

**ANALISA CACAT HASIL PENGELASAN SMAW PADA BAJA
KARBON ST 41 DENGAN VARIASI PENDINGIN**

LAPORAN TUGAS AKHIR



**Oleh:
ADI IRAWAN
NIM. 362021401037**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
POLITEKNIK NEGERI BANYUWANGI
2024**

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

**ANALISA CACAT HASIL PENGELASAN SMAW PADA BAJA
KARBON ST 41 DENGAN VARIASI PENDINGIN**

LAPORAN TUGAS AKHIR



**Tugas Akhir Ini Dibuat dan Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan
Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Manufaktur
dan Mencapai Gelar Sarjana Terapan Teknik (S, Tr., T.)**

Oleh:

ADI IRAWAN

NIM. 362021401037

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
POLITEKNIK NEGERI BANYUWANGI
2024**

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati dan rasa syukur yang mendalam, skripsi ini kupersembahkan kepada:

- 1) Allah SWT, atas limpahan rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya yang senantiasa menyertai setiap langkahku. Hanya dengan izin-Nya segala proses ini dapat terwujud.
- 2) Bapak Gatot, Ibu Suwarni, dan Kakak Riki Setiawan tercinta, yang dengan penuh kasih sayang dan pengorbanan, selalu memberikan dukungan, doa, serta semangat tiada henti. Tanpa cinta dan pengorbanan kalian, aku tidak akan pernah mencapai titik ini.
- 3) Keluarga besar, yang selalu memberikan motivasi dan dukungan baik secara moril maupun materiil. Kalian adalah sumber kekuatanku dalam mengarungi setiap tantangan.
- 4) Bapak Asmar Finali, S.T.,M.T., selaku pembimbing I dan Bapak IGNA Satria Prasetya D Y, S.T., M.T., selaku pembimbing II, yang dengan penuh kesabaran, ilmu, dan bimbingan telah memberikan arahan serta nasihat yang sangat berharga dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas waktu dan dedikasinya.
- 5) Teman-teman seperjuangan angkatan 20 yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan kerjasama dalam proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini. Persahabatan dan kebersamaan kita adalah harta yang tak ternilai.
- 6) Almamater tercinta, yang telah menjadi tempat menimba ilmu dan mengembangkan diri selama ini. Semoga segala ilmu yang telah diperoleh dapat bermanfaat bagi masyarakat, bangsa, dan negara.

Dengan penuh harapan, semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangsih positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi siapa saja yang membaca serta mengaplikasikannya. Terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas segala bantuannya.

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

MOTTO

“ Masa depan kita, ada ditangan kita sendiri. Jika masa muda, Anda isi hanya dengan malas – malasan tidak menutup kemungkinan masa tua Anda juga akan terisi kemalasan saja. Sebaliknya, jika Anda memulainya sekarang tanpa peduli rasa malas menerpa, esok saat tua Anda akan menang. ”

“ Dalam hidup terdapat dua pelajaran menarik yang perlu Anda pahami. Pertama, syukur atas hal baik dalam hidup. Kedua, belajar kuat atas hal buruk yang menerpa hidup.”

(B.J Habibie)

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Adi Irawan

NIM : 362021401037

Menyatakan Sesungguhnya Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Cacat Hasil Pengelasan Smaw Pada Baja Karbon ST 41 Dengan Variasi Pendingin” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan/plagiat. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Banyuwangi, 25 Juli 2024

Yang menyatakan



(Adi Irawan)

NIM. 362021401037

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

ANALISA CACAT HASIL PENGELASAN SMAW PADA BAJA KARBON ST 41 DENGAN VARIASI PENDINGIN

Tugas Akhir Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Terapan Teknik (S,Tr.,T) Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Manufaktur
Politeknik Negeri Banyuwangi

Oleh :
Adi Irawan
NIM. 362021401037

Tanggal Ujian : 19 AUG 2024

Menyetujui :

Pembimbing 1	: <u>Asmar Finali, S.T., M.T.</u>	()
Pembimbing 2	: <u>I G. N. A Satria Prasetya D Y, S.T., M.T.</u>	()
Penguji 1	: <u>Mega Lazuardi Umar, S.T., M.Sc.</u>	()
Penguji 2	: <u>Rochmad Eko, PU.S.T.,M.Eng.</u>	()

Mengesahkan
Ketua Jurusan Teknik Mesin


(Chairul Anam, S.T.,MT.)
NIPPPK. 198205072021211007

Mengetahui
Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Manufaktur


(Asmar Finali, S.T.,M.T.)
NIP. 198603312019031008

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

ANALISA CACAT HASIL PENGELASAN SMAW PADA BAJA KARBON ST 41 DENGAN VARIASI PENDINGIN

Nama Mahasiswa : Adi Irawan
NIM : 362021401037
Pembimbing : 1. Asmar Finali, S.T., M.T.
: 2. IGNA Satria Prasetya D Y, S.T., M.T.

