

**ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA
SAMBUNGAN TITANIUM GRADE 2 DAN BAJA A 36
MENGUNAKAN METODE *TIG BRAZING***

SKRIPSI



**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Sarjana Teknik Mesin**

Diajukan oleh:

OKKAN FIRMAN MAULANA

2103050012

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PURWOKERTO**

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi yang diajukan oleh:

Nama : Okkan Firman Maulana

NIM : 2103050012

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik dan Sains

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Judul : Analisis Sifat Mekanik dan Struktur Mikro pada Sambungan

Titanium Grade 2 Dan Baja A 36 menggunakan Metode TIG
Brazeing

Telah diterima dan disetujui

Purwokerto, 15 Januari 2026

PEMBIMBING

Syaukaty Yasinta, S. T., M.T
NIK. 2161177

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi yang diajukan oleh:

Nama: Okkan Firman Maulana

NIM: 2103050012

Program Studi: Teknik Mesin

Fakultas: Teknik dan Sains

Perguruan Tinggi: Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Judul: Analisis Sifat Mekanik dan Struktur Mikro pada Sambungan Titanium Grade 2 dan Baja A 36 menggunakan Metode *TIG* Brazing

Telah berhasil di pertahankan di depan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang di perlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik (S.T.) pada program studi teknik mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

DEWAN PENGUJI

Ketua sidang : Syaukaty Yasinta, S. T., M. T.

Penguji 1 : Eqwar Saputra, S.T., M.T.

Penguji 2 : Siti Zulaehah, S. T., M.Eng.

Ditetapkan di Purwokerto

Tanggal: 15 Januari 2026

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik dan Sains



Dr. T. Ir. Iskahar S.T., M.T.

NIK. 2160207

[Signature]
(.....)

[Signature]
(.....)

[Signature]
(.....)

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Okkan Firman Maulana
NIM : 2103050012
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik dan Sains
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi ini merupakan hasil karya seni saya sendiri. Semua sumber yang di kutip atau dirujuk telah dinyatakan dengan benar dan bukan hasil penjiplakan karya orang lain.

Dengan pernyataan ini, saya bersedia mempertanggungjawabkan apabila di kemudian hari terbukti terdapat unsur plagiasi, sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Purwokerto, 15 Januari 2026

Yang membuat pernyataan



Okkan Firman Maulana
2103050012

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Purwokerto dan demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Okkan Firman Maulana
NIM : 2103050012
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik dan Sains
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jenis Karya : Skripsi

Menyetujui untuk memberikan hak bebas royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) kepada Universitas Muhammadiyah Purwokerto Atas Tugas Akhir saya yang berjudul.

ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA SAMBUNGAN TITANIUM GRADE 2 DAN BAJA A 36 MENGGUNAKAN METODE TIG BRAZING

Universitas Muhammadiyah Purwokerto berhak menyimpan, menyebarluaskan mengelola, dan mempublikasikan tugas akhir saya tetap tercantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta sekaligus pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di :Purwokerto

Pada Tanggal :15 Januari 2026

Yang membuat pernyataan



Okkan Firman Maulana

MOTO

حَقُّ ٱللَّهِ وَٱلْعَدْلُ ٱنْفَصِيحٌ

“dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar”

(Q.S Ar-Runn: 60)

“aku membahayakan nyawa ibuku untuk lahir ke dunia, jadi tidaklah mungkin aku terlahir untuk menjadi sia-sia.

(Okkan Firman Maulana)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Tiada lembar skripsi yang paling indah dalam laporan skripsi ini kecuali lembar persembahan, Bismillahirrahmanirrahim skripsi ini saya persembahkan untuk:

Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan pertolongan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Kedua orang tua saya tercinta Bapak Tri Pamuji dan Ibu Pujiati yang selalu melangitkan doa-doa baik dan menjadikan motivasi untuk saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih sudah mengantarkan saya sampai ditempat ini, saya persembahkan karya tulis sederhana ini dan gelar untuk bapak dan ibu.

Kepada kakek dan nenek saya tercinta yang telah membesarkan mendidik serta memberikan masukan, arahan dan dukungan untuk saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Saya persembahkan karya sederhana ini untuk kakek dan nenek.

Diri saya sendiri, Okkan Firman Maulana karena telah mampu berusaha dan berjuang sejauh ini. Mampu mengendalikan diri walaupun banyak tekanan dari luar keadaan dan tidak pernah memutuskan untuk menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini.

