

SKRIPSI

ANALISA PENGARUH PERBEDAAN *FLOW RATE* *ARGON* PADA PENGELASAN *COMMERCIALLY* *PURE TITANIUM* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**IHSAN ASURA
03051281621051**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

SKRIPSI

ANALISA PENGARUH PERBEDAAN *FLOW RATE* *ARGON* PADA PENGELASAN *COMMERCIALLY* *PURE TITANIUM* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH :
IHSAN ASURA
03051281621051**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH PERBEDAAN *FLOW RATE ARGON* PADA PENGELASAN *COMMERCIALLY PURE TITANIUM* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

OLEH:
IHSAN ASURA
03051281621051

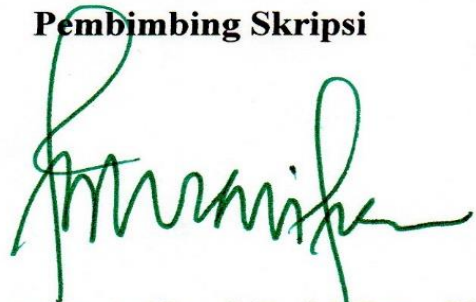
Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

Inderalaya, Juni 2020

Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi



Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19790927 200312 1 004

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :**

SKRIPSI

**NAMA : IHSAN ASURA
NIM : 03051281621051
JUDUL : ANALISA PENGARUH PERBEDAAN FLOW RATE
ARGON PADA PENGELASAN COMMERCIALLY
PURE TITANIUM TERHADAP SIFAT MEKANIK
DAN MIKROSTRUKTUR
DIBERIKAN : NOVEMBER 2019
SELESAI : JULI 2020**

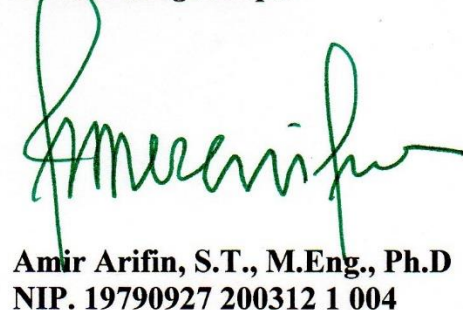
**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001**

Indralaya, Juli 2020

**Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi**



**Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19790927 200312 1 004**

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisa Pengaruh Perbedaan *Flow Rate Argon* pada Pengelasan *Commercially Pure Titanium* Terhadap Sifat Mekanik dan Mikrostruktur” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 Juli 2020.

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Ir. Firmansyah Burlian., M.T
NIP. 19561227 198811 1 001

(.....)

Anggota :

2. Gunawan, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 19770507 200112 1 001
3. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

(.....)

(.....)

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

Pembimbing Skripsi

Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19790927 200312 1 004

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ihsan Asura

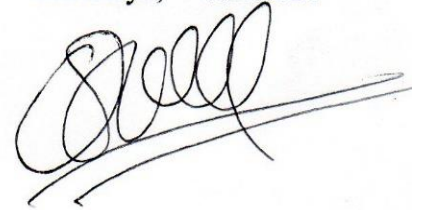
NIM : 03051281621051

Judul : Analisa Pengaruh Perbedaan *Flow Rate Argon* pada Pengelasan *Commercially Pure Titanium* Terhadap Sifat Mekanik dan Mikrostruktur

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Juli 2020



Ihsan Asura

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ihsan Asura
NIM : 03051281621051
Judul : Analisa Pengaruh Perbedaan *Flow Rate Argon* pada Pengelasan *Commercially Pure Titanium* Terhadap Sifat Mekanik dan Mikrostruktur

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Juli 2020



Ihsan Asura

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhaanahu wata'aalaa, yang karena rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisa Pengaruh Perbedaan *Flow Rate Argon* Pada Pengelasan *Commercially Pure Titanium* Terhadap Sifat Mekanik Dan Mikrostruktur”.

