

SKRIPSI SARJANA TERAPAN

**RANCANG BANGUN ALAT VACUUM TESTING UNTUK
PENGUJIAN KEBOCORAN HASIL PENGELASAN SMAW
DENGAN MENGGUNAKAN POMPA VAKUM
BERKAPASITAS $\frac{1}{4}$ HORSE POWER**



Intelligentia - Dignitas

Skripsi Sarjana Terapan ini Ditulis untuk Memenuhi Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan

Disusun Oleh :

FATHDLY ARIO YUDISTIRA

1526422058

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR

2026

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Fathdy Ario Yulistira

NIM : 1526422058

Judul Penelitian : Rancang Bangun Alat Vacuum Testing Untuk Pengujian Kebocoran Pengelasan Smaw Dengan Menggunakan Pompa Vakum Berkapasitas $\frac{1}{2}$ Horse Power

Ini telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat untuk diajukan dalam ujian tugas akhir,

Jakarta, 21 Juli 2026

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Drs. Syamsuir, M.T.
NIP. 196705131993041001



Ahmad Fubli, M.Pd., M.T.
NIP. 198501312023211014

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Fathdly Ario Yudistira
NIM : 1526422058
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur
Judul Penelitian : Rancang Bangun Alat *Vacuum Testing* Untuk Pengujian Kebocoran Hasil Pengelasan SMAW dengan Menggunakan Pompa *Vacuum* Berkapasitas $\frac{1}{4}$ Horse Power

Ini telah dipertahankan di hadapan dewan penguji dan dinyatakan (Lulus/Tidak Lulus)* Ujian Tugas Akhir oleh Tim Penguji pada Tanggal 28 Juli 2026

Tim Penguji

Pembimbing I

Drs. Svamsuir, M.T.
NIDN. 0015056709

Pembimbing II

Ahmad Lubi, M.Pd., M.T.
NIDN. 0031018502

Ketua Penguji

Dr. Dyah Arum Wulandari, M.T.
NIDN. 0001087704

Sekretaris Penguji

Muhammad Fatihuddin, S.Pd., M.T.
NIP. 199409272025061003

Penguji Ahli

Dr. Ferry Budhi Susetvo, S.T., M.T.
NIDN. 002028204

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Koordinator Program
Studi Teknologi
Rekayasa Manufaktur


Prof. Dr. Neneng Siti Silfi Ambarwati, S.Si., Apt., M.Si.
NIDN. 0029027204


Dr. Wardoyo, M.T.
NIDN. 0018087904

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama Mahasiswa : Fathdly Ario Yudistira

NIM : 1526422058

Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur

Fakultas : Teknik

Judul TA : Rancang Bangun Alat Vacuum Testing Untuk Pengujian Kebocoran Hasil Pengelasan Smaw Dengan Menggunakan Pompa Vakum Berkapasitas $\frac{1}{4}$ Horse Power

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya tulis ilmiah ini.

Jakarta,

Yang menyatakan,



(Fathdly Ario Yudistira)

NIM. 1526422058



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Fathdly Ario Yudistira
NIM : 1526422058
Fakultas/Prodi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Alamat email : Fathdly.ario@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

"Rancang Bangun Alat Vacuum Testing Untuk Pengujian Kebocoran Hasil Pengelasan Smaw Dengan Menggunakan Pompa Vakum Berkapasitas $\frac{1}{4}$ Horse Power"

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 11 Agustus 2016..