ABSTRAK

Kemajuan teknologi membuat kita tidak bisa lepas dari kebutuhan unsur logam, contohnya saja pada bidang konstruksi. Pengelasan SMAW (*Shielded metal arc welding*) mempunyai aplikasi luas di dalam dunia industri, pengelasan SMAW memberikan efisiensi kekuatan sambungan yang tinggi. *Magnetic Particle Inspection* (MPI) merupakan salah satu pengujian tidak merusak yang digunakan untuk mendeteksi retakan dan diskontinuitas lain yang berada di permukaan material *ferromagnetic*, salah satunya yaitu hasil pada pengelasan *steel structure*. *Penetrant Test* adalah jenis pengujian tidak merusak atau *non destructive test* (NDT) yang bertujuan memeriksa permukaan material terdapat cacat las atau tidak. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen dimana metode ini bertujuan untuk menguji pengaruh pendingin satu dengan pendingin lainnya. Penelitian ini adalah menganalisis cacat hasil pengelasan baja karbon rendah ST 41 pasca pengelasan SMAW pada sambungan kampuh V dengan media variasi pendingin air, coolant, dan oli. Hasil pengelasan menggunakan metode *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) dengan elektroda E6013 dan variasi arus pada masing-masing spesimen menunjukkan beberapa temuan penting. Proses pendinginan material ST41 proses tersebut dilakukan setelah proses pengelasan dengan menggunakan tiga jenis media pendingin yaitu : air, coolant, dan oli. Hasil dari pengujian menggunakan metode *Magnetic Particle Inspection* mendapatkan cacat hasil pengelasan seperti : *Underfill* dan *Undercut*, sedangkan pada Metode *Penetrant test* mendapatkan hasil cacat hasil pengelasan seperti : *Porosity*, *Underfill*, *Splatter*, *Slag Inclusion*, dan *Overlap*. Metode *Magnetic Particle Inspection* dan *Penetrant Test* menunjukkan bahwa penggunaan air sebagai media pendingin memberikan hasil terbaik dalam mengurangi cacat pengelasan dibandingkan dengan coolant dan oli, Oleh karena itu, air sebagai media pendingin lebih efektif dalam menjaga kualitas pengelasan, menghasilkan sambungan yang lebih kuat dan lebih sedikit cacat.

Kata kunci: SMAW, Baja, pendingin, penetran, (MPI).

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

ANALISA CACAT HASIL PENGELASAN SMAW PADA BAJA KARBON ST 41 DENGAN VARIASI PENDINGIN

Nama Mahasiswa : Adi Irawan
NIM : 362021401037
Pembimbing : 1. Asmar Finali, S.T., M.T.
: 2. IGNA Satria Prasetya D Y, S.T., M.T.

ABSTRACT

Technological advances make it impossible for us to get rid of the need for metal elements, for example, in the field of construction. SMAW welding (Shielded metal arc welding) has extensive applications in the industrial world, SMAW soldering provides high connection strength efficiency. Magnetic Particle Inspection (MPI) is a non-destructive test used to detect cracks and other discontinuities on the surface of a ferromagnetic material, one of which is the result of welding steel structures. Penetrant Test is a type of non-destructive test (NDT) that aims to check the material surface for welding defects or not. This research method uses experimental methods where this method aims to test the influence of one coolant with the other. The research is to eliminate the defects of the welded low-carbon steel ST 41 post-welding SMAW on the V-groove connection with the variation of water cooling media, coolant, and oil. The results of welding using the Shielded Metal Arc Welding (SMAW) method with the E6013 electrode and current variations on each specimen show some important findings. The cooling process of the ST41 material is carried out after the welding process using three types of cooling media: water, coolant, and oil. The results of testing using the Magnetic Particle Inspection method obtain a record of welding results such as: Underfill and Undercut, whereas in the Penetrant method test obtained a defective welding result such as : Porosity, Underfill, Spatter, Slag Inclusion, and Overlap. Magnetic Particle Inspection and Penetrant Test methods show that the use of water as a cooling medium provides the best results in reducing welding defects compared to coolants and oils, therefore, water as cooling media is more effective in improving welding quality, producing stronger connections and fewer defects.

Key words: SMAW, Steel, coolant, penetrant, (MPI).

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, serta hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul *"Analisa Cacat Hasil Pengelasan Smaw Pada Baja Karbon St 41 Dengan Variasi Pendingin"* dengan baik. Penyusunan laporan ini tidak terlepas oleh bantuan berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Gatot, Ibu Suwarni selaku orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan, doa, motivasi serta menjadi semangat penulis dalam menyelesaikan penyusunan laporan.
2. Bapak M. Shofiul Amin, S.T., M.T selaku Direktur Politeknik Negeri Banyuwangi
3. Bapak Asmar Finali, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I.
4. Bapak IGNA Satria Prasetya D Y, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II.
5. Segenap dosen Jurusan Teknologi Rekayasa Manufaktur Politeknik Negeri Banyuwangi yang telah memberikan ilmu bagi penulis.
6. Kepada teman-teman seperjuangan Teknik Mesin Politeknik Negeri Banyuwangi yang selalu memberikan semangat dan solidaritasnya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa keterbatasan dari penulis sehingga skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Harapan penulis semoga tulisan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat.