Skripsi ini penulis buat sebagai salah satu syarat menyelesaikan mata kuliah yang ditempuh oleh penulis. Penulis dalam kesehariannya telah mendapat banyak bantuan, kritik dan saran yang cukup untuk menyelesaikan skripsi.

Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Orang tua penulis bapak Bahauddin dan ibu Nirbahaini, S.Pd yang selalu mendukung baik secara lahir maupun batin.
2. Irsyadi Yani S.T. M.Eng. Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya, sekaligus Koordinator Kerja Praktek bidang Material.
3. Amir Arifin S.T. M.Eng. Ph.D selaku pembimbing skripsi penulis dan sekaligus Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Gunawan, S.T., M.T., Ph.D selaku Pembina Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Saidi Pratama dan Jaya Rizki Saputra selaku sahabat penulis sekaligus teman diskusi dalam mengerjakan penulisan skripsi ini.
7. M. Fadhli Azhari, Andy Saputra, dan Inyoman Noviandi selaku pembimbing kami selama melakukan penelitian di PT.PUSRI.
8. Pihak terkait lainnya yang membantu selesainya skripsi ini.
9. Sahabat kami Ahmad Mujaddid Annajiy, M. Wahyudi Amin, Aldino Fawwaz Afif, Aldi Dwi Alfahrizi, Agung Nurmansyah, dan Fathan Aditya yang selalu memotivasi peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sebagai penyemangat dalam meraih masa depan dan semoga dapat menjadi sarana pembelajaran khususnya pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Juni 2020

Ihsan Asura

RINGKASAN

ANALISA PENGARUH PERBEDAAN FLOW RATE ARGON PADA
PENGELASAN COMMERCIALLY PURE TITANIUM TERHADAP SIFAT
MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, Juni 2020

Ihsan Asura ; Dibimbing oleh Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.

ANALYSIS OF THE EFFECT OF FLOW RATE ARGON ON WELDING
COMMERCIALLY PURE TITANIUM ON MECHANICAL PROPERTIES
AND MICROSTRUCTURE

XXVI + 54 halaman, 6 tabel, 25 gambar.

RINGKASAN

Pengelasan dengan menggunakan bahan *Commercially Pure Titanium* telah banyak diaplikasikan pada komponen yang membutuhkan material yang kuat dan tahan terhadap korosi seperti pada komponen reaktor di PT. Pupuk Sriwidjaja. Dalam penyambungannya titanium kerap kali mengalami masalah ketika proses pengelasannya tidak benar, seperti crack, dan umur dari sambungan tidak sampai habis masa pakai, kegagalan mungkin disebabkan oleh pengelasan titanium yang tidak tepat. Material titanium pada suhu diatas 500 °C sangat mudah untuk terkontaminasi oleh unsur-unsur dari luar seperti oksigen, hidrogen, dan nitrogen, sehingga butuh perhatian ekstra dari welder untuk pengelasannya. Penelitian ini berusaha untuk menganalisa efek dari perbedaan debit aliran gas pelindung argon pada pengelasan TIG terhadap perubahan sifat mekanik dan bentuk mikrostruktur dari sambungan titanium baik didaerah base metal, HAZ, dan logam las. Analisa dilakukan dengan rangkaian pengujian yang meliputi pengujian XRF, pengujian kekerasan, pengujian tarik, pengujian fraktografi, pengujian metalografi, dan pengujian XRD. Pada pengujian kekerasan dan tarik mengindikasikan pengelasan dari 3 sampel pengelasan titanium dengan debit argon yang berbeda sampel A (15 L/min), sampel B (25 L/min), dan sampel C (60 L/min) menunjukkan hasil terjadi perubahan yang signifikan pada kenaikan kekerasan dan kekuatan tarik