Bapak dan Ibu Dosen yang telah membimbing dan mengarahkan saya untuk menyelesaikan skripsi ini.

Pasangan, Sahabat dan teman-teman saya yang telah menemani dalam suka maupun duka.

Terima kasih atas segala waktu, usaha dan dukungan yang telah diberikan.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat menjadi wawasan dan manfaat untuk orang lain.

Aamiin.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Sifat Mekanik dan Struktur Mikro pada Sambungan *Titanium grade 2* dan Baja A36 menggunakan Metode *TIG Brazing*”. Penulisan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Mesin S1 Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, proposal ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah mendukung keberhasilan penyusunan proposal penelitian ini, yaitu kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Jebul Suroso selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
2. Bapak Dr. T. Ir. Iskahar S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains yang telah memberikan izin dalam pelaksanaan tugas akhir.
3. Bapak Eqwar Saputra, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan izin dan pengarahan dalam pelaksanaan tugas akhir.
4. Ibu Syaukaty Yasinta, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan proposal penelitian.
5. Bapak Eqwar Saputra, S.T., M.T. selaku penguji 1 yang telah memberikan evaluasi, kritik dan saran selama penyusunan proposal penelitian.
6. Ibu Siti Zulaehah, M.Eng. selaku penguji 2 yang telah memberikan evaluasi, kritik dan saran selama penyusunan proposal penelitian.
7. Dosen dan Staff Program Studi Teknik Mesin yang memberikan dukungan, bantuan dan memberikan fasilitas selama proses penyusunan proposal penelitian.
8. Terimakasih kepada kepada Panutanku Bapak Tri pamuji terimakasih atas setiap cucuran keringat dan kerja keras yang engkau tukarkan menjadi sebuah nafkah demi anakmu bisa mencapai tahap ini, terimakasih telah menjadi contoh untuk menjadi laki-laki yang bertanggung jawab penuh terhadap keluarga. yang tak kenal Lelah berjuang demi penulis bisa merasakan Pendidikan di bangku

perkuliahan, Beliau memang tidak sempat merasakan Pendidikan sampai di bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik penulis, memotivasi dan memberikan dukungan serta semangat dan selalu mengajarkan kebaikan dalam hidup penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai mendapat gelar sarjana. Sehat selalu dan Panjang umur karena ayah harus ada di setiap perjuangan dan pencapaian di hidup penulis.

9. Kepada pintu surgaku dan cinta pertamaku Ibu Pujiati yang selalu menjadi penyemangat dan pendamping di setiap Langkah dan ikhtiar anakmu ini untuk menjadi seseorang yang berpendidikan dan seseorang yang bertanggung jawab. Terimakasih telah menjadi sandaran terkuat dari kerasnya dunia. Yang tidak henti-hentinya mendoakan dan memberikan kasih sayang yang tak pernah lekang oleh waktu dengan penuh ketulusan dan cinta, Serta selalu memberikan motivasi yang luar biasa. Terimakasih sudah selalu berjuang untuk penulis, berkat doa doa serta dukungan sehingga penulis bisa berada di titik ini. Sehat selalu dan panjang umur karena ibu harus selalu ada di setiap perjuangan dan pencapaian hidup penulis.
10. Kepada mbah uty dan mbah kakung yang sangat berjasa di dalam hidup penulis, yang telah merawat dan membesarkan penulis dengan penuh kasih sayang dan cinta yang tulus, serta selalu mendoakan yang terbaik sehingga penulis mampu berada di titik ini. Sehat selalu dan panjang umur karena mbah uty dan mbah kakung harus selalu ada dalam perjuangan dan pencapaian penulis.
11. Kepada seluruh keluarga tercinta adik Perempuan dan adik laki-laki penulis, serta tante dan bude yang selalu memberikan doa, dukungan dan menyayangi penulis dengan tulus.
12. Semua teman-teman Teknik Mesin Angkatan 21, yang telah Bersama sama berjuang selama 4 tahun.
13. Kepada Nona yang tak kalah penting kehadirannya dengan gelar S.Tr.kes dan pemilik NIM: 2111050059. yang telah menemani dan kebersamai penulis dalam perjalanan perkuliahan, terimakasih telah menjadi rumah untuk melepas keluh kesah, menjadi pendengar dan penasihat yang baik memberikan dukungan

serta kasih sayang yang tulus, terimakasih telah menjadi bagian dari hidup penulis. Semoga kita bisa sukses bersama sesuai dengan apa yang kita harapkan.