Penulis

(Fathdly Ario Yudistira)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

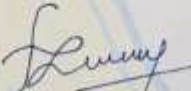
Puji Syukur atas kehadiran dan kasih sayang Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat dan hidayah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul rancang bangun alat vacuum testing untuk pengujian kebocoran pengelasan smaw dengan menggunakan kapasitas mesin $\frac{1}{4}$ horse power. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca guna memperbaiki dan menyempurnakan ilmu serta kualitas laporan ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

1. Kedua orang tua penulis Bapak dan Ibu penulis yang telah banyak berjasa menemani penulis serta memberikan doa dan semangat dalam pembuatan skripsi ini.
2. kepada Ibunda tercinta Alm ibu andriyani. Meski Ibu tidak lagi berada di sisi penulis untuk menyaksikan hari ini, setiap langkah dalam perjalanan ini selalu membawa doa, kenangan, dan semangat yang Ibu tinggalkan.
3. Kepada kaka saya Rizky Nuriza Fabian yang banyak membantu dalam tahap pembuatan skripsi ini baik secara materi, maupun support serta semangat kepada penulis.
4. Bapak Dr. Wardoyo, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur Universitas Negeri Jakarta
5. Bapak Drs. Syamsuir, M.T. Selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan ilmu, arahan, dan bantuan selama proses penyusunan tugas akhir ini.
6. Bapak Ahmad Lubi, M.Pd.,M.T. Selaku dosen pembimbing II (dua). yang telah memberikan ilmu, arahan, dan bantuan selama proses penyusunan tugas akhir ini.
7. Kepada Dr. Dyah Arum Wulandari, M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah berjasa membantu penulis dari awal.

8. Seluruh Dosen, Staff, dan Karyawan Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur Universitas Negeri Jakarta.

9. Kepada Nabella Minhatul Hani'ah yang selalu menemani penulis dan memberikan dukungan serta motivasi dan semangat kepada penulis.
10. Kepada Syauqi Abdillah yang kerap membantu dan bekerja sama dalam proses membangun alat ini
11. Kepada Roby Nashrulloh, Muhammad Ariel Sofyana yang banyak memberikan semangat serta support dalam menyusun alat ini
12. Seluruh teman-teman Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur Universitas Negeri Jakarta, terutama angkatan 2022 yang telah memberikan segala macam bentuk dukungan.

Fathdly Ario Yulistira


NIM.1526422058



ABSTRAK

Kualitas hasil pengelasan merupakan faktor penting dalam menjamin kekuatan dan keselamatan suatu struktur. Namun, cacat pengelasan seperti porositas dan *incomplete fusion* dapat membentuk jalur kebocoran (*leak path*) yang sering kali tidak dapat dideteksi melalui inspeksi visual. Pada praktiknya, khususnya di bengkel las skala kecil dan laboratorium pendidikan, pengujian hasil las masih banyak dilakukan secara visual tanpa didukung metode *Non-Destructive Testing* (NDT) yang memadai. Oleh karena itu, diperlukan alat *vacuum testing* yang ekonomis, mudah dioperasikan, dan mampu mendeteksi kebocoran secara efektif.

Penelitian ini bertujuan merancang dan membuat alat *vacuum testing* manual berbasis pompa vakum $\frac{1}{4}$ Horse Power (HP) sebagai alat pengujian kebocoran hasil pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Alat terdiri atas *vacuum box* berbahan baja karbon rendah (ST37), penutup akrilik transparan, rangka besi hollow, dan gasket karet. Perancangan dilakukan menggunakan Autodesk Inventor, dilanjutkan dengan analisis struktur menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA), perhitungan teoritis volume vakum dan waktu pemvakuman, proses fabrikasi menggunakan SMAW, serta pengujian kinerja dan efektivitas deteksi kebocoran menggunakan metode *bubble test*.

Hasil pengujian menunjukkan volume efektif sistem vakum sebesar 4,327 liter dengan estimasi waktu pemvakuman teoritis untuk mencapai tekanan $-0,8$ bar selama 9,24 detik, sedangkan hasil aktual mampu mencapai tekanan target dalam waktu 8 detik dengan selisih sebesar 13,4% terhadap perhitungan teoritis. Simulasi FEA menunjukkan bahwa tegangan Von Mises berada di bawah batas luluh material dengan faktor keselamatan yang memenuhi persyaratan sehingga konstruksi alat dinyatakan aman. Pengujian *bubble test* membuktikan bahwa alat mampu mendeteksi kebocoran pada sambungan las SMAW melalui munculnya gelembung pada larutan sabun.