dari sambungan material, sampel C menunjukkan hasil yang paling baik dengan penambahan nilai kekerasan yang tidak tinggi, dan nilai kekuatan tarik yang baik. Nilai kekerasan naik pada daerah *fusion zone*, hal ini berbanding lurus dengan pengamatan struktur mikro dimana pada daerah *fusion zone* terbentuknya *platelet* dan *acicular alpha*. Pada pengamatan yang dilakukan dengan *optical microscope* menunjukkan perubahan butir dari titanium dari daerah base metal yang awalnya berbentuk *hexagonal close packed (α phase)* berubah menjadi *serrated*, *acicular*, dan *platelet alpha*. Hasil dari penelitian menunjukkan besarnya pengaruh perbedaan debit gas argon terhadap perlindungan titanium selama pengelasan dengan metode TIG dilakukan.

Kata Kunci: *commercially pure titanium*, *uji tarik*, *uji keras*, *XRD*, *XRF*, *mikrostruktur*

SUMMARY

ANALYSIS OF THE EFFECT OF FLOW RATE ARGON ON WELDING
COMMERCIALY PURE TITANIUM ON MECHANICAL PROPERTIES
AND MICROSTRUCTURE

Scientific writing in the form of Thesis, June 2020

Ihsan Asura ; Supervised of Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.

ANALISA PENGARUH PERBEDAAN FLOW RATE ARGON PADA
PENGELASAN COMMERCIALY PURE TITANIUM TERHADAP SIFAT
MEKANIK DAN MIKROSTRUKTUR

XXVI + 54 pages, 6 tables, 25 images.

SUMMARY

Welding using Commercially Pure Titanium material has been widely applied to components that require materials that are strong and resistant to corrosion such as the reactor components at PT. Sriwidjaja Fertilizer. In connection with titanium, there are often problems when the welding process is incorrect, such as crack, and the life of the connection does not expire, failure may be caused by improper titanium welding. Titanium material at temperatures above 500 ° C is very easy to be contaminated by external elements such as oxygen, hydrogen, and nitrogen, so it requires extra attention from the welder for welding. This study seeks to analyze the effect of different argon shielding gas flow discharges on TIG welding to changes in mechanical properties and microstructure shape of titanium connections in base metal, HAZ, and weld metal regions. The analysis is carried out with a series of tests which include XRF testing, hardness testing, tensile testing, fractographic testing, metallographic testing, and XRD testing. In the tensile and hardness testing indicated welding of 3 titanium welding samples with different argon discharge samples A (15 L/min), sample B (25 L/min), and sample C (60 L/min) showed the results of significant changes. on the increase in hardness and tensile strength of material joints, sample C shows the best results with the addition of

non-high hardness values, and good tensile strength values. The value of hardness rises in the fusion zone area, this is directly proportional to the microstructure structure where in the fusion zone area the formation of platelets and acicular alpha is formed. Observations made with an optical microscope show changes in grain from titanium from the base metal region which initially formed hexagonal close packed (α phase) to serrated, acicular, and platelet alpha. The results of the study indicate the magnitude of the effect of the difference in argon gas discharge on titanium protection during welding with the TIG method..

Keywords: commercially pure titanium, tensile test, hardness test, XRD, XRF, microstructure

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xix
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metode Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengelasan.....	5
2.1.1 Metalurgi Pengelasan	7
2.1.2 Pengelasan TIG	9
2.2 Kelebihan Pengelasan TIG.....	10
2.3 Kekurangan Pengelasan TIG	11
2.4 Material Titanium.....	12
2.4.1 Penambahan Unsur Paduan.....	13
2.4.2 Interstitial Element	15
2.5 Klasifikasi Titanium.....	17
2.5.1 <i>Commercially Pure Titanium</i>	17
2.5.2 <i>Alpha Titanium Alloys</i>	17
2.5.3 Paduan Titanium <i>Alpha-Beta</i>	18
2.5.4 Paduan Titanium <i>Metastable</i>	18
2.6 Mikrostruktur Titanium Murni.....	18
2.7 Logam Pengisi Lasan	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	21