14. Kepada PT.Tokki Enggining and Fabrication serta staff dan karyawan yang telah mensupport dan membantu penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
MOTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
ABSTRAK.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Titanium	4
1. Titanium <i>Grade 2</i>	4
2. Baja karbon.....	5
B. Tantangan dalam penyambungan.....	8
C. Brazing	8
1. Prinsip Dasar <i>Brazing</i>	9
2. Jenis <i>Brazing</i>	9
3. Keunggulan <i>Brazing</i> untuk Sistem <i>Ti-Fe</i>	12

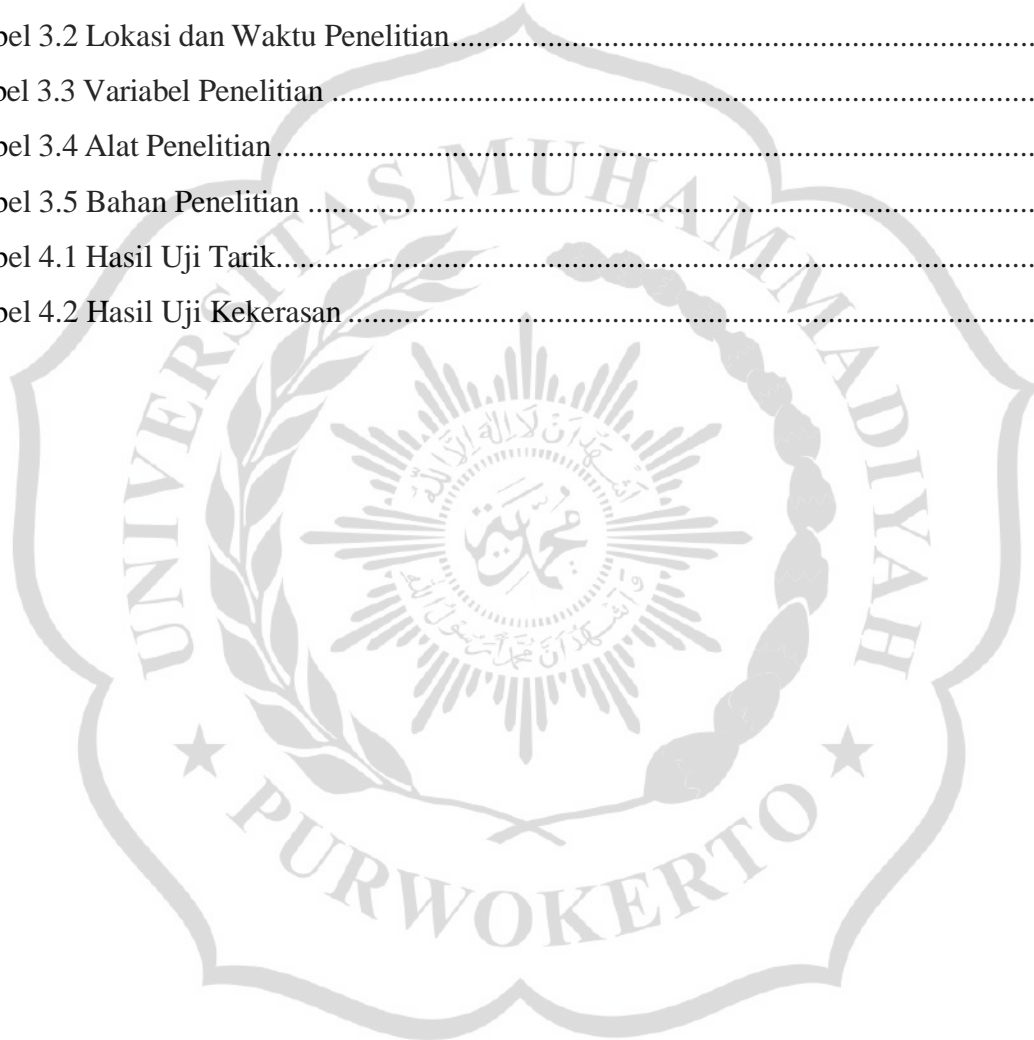
D. Filler Metal	13
1. <i>Filler Metal</i>	14
2. Kriteria Pemilihan <i>Filler Metal</i>	14
3. Jenis <i>Filler Metal</i> yang Digunakan pada Penelitian ini.....	15
4. Pengaruh <i>Filler Metal</i>	15
E. Sifat Mekanik Sambungan <i>Brazing</i>	16
1. Uji Tarik Geser	17
2. Uji Kekerasan	19
3. Uji Struktur Mikro.....	21
F. Studi Terdahulu dan Celah Penelitian.....	21
G. Kerangka penelitian.....	24
H. Hipotesis	25
BAB III. METODE PENELITIAN	26
A. Rancangan penelitian.....	26
B. Lokasi dan Waktu penelitian.....	28
C. Variabel penelitian	28
D. Instrumen penelitian	29
E. Tahap pelaksanaan penelitian.....	31
BAB VI. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
A. Pengujian Tarik	33
B. Pengujian kekerasan	36
C. Hasil dan Pembahasan Hasil Makrostruktur.....	38
D. Hasil dan Pembahasan Hasil Mikrostruktur.....	41
E. Keterbatasan Penelitian	44
BAB V. KESIMPULAN	46
A. Kesimpulan.....	46
B. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	48