Kata kunci: *Bubble Test, Finite Element Analysis, Kebocoran las, Vacuum testing, Shielded Metal Arc Welding.*

ABSTRACT

Weld quality is a critical factor in ensuring the strength and safety of a structure. However, welding defects such as porosity and incomplete fusion can create leak paths that often go undetected during visual inspection. In practice—particularly in small-scale welding workshops and educational laboratories—weld testing is frequently limited to visual inspection, lacking support from adequate Non-Destructive Testing (NDT) methods. Therefore, there is a need for a vacuum testing device that is economical, easy to operate, and capable of effectively detecting leaks.

This research aimed to design and fabricate a manual vacuum testing device powered by a $\frac{1}{4}$ horsepower (HP) vacuum pump to test for leaks in Shielded Metal Arc Welding (SMAW) joints. The device consists of a low-carbon steel (ST37) vacuum box, a transparent acrylic cover, a hollow steel frame, and a rubber gasket. The design process utilized Autodesk Inventor, followed by structural analysis via Finite Element Analysis (FEA), theoretical calculations of vacuum volume and evacuation time, fabrication using SMAW, and performance testing—including leak detection effectiveness—using the bubble test method.

Test results indicated an effective vacuum system volume of 4.327 liters, with a theoretical evacuation time of 9.24 seconds to reach a pressure of -0.8 bar; in practice, the device reached the target pressure in 8 seconds, a difference of 13.4% from the theoretical calculation. FEA simulations showed that Von Mises stresses remained below the material's yield strength, with a safety factor meeting requirements, thereby confirming the structural safety of the device. Bubble testing demonstrated the device's capability to detect leaks in SMAW joints through the formation of bubbles in a soap solution.

Keywords: Bubble Test, Finite Element Analysis, Weld leakage, Vacuum testing, Shielded Metal Arc Welding.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR...Error! Bookmark not defined.	
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA .Error! Bookmark not defined.	
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Fokus Penelitian	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengelasan SMAW.....	4
2.1.1 Cacat las pada pengelasan SMAW	5
2.2 Non-Destructive Testing (NDT)	6
2.2.1 <i>Vacuum Testing</i>	7
2.2.2 Mesin <i>Vacuum ¼ Horse Power</i>	7
2.2.3 Prinsip tekanan <i>vacuum</i>	8
2.3 Produk Yang Sudah Ada.....	8
2.3.1 Inovasi pada produk yang dikembangkan.....	8
2.3.2 Pemilihan Komponen Utama Alat <i>Vacuum Testing</i>	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	16
3.2 Metode Pengembangan Produk.....	16
3.3 Peralatan Dan Bahan yang digunakan.....	18