3.1	Diagram Alir Penelitian	22
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.3	Studi Literatur	22
3.4	Persiapan Alat dan Bahan	22
3.4.1	Persiapan Alat	23
3.4.2	Persiapan Bahan.....	23
3.5	Prosedur Pengelasan.....	24
3.6	Pengujian.....	24
3.6.1	Pemeriksaan Dengan Menggunakan Mikroskop Optik	24
3.6.2	Pengujian Kekerasan	25
3.6.3	Pengujian Tarik	26
3.6.4	<i>Pengujian X-Ray Diffraction (XRD)</i>	26
3.6.5	<i>Pengujian X-Ray Fluoresence (XRF)</i>	27
3.7	Analisa dan Pengolahan Data.....	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Pengujian Komposisi Kimia.....	29
4.2	Proses Pengelasan	30
4.3	Pengujian Kekerasan	35
4.4	Pengujian Tarik	39
4.5	Pengujian Metalografi	42
4.6	Pengujian XRD	47
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....		i
LAMPIRAN		i

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Daerah hasil pengelasan	7
Gambar 2.2	Daerah <i>base metal</i> , <i>fusion zone</i> , <i>fusion line</i> , dan HAZ	8
Gambar 2.3	Skematik pengelasan <i>TIG</i>	10
Gambar 2.4	Diagram fase keseimbangan penambahan unsur <i>interstitial alpha-stabilizer</i>	16
Gambar 2.5	<i>Alpha–Beta Structure Commercially Pure Titanium</i>	19
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	21
Gambar 3.2	Skema pengelasan CP titanium <i>Grade 1</i>	23
Gambar 3.3	Alat Uji Kekerasan Vickers.....	25
Gambar 3.4	Alat Uji <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	27
Gambar 3.5	<i>Portable X-Ray Fluorescence Analyzer Niton XL 2</i>	27
Gambar 4.1	Mesin las PANA-TIG TSP 500.....	30
Gambar 4.2	Proses pengolesan aseton	31
Gambar 4.3	Skema pengelasan titanium dengan metode TIG	32
Gambar 4.4	Proses Pengelasan GTAW Pada Titanium	32
Gambar 4.5	Hasil Pengelasan Titanium	33
Gambar 4.6	Spesimen Uji Kekerasan.....	35
Gambar 4.7	Profil nilai kekerasan pada sambungan las pada spesimen A ..	36
Gambar 4.8	Profil nilai kekerasan pada sambungan las pada spesimen B...	36
Gambar 4.9	Profil nilai kekerasan pada sambungan las pada spesimen C.....	37
Gambar 4.10	Spesimen Uji Tarik.....	39
Gambar 4.11	Permukaan Patahan Titanium.....	40
Gambar 4.12	Profil Nilai Kekuatan Tarik Rata-Rata	42
Gambar 4.13	Spesimen Uji Metalografi.....	43
Gambar 4.14	Mikrostruktur logam induk.....	44
Gambar 4.15	Struktur Mikro Daerah HAZ dan <i>Fusion Zone</i>	45
Gambar 4.16	Grafik Hasil XRD.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi dari beberapa unsur paduan dalam titanium paduan..	14
Tabel 2.2	Komposisi Kimia Elektroda Titanium Murni dan Paduan.....	20
Tabel 4.1	Komposisi CP Titanium Grade 1	29
Tabel 4.2	Parameter Pengelasan GTAW Pada Titanium	31
Tabel 4.3	Indikasi warna pada pengelasan titanium	34
Tabel 4.4	Hasil pengujian tarik pengelasan CP-Titanium Grade 1	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1	WPS CP Titanium.....	i
Lampiran 1.2	Sifat mekanik material CP Titanium Grade 1/KS-40	ii
Lampiran 1.3	Nilai komposisi kimia filler rod ER-Ti /TI KS-40	iii
Lampiran 1.4	Komposisi kimia material CP Titanium Grade 1/KS-40	iii
Lampiran 1.5	Nilai uji tarik	iv
Lampiran 1.6	Grafik uji tarik	v
Lampiran 1.7	Kartu Asistensi Bimbingan Skripsi.....	viii
Lampiran 1.8	Formulir Pemeriksaan Format Skripsi.....	ix
Lampiran 1.9	Cek Similaritas (Turnitin).....	x