DAFTAR LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Metode <i>Torch Brazing</i>	9
Gambar 2.2 Metode <i>Furnace Brazing</i>	10
Gambar 2.3 Metode <i>Induction Brazing</i>	11
Gambar 2.4 Metode <i>TIG Brazing</i>	12
Gambar 2.5 Jenis Sambungan <i>Brazing</i>	12
Gambar 2.6 Filler BAg-24	14
Gambar 2.7 Kurva tegangan dan regangan.....	17
Gambar 2.8 Spesimen Uji Tarik ASTM E8	18
Gambar 2.9 Alat uji kekerasan Rockwell	20
Gambar 2.10 Hasil Uji Mikro Struktur	21
Gambar 2.11 kerangka penelitian	24
Gambar 3.1 Diagram Alir	27
Gambar 4.1 Hasil Tegangan Uji Tarik.....	33
Gambar 4.2 Hasil Uji Kekerasa <i>Rockwell</i>	36
Gambar 4.3 Makrostruktur <i>Filler</i> BAg-24	38
Gambar 4.4 Makrostruktur <i>Filler</i> Bcu-1.....	40
Gambar 4.5 Makrostruktur <i>Filler</i> BAg-24+ bcu-1	41
Gambar 4.6 Mikrostruktur <i>interphase</i> dan <i>weld metal</i> <i>Filler</i> BAg-24	42
Gambar 4.7 Mikrostruktur <i>interphase</i> dan <i>weld metal</i> <i>Filler</i> BCu-1	43
Gambar 4.8 Mikrostruktur <i>interphase</i> dan <i>weld metal</i> <i>Filler</i> Bag-24+BCu-1	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Titanium Grade 2.....	5
Tabel 2.2 Komposisi Baja A36	6
Tabel 2.3 Klasifikasi Baja Karbon.....	6
Tabel 3.1 Parameter brazing	27
Tabel 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	28
Tabel 3.3 Variabel Penelitian	28
Tabel 3.4 Alat Penelitian.....	29
Tabel 3.5 Bahan Penelitian	30
Tabel 4.1 Hasil Uji Tarik.....	33
Tabel 4.2 Hasil Uji Kekerasan	36