Banyuwangi, 25 Juli 2024

Penulis

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

DAFTAR ISI

COVER.....	1
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	v
PERNYATAAN	vii
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	xi
<i>ABSTRACT</i>	xiii
KATA PENGANTAR.....	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Kajian Pustaka.....	5
2.2. Pengelasan.....	6
2.2.1 Las SMAW (<i>Shielded Metal Arc Welding</i>).....	7
2.3 Besar Arus Listrik	9
2.4 Elektroda Terbungkus	9
2.5 Posisi Pengelasan	10
2.6 Kampuh V	10
2.7 Cacat Pada Pengelasan.....	11
2.8 Baja Karbon ST 41	12
2.9 Pendinginan.....	13
2.10 Pengujian Mutu Pengelasan SMAW	14

2.11 Pengujian <i>Magnetic Particle Inspection</i> (MPI)	14
2.11.1 Klasifikasi Metode <i>Magnetic Particle Inspection</i> (MPI)	15
2.11.2 Standard pengujian <i>Magnetic Particle Inspection</i> (MPI).....	16
2.12 Pengujian <i>Penetrant</i>	16
2.12.1 Macam-Macam Indikasi Uji <i>Penetrant</i>	17
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Alur Penelitian.....	19
3.3 Alat dan Bahan	20
3.4 Langkah-langkah Penelitian	23
3.5 Jadwal Kegiatan	25
BAB IV	27
4.1 Hasil proses pengelasan SMAW dan Pendinginan.....	27
4.1.1 Proses Pemotongan Baja ST41	27
4.1.2 Proses Pendinginan.....	28
4.1.3 Hasil pengelasan SMAW.....	29
4.2 Hasil Pengujian.....	30
4.2.1 Pengujian <i>Magnetic Particle Inspection</i>	30
4.2.2 Pengujian <i>Penetrant</i>	32
BAB V PENUTUP.....	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hubungan Diameter Elektroda dengan Arus Listrik	9
Tabel 2. 2 Komposisi kimia baja karbo ST 41	12
Tabel 3. 1 <i>Liquid penetrant and type</i>	22
Tabel 3. 2 Jadwal Kegiatan.....	25
Tabel 4. 1 Metode pengujian MPI	30
Tabel 4. 2 Hasil pengujian <i>Magnetic Particle Inspection</i> (MPI).....	31
Tabel 4. 3 Cacat Pengelasan	35

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Las Busur dengan Elektroda Tebungkus.....	7
Gambar 2. 2 Daerah Pengaruh Panas <i>HAZ</i>	8
Gambar 2. 3 Kampuh V	11
Gambar 2. 4 Cacat Las <i>Undercut</i>	11
Gambar 2. 5 Cacat Las Porositas	11
Gambar 2. 6 <i>Slag Inclusion</i>	12
Gambar 2. 7 Proses kapilaritas.....	17
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3. 2 Dimensi <i>specimen</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 3 <i>White Contrast Paint</i>	21
Gambar 3. 4 <i>Black Magnetic Ink</i>	21
Gambar 3. 5 <i>Liquid penetrant</i>	22
Gambar 3. 6 Oli Castrol	22
Gambar 3. 7 Coolant	23
Gambar 3. 8 Aqua	23
Gambar 4. 1 Proses pemotongan Baja ST41.....	27
Gambar 4. 2 Proses Pendinginan A, B, dan C.	28
Gambar 4. 3 Hasil pengelasan A, B, dan C.	30
Gambar 4. 4 Hasil <i>Liquid Penetran Test</i> pada pendingin air.....	32
Gambar 4. 5 Hasil <i>Liquid Penetran Test</i> pada pendingin coolant	33
Gambar 4. 6 Hasil <i>Liquid Penetran Test</i> pada pendingin oli.....	34

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Biodata Penulis.....	41
Lampiran 1. 2 Proses Pemotongan Specimen.....	42
Lampiran 1. 3 Proses Welding Specimen.....	42
Lampiran 1. 4 Proses Pendinginan Specimen Air, Coolant, Oli	43
Lampiran 1. 5 Proses Pengujian <i>Magnetic Particle Inspection</i>	44
Lampiran 1. 6 Proses Pengujian <i>Liquid Penetrant</i>	44
Lampiran 1. 7 Sertifikat Material Baja ST 41	46
Lampiran 1. 8 Data Pengujian <i>Magnetic Particle Inspection</i>	47
Lampiran 1. 9 Data Pengujian <i>Penetrant Test</i>	56
Lampiran 1. 10 Sertifikasi Pengelasan	57
Lampiran 1. 11 Kartu Kendali Bimbingan	58
Lampiran 1. 12 Surat Pernyataan.....	59
Lampiran 1. 13 Undangan Sidang Akhir TA.....	60
Lampiran 1. 14 Formulir Revisi Penguji 1	61
Lampiran 1. 15 Formulir Revisi Penguji 2	62
Lampiran 1. 16 Berita Acara Sidang Akhir TA.....	63