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era industri saat ini kita tidak lepas dari pada penggunaan teknik pengelasan untuk menyambung bagian-bagian struktur dalam konstruksi, seperti pada konstruksi perpipaan dengan bahan logam ataupun pada konstruksi yang membutuhkan sambungan yang kuat dan menuntut kemudahan dalam penyambungan. Pengelasan merupakan proses penyatuan permanen antara dua bahan (biasanya logam) melalui peleburan lokal yang dihasilkan dari kombinasi yang sesuai dari temperatur, tekanan, dan kondisi metalurgi dari material (Khan, 2007). Kegiatan pengelasan dalam industri dewasa ini tidak lepas dari perkembangan ilmu pengelasan itu sendiri, dan ini juga dipelajari di universitas-universitas di Indonesia termasuk Universitas Sriwijaya, Jurusan Teknik Mesin.

Titanium merupakan jenis logam yang mempunyai kekuatan tinggi, ringan, dan mempunyai ketahanan terhadap korosi yang baik, hal ini menjadikan penggunaan titanium dalam industri sangat diperhitungkan, pada industri pupuk di PT. PUSRI titanium murni (*commercially pure titanium*) digunakan dalam reaktor yang mana bekerja pada suhu tinggi dan dialiri oleh berbagai unsur kimia, sehingga diperlukan material yang kuat serta tahan korosi (Karpagaraj, Siva shanmugam and Sankaranarayananamy, 2015). Penyambungan titanium dengan metode pengelasan mempunyai tantangan tersendiri dalam prosesnya sehingga didapatkan hasil yang baik, titanium pada suhu diatas 500 °C sangat mudah untuk terkontaminasi oleh unsur-unsur dari luar seperti oksigen, hidrogen, dan nitrogen, sehingga bisa menyebabkan hasil lasan menjadi getas, ataupun terjadi penurunan sifat mekanik yang signifikan dari sambungan lasan titanium, oleh karena itu dibutuhkan metode yang tepat dan keahlian khusus dalam melakukan pengelasan terhadap titanium (Ma *et al.*, 2015).

Pada pengelesan titanium metode yang paling sering digunakan adalah *Metal Inert Gas (MIG)* dan *Tungsten Inert Gas (TIG)* atau *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)* tergantung pada ketebalan dari titanium yang akan dilas, titanium yang mempunyai tebal kurang dari 2 mm akan lebih efisien jika dilakukan pengelasan dengan metode TIG (Otani, 2007), pada pengelasan dengan metode GTAW ini panas dihasilkan dari busur yang terbentuk dalam perlindungan *inert gas* (gas mulia) agar elektroda tidak terumpan dengan benda kerja. Pengelasan TIG mencairkan daerah benda kerja dibawah busur tanpa elektroda *tungsten* itu sendiri ikut meleleh. Metode pengelasan *Tungsten Inert Gas (TIG)* pada titanium sangat dipengaruhi oleh kemurnian *inert gas* yang dipakai, dalam industri pupuk kemurnian *inert gas* untuk pengelasan titanium haruslah tidak kurang dari 99,99 % hal ini berfungsi untuk meminimalisir terkontaminasinya titanium dari unsur-unsur luar pengotor sehingga tidak melebihi kapasitas dan terhindar dari cacat (Karpagaraj, Siva shanmugam and Sankaranarayananasamy, 2015).