3.3.1 Peralatan.....	19
3.3.2 Bahan	23
3.4 Rancangan Metode Pengembangan	29
3.4.1 Analisis Kebutuhan	29
3.4.2 Sasaran produk.....	30
3.4.3 Simulasi <i>Finite element analysis</i> (FEA)	31
3.5 Teknik Pengumpulan Data	32
3.6 Teknik Analisis Data	33
BAB IV HASIL dan PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Desain Produk.....	34
4.1.1 Rangka	35
4.1.2 <i>Box Vacuum</i>	37
4.2 Kelayakan Produk	40
4.2.1 Kelayakan Kinerja <i>Box Vacuum</i>	40
4.2.2 Kelayakan Kinerja Alat <i>vacuum testing</i>	41
4.3 Perhitungan	42
4.3.1 Perhitungan Volume Vacuum Box	42
4.3.2 Perhitungan Volume Total Sistem Vakum.....	43
4.3.3 Perhitungan Laju Pemompaan Efektif.....	44
4.3.4 Perhitungan waktu pemvakuman teoritis.....	44
4.3.5 Perbandingan Hasil Teori dan Pengujian	44
4.4 Fabrikasi	46
4.4.1 Proses pembuatan <i>Box Vacuum</i>	46
4.4.2 Proses pembuatan rangka.....	48
4.4.3 Proses Finishing (Pengecatan)	49
4.4.4 Pembuatan <i>Speciment</i>	50
4.5 Kesimpulan	52
4.6 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Desain Vacuum Box.....	8
Gambar 2. 2 Gambar assembly vacuum test	9
Gambar 2. 3 Gambar vacuum box.....	9
Gambar 2. 4 Mesin vacuum ¼ HP.....	13
Gambar 2. 5 Gambar ball valve.....	14
Gambar 2. 6 Gambar rangka.....	15
Gambar 2. 7 Gambar alas	15
Gambar 3. 1 Diagram alir metode pengembangan produk.....	16
Gambar 3. 3 Gerinda Tangan.....	19
Gambar 3. 4 Gerinda Duduk.....	19
Gambar 3. 5 Mesin las SMAW	19
Gambar 3. 6 Jangka Sorong.....	20
Gambar 3. 7 Meteran	20
Gambar 3. 8 Mesin bor duduk	21
Gambar 3. 9 Kunci pas dan kunci ring	22
Gambar 3. 10 Obeng (+/-)	22
Gambar 3. 11 <i>Autodesk Inventor</i>	23
Gambar 3. 12 Pompa <i>vacuum</i>	24
Gambar 3. 13 Gambar akrilik.....	25
Gambar 3. 14 Vacuum Gauge.....	25
Gambar 3. 15 Selang Vakum	26
Gambar 3. 16 Fitting vakum 1/4 inch.....	26
Gambar 3. 17 Gambar besi hollow	27
Gambar 3. 18 Larutan Sabun.....	27
Gambar 3. 19 Baut dan Mur	28
Gambar 3. 20 Sealent RTV Silicone.....	28
Gambar 4. 1 Assembly alat.....	34
Gambar 4. 2 Rangka	35
Gambar 4. 3 Box Vacuum.....	37
Gambar 4. 4 Proses Pembuatan Box Vacuum	46
Gambar 4. 5 Proses Pembuatan Rangka	48
Gambar 4. 6 Proses Pengecatan.....	49
Gambar 4. 7 Proses pembuatan specimen	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel perbandingan NDT.....	6
Tabel 2. 2 Tabel Spesifikasi mesin vakum $\frac{1}{4}$ HP	13
Tabel 3. 1 Tabel Konversi cmHg ke Vacuum Bar	25
Tabel 4. 1 Hasil FEA Rangka	36
Tabel 4. 2 Tabel FEA	39
Tabel 4. 3 Tabel Pengujian Box Vacuum.....	40
Tabel 4. 4 Tabel Pengujian Pengelasan.....	41
Tabel 4. 5 Tabel pengujian spesimen	42
Tabel 4. 6 Perbandingan Hasil Perhitungan Teoritis dan Hasil Pengujian	45



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Proses Pembuatan Alat.....	57
Lampiran 2 Proses Pengujian	58
Lampiran 3 Gambar Assembly.....	59
Lampiran 4 Gambar 2d Rangka	60
Lampiran 5 Gambar 2d Box Vacuum.....	61
Lampiran 6 Transkrip Nilai	62
Lampiran 7 Surat Keterangan Telah Lulus Mata Kuliah.....	63
Lampiran 8 Surat Pernyataan Turnitin	64
Lampiran 9 Permohonan Ujian Skripsi.....	65
Lampiran 10 Log Bimbingan Dosen Pembimbing 1	66
Lampiran 11 Log Bimbingan Dosen Pembimbing 2.....	67
Lampiran 12 Lembar Persetujuan Dosen Pembimbing Skripsi	68