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Material Titanium grade 2 dan Baja A26	51
Lampiran 2 Filler Metal Bag-24+Bcu-1	51
Lampiran 3 Proses <i>Cuting</i> dan Pembersihan Permukaan Material.....	52
Lampiran 4 Potongan Material Titanium Grade 2 dan BAJA A36.....	52
Lampiran 5 Proses <i>Brazing</i> dan <i>TIG Brazing</i>	53
Lampiran 6 Pengujian Penetrant Test dan PMI (<i>Positive Material Identification</i>).....	54
Lampiran 7 Alat Pengujian Material.....	56
Lampiran 8 Spesimen Pengujian Material.....	57
Lampiran 9 Sertifikat <i>Welder</i>	58
Lampiran 10 Pengujian Kekerasan Rockwell.....	59
Lampiran 11 Pengujian Stuktur Micro.....	60
Lampiran 12 Pengujian Tensile	60
Lampiran 13 perhitungan hasil pengujian Tarik dan kekerasan.....	61

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
Ti	Titanium
A36	Baja karbon rendah ASTM A36
TIG	<i>Tungsten Inert Gas</i>
B _{Ag-24}	<i>Filler logam brazing berbasis Ag–28Cu (AWS A5.8)</i>
B _{Cu-1}	<i>Filler logam brazing berbasis tembaga murni (AWS A5.8)</i>
WM	<i>Weld Metal</i> (logam las/pengisi)
BM	<i>Base Metal</i> (logam dasar)
BM1	<i>Base Metal Titanium Grade 2</i>
BM2	Base Metal Baja A36
HAZ	<i>Heat Affected Zone</i> (Zona yang Dipengaruhi Panas)
IMC	<i>Intermetallic Compound</i> (Senyawa Intermetalik)
UTS	<i>Ultimate Tensile Strength</i> (Kekuatan Tarik Ultim)
HRB	<i>Hardness Rockwell Scale B</i>
MPa	<i>Mega Pascal</i> (satuan tegangan)
N	<i>Newton</i> (satuan gaya)
mm	Milimeter
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
AWS	<i>American Welding Society</i>
CP-Ti	<i>Commercially Pure Titanium</i>
CuTi / Ti ₂ Cu	Fasa <i>intermetalik</i> berbasis tembaga-titanium

ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA SAMBUNGAN TITANIUM GRADE 2 DAN BAJA A 36 MENGGUNAKAN METODE *TIG BRAZING*

Okkan Firman Maulana^[1], Syaukaty Yasinta^[2]

Email : okkanfirmanmaulana@gmail.com

ABSTRAK

Penyambungan titanium dan baja karbon rendah menawarkan potensi untuk struktur ringan, tetapi rentan terhadap pembentukan senyawa *intermetalik* (IMC) rapuh. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh tiga jenis *filler metal* BAg-24 (Ag-28Cu), BCu-1 (Cu murni), dan kombinasinya terhadap sifat mekanik dan struktur mikro sambungan dissimilar antara Titanium Grade 2 dan Baja A36 melalui TIG brazing dalam argon. Spesimen berbentuk *lap joint* (*overlap* 12,7 mm) dikarakterisasi dengan uji tarik (ASTM E8), kekerasan Rockwell (HRB), serta analisis makro dan mikrostruktur. Hasil penelitian ini menunjukkan hanya filler BAg-24 yang menghasilkan sambungan utuh dengan kekuatan tarik rata-rata 255 MPa, *fraktur ductile*, IMC tipis, dan kekerasan homogen (62–70 HRB). Filler lain membentuk IMC tebal (Ti_2Cu , CuTi), menyebabkan kegagalan prematur meskipun kekerasannya lebih tinggi (71–81 HRB). Dengan demikian, BAg-24 terbukti paling efektif dalam menjaga keseimbangan kekuatan, keuletan, dan stabilitas mikrostruktur.

Kata Kunci: TIG brazing, Titanium Grade 2, Baja A36, filler metal, senyawa intermetalik

AN ANALYSIS OF MECHANICAL PROPERTIES AND MICROSTRUCTURE OF TITANIUM GRADE 2 AND A36 STEEL JOINTS USING THE TIG BRAZING METHOD

Okkan Firman Maulana^[1], Syaukaty Yasinta^[2]

Email : okkanfirmanmaulana@gmail.com

ABSTRACT

Joining titanium to low-carbon steel offers significant potential for lightweight structural applications; however, it is challenged by the formation of brittle intermetallic compounds (IMCs). This study investigates the influence of three filler metals BAg-24 (Ag-28Cu), BCu-1 (pure Cu), and a combination of both on the mechanical properties and microstructure of dissimilar joints between Grade 2 titanium and A36 steel produced via TIG brazing under an argon atmosphere. Lap-joint specimens with a 12.7 mm overlap were characterized using tensile testing (ASTM E8), Rockwell hardness testing (HRB), and macro- and microstructural analyses. The results show that only the BAg-24 filler produced a sound joint, achieving an average tensile strength of 255 MPa, ductile fracture at the fusion line, a thin IMC layer, and homogeneous hardness values (62–70 HRB). In contrast, the other fillers promoted the formation of thick, brittle IMCs (Ti₂ Cu, CuTi), leading to premature failure despite higher local hardness (71–81 HRB). Therefore, BAg-24 is demonstrated to be the most effective filler for TIG brazing of Ti– A36 joints, offering an optimal balance of strength, ductility, and microstructural stability.

Keywords: *TIG brazing, Grade 2 titanium, A36 steel, filler metal, intermetallic compounds*