1.2 Rumusan Masalah

Dalam industri pupuk dan petrokimia penerapan pengelasan sangat diperlukan untuk efisiensi pada penyambungan sehingga biaya yang dikeluarkan bisa dihemat. Titanium murni merupakan logam dengan kekuatan yang mendekati baja, lebih ringan, dan tahan terhadap korosi sehingga banyak digunakan dalam pembuatan badan pesawat, mesin pesawat, *implant*, hingga tabung kondensor. Sifat mampu las yang baik pada titanium murni (*commercially pure titanium*) menjadikan titanium murni sebagai pilihan yang tepat untuk digunakan pada reaktor pupuk, yang mana pada PT.PUSRI material titanium murni digunakan sebagai bagian utama dari reaktor ataupun sebagai material reparasi apabila material ss 316 mengalami kegagalan.

Titanium mempunyai konduktifitas termal yang rendah dan sangat mudah terumpan dengan unsur-unsur luar seperti oksigen, hidrogen, dan nitrogen apabila suhunya sudah mencapai 500 °C, sehingga pada saat pengelasannya akan terjadi perubahan warna pada logam lasan yang menandakan terjadinya penurunan sifat mekanik dari sambungan titanium tersebut, baik itu getas ataupun kekuatan tarik

yang menurun, hal ini menjadikan perlakuan selama pengelasan sangat penting diperhitungkan. Metode pengelasan TIG merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam pengelasan titanium, gas *inert* yang melindungi selama pengelasan diharapkan dapat meminimalisir dari masuknya unsur-unsur luar (oksigen, hidrogen, dan nitrogen) ketika titanium dilas, untuk hasil yang maksimal gas *inert* yang digunakan haruslah *ultra high purity* (kemurnian gas 99,99 %) sehingga didapatkan hasil lasan yang baik, dan dapat beroperasi sesuai dengan jangka waktu yang diinginkan.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan karya ilmiah diperlukan pengkajian lebih mengenai masalah yang akan dibahas. Untuk mempermudah hal tersebut maka masalah tersebut perlu diberi batasan. Pembatasan masalah yang penulis maksudkan disini adalah:

1. Metode penyambungan yang digunakan menggunakan metode *Tungsten Inert Gas* (TIG).
2. Melakukan pengujian kekerasan dan pengujian tarik untuk menentukan sifat mekanik.
3. Melakukan pengujian XRF, dan XRD untuk menentukan komposisi kimia dan fasa dari material uji.
4. Melakukan pengujian metalografi dan SEM untuk melihat struktur mikro, serta morfologi dari material uji.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah, sebagai berikut:

1. Menganalisis kekuatan, kekerasan, dan struktur mikro yang dihasilkan pada daerah sambungan pengelasan CP Titanium Grade 1.
2. Menganalisis komposisi kimia dan fasa pada penyambungan material titanium CP Titanium Grade 1 dengan metode *Tungsten Inert Gas* (TIG).
3. Menganalisis pengaruh perbedaan debit *flow rate argon* secara umum terhadap hasil pengelasan CP Titanium Grade 1.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan tentang pengelasan titanium dengan menggunakan metode *Tungsten Inert Gas* (TIG).
2. Mengetahui karakteristik fisik dan mekanik dari sampel hasil sambungan setelah melakukan analisa dan pengujian.
3. Memberikan kontribusi atau pengetahuan kepada mahasiswa teknik mesin khususnya dan civitas akademika tentang hasil sambungan *titanium* dengan menggunakan metode *Tungsten Inert Gas* (TIG).

1.6 Metode Penelitian

Metode penulisan yang digunakan dalam proses penulisan skripsi ini adalah: Studi Literatur, dengan cara mempelajari dan mengambil data dari berbagai literatur, jurnal, dan media elektronik, serta Pengujian Laboratorium dengan cara melakukan percobaan dan penelitian di laboratorium pada sampel uji untuk mendapatkan data-data yang ada dilapangan.

