



Jurnal Teknologi Maritim Volume x No x Tahun
Tanggal diterima / Tanggal direvisi / Tanggal disetujui

Jurnal Teknologi Maritim

<http://jtm.ppns.ac.id>

Analisis Perbandingan *Backing Gas* Argon Dan H₂-N₂ Pada Pengelasan Material Cu-Dhp Dengan Proses GTAW Terhadap Kekuatan Tarik Dan *Metallography*

Imam Khoirul Rohmat^{1*}, Moh Miftachul Munir², Mochamad Wildan Fadillah², Muhamad Ari², Dika Anggara²

¹Program Studi D2 Teknik Pengelasan dan Fabrikasi, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS, Surabaya, 60111

²Program Studi D4 Teknik Pengelasan dan Fabrikasi, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS, Surabaya, 60111

Abstrak. Proses pembuatan *condenser* umumnya material yang digunakan adalah tembaga dan dilakukan dengan proses pengelasan menggunakan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*). Material Cu-DHP (*Phosphorus deoxidized copper*) merupakan material yang memiliki konduktivitas termal yang baik. *Backing gas* yang digunakan adalah Argon 100%, dan campuran gas Hidrogen 20% - Nitrogen 80%. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh variasi *backing gas* 100% Argon dan campuran 20% Hidrogen-80% Nitrogen terhadap sifat mekanik (kekuatan tarik, kekerasan) dan *metallography* sambungan las Cu-DHP. Spesimen yang digunakan adalah pipa Cu-DHP dengan diameter 88,9 mm dan tebal 4,8mm yang disambung menggunakan sambungan *butt joint*. Pengujian dilakukan secara destruktif (uji tarik dan *metallography*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *backing gas* campuran Hidrogen 20% - Nitrogen 80% menghasilkan penetrasi dengan kedalaman 8,60 mm sedangkan *backing gas* argon menghasilkan kedalaman 7,26 mm. di struktur mikro terdapat fasa Cu- α , dan Cu₃P serta hasil struktur mikro *backing gas* campuran Hidrogen 20% Nitrogen 80% menghasilkan Cu₃P pada weld metal dibandingkan struktur mikro *backing gas* argon 100%. Fasa Cu₃P yang lebih tinggi dapat meningkatkan kekerasan lokal dan mendukung kenaikan kekuatan tarik. Nilai kekuatan tarik rata-rata *backing gas* campuran Hidrogen 20% - Nitrogen 80% menghasilkan 198,84 Mpa sedangkan nilai kekuatan tarik rata-rata *backing gas* Argon sebesar 191,25 Mpa. Maka dapat disimpulkan penggunaan *backing gas* campuran 20% Hidrogen-80% Nitrogen lebih baik karena dapat meningkatkan kekuatan tarik dan nilai kekerasan.

Katakunci: Cu-DHP, GTAW, *backing gas*, *Metallography*.

Abstract. In condenser manufacturing, copper is commonly used as the base material and welded using the Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) process. Cu-DHP (Phosphorus Deoxidized Copper) