6 Skema Terjadinya Tegangan Sisa Pada Proses Pengelasan	20
Gambar 2.7 Distribusi Tegangan Sisa Pada Sambungan Tumpul	21
Gambar 2.8 Urutan Pengelasan Pada Pelat	23
Gambar 2.9 Hubungan Antara Tegangan Sisa Dan Distorsi	23
Gambar 2.10 Macam-Macam Distorsi Dalam Pengelasan	25
Gambar 2.11 Tiga Perubahan Dasar Selama Proses Pengelasan	26
Gambar 2.12 Contoh <i>Meshing</i> Pada Pelat	28
Gambar 2.13 Geometri Elemen SOLID70	29
Gambar 2.14 Geometri Elemen SOLID185	30
Gambar 2.15 Geometri Elemen SOLID186	30
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian(Lanjutan)	33
Gambar 3.2 Geometri Material (Solidworks)	36
Gambar 3.3 Geometri Model Tampak Depan (Solidworks)	37
Gambar 3.4 Gambar Urutan Pengelasan(<i>Welding Sequence</i>)	38
Gambar 3.5 Diagram Alir Permodelan <i>Thermal</i>	39
Gambar 3.5 Diagram Alir Permodelan <i>Thermal</i> (Lanjutan)	40
Gambar 3.6 Langkah <i>Start Preferences</i>	41

Gambar 3.7.Langkah Memilih Tipe Elemen	42
Gambar 3.8 Langkahinput Data Material.....	43
Gambar 3.9 Langkah Menentukan <i>Meshing</i>	44
Gambar 3.10 Meshing Geometri.....	44
Gambar 3.11Langkah Memilih Tipe Analisis.....	45
Gambar 3.12Langkah Menentukan Referensi Temperatur	45
Gambar 3.13Langkah Menentukan Kondisi Batas	46
Gambar 3.14 Langkah Pemberian Beban <i>Heatflux</i>	47
Gambar 3.15 Langkah Penentuan Time Step.....	47
Gambar 3.16 Langkah Penentuan Loadstep.....	48
Gambar 3.17 Diagram Alir Permodelan Struktural	49
Gambar 3.18 Langkah Mengubah Tipe Elemen	50
Gambar 3.19 Langkahmengubah Tipe Analisis.....	51
Gambar 3.20 Langkah Pemberian Batas.....	51
Gambar 4.1 Sebaran Distribusi Temperatur Pada Material	55
Gambar 4.2 Grafik Distribusi Temperatur	56
Gambar 4.3Grafik Validasi Distribusi Temperatur.....	56
Gambar 4.4 Gafik Tegangan Sisa Pengelasan Searah	57
Gambar 4.5 Grafik Tegangan Sisa Searah Loncat	58
Gambar 4.6 Grafik Tegangan Sisa Bolak-Balik	58
Gambar 4.7 Grafik Distorsi Pengelasan Searah	59
Gambar 4.8 Grafik Distorsi Pengelasan Searah Loncat.....	60
Gambar 4.9 Grafik Distorsi Pengelasan Bolak-Balik	60