DAFTAR RUJUKAN

- ASM (1990) 'Metals Handbook 10th Edition Volume 2.pdf'.
- Attar, H. *et al.* (2014) 'Manufacture by selective laser melting and mechanical behavior of commercially pure titanium', *Materials Science and Engineering A*. Elsevier, 593, pp. 170–177. doi: 10.1016/j.msea.2013.11.038.
- Balasubramanian, T. S. *et al.* (2011) 'Influence of welding processes on microstructure, tensile and impact properties of Ti-6Al-4V alloy joints', *Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition)*. The Nonferrous Metals Society of China, 21(6), pp. 1253–1262. doi: 10.1016/S1003-6326(11)60850-9.
- Buffa, G. *et al.* (2013) 'Micro and macro mechanical characterization of friction stir welded Ti-6Al-4V lap joints through experiments and numerical simulation', *Journal of Materials Processing Technology*. Elsevier B.V., 213(12), pp. 2312–2322. doi: 10.1016/j.jmatprotec.2013.07.003.
- Dadang (no date) *Teknik Las GTAW*. Pertama. Edited by Sukaini. Jakarta: Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan.
- Gu, D. *et al.* (2012) 'Densification behavior, microstructure evolution, and wear performance of selective laser melting processed commercially pure titanium', *Acta Materialia*, 60(9), pp. 3849–3860. doi: 10.1016/j.actamat.2012.04.006.
- Juandika (2009) 'UNIVERSITAS INDONESIA PENELITIAN PENELUSURAN EKSPERIMENTAL PADA REDUKSI TiO₂'.
- Kahraman, N. (2007) 'The influence of welding parameters on the joint strength of resistance spot-welded titanium sheets', *Materials and Design*, 28(2), pp. 420–427. doi: 10.1016/j.matdes.2005.09.010.
- Li, X., Xie, J. and Zhou, Y. (2005) 'Effects of oxygen contamination in the argon shielding gas in laser welding of commercially pure titanium thin sheet', *Journal of Materials Science*, 40(13), pp. 3437–3443. doi: 10.1007/s10853-005-0447-8.
- Lütjering, G. (1998) 'Influence of processing on microstructure and mechanical properties of ($\alpha + \beta$) titanium alloys', *Materials Science and Engineering A*, 243(1–2), pp. 32–45. doi: 10.1016/s0921-5093(97)00778-8.
- Materials, T. and Company, I. (2018) 'Wrought Stainless Steels', *Properties and Selection: Irons, Steels, and High-Performance Alloys*, pp. 841–907. doi: 10.31399/asm.hb.v01.a0001046.
- Monfared, A., Kokabi, A. H. and Asgari, S. (2013) 'Microstructural studies and wear assessments of Ti/TiC surface composite coatings on commercial pure

- Ti produced by titanium cored wires and TIG process', *Materials Chemistry and Physics*. Elsevier B.V, 137(3), pp. 959–966. doi: 10.1016/j.matchemphys.2012.11.009.
- Otani, T. (2007) 'Titanium welding technology', *Nippon Steel Technical Report*, (95), pp. 88–92.
- Ravi Shankar, A. *et al.* (2009) 'Effect of heat input on microstructural changes and corrosion behavior of commercially pure titanium welds in nitric acid medium', *Journal of Materials Engineering and Performance*, 18(8), pp. 1116–1123. doi: 10.1007/s11665-008-9335-0.
- Sathish, R. *et al.* (2012) 'Weldability and Process Parameter Optimization of Dissimilar Pipe Joints Using GTAW', 2(3), pp. 2525–2530.
- Sindo Kou (2003) *Welding Metallurgy*. SECOND. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Solichin, M. L. (2008) 'Pengaruh perlindungan gas terhadap sifat mekanis dan visual permukaan pada hasil lasan titanium'.
- Sun, S. and Lv, W. (2016) 'Microstructure and mechanical properties of TC18 titanium alloy', *Xiyou Jinshu Cailiao Yu Gongcheng/Rare Metal Materials and Engineering*, 45(5), pp. 1138–1141. doi: 10.1142/9789812793959_0001.
- Yunlian, Q. *et al.* (2000) 'Electron beam welding , laser beam welding and gas tungsten arc welding of titanium sheet', 280, pp. 177–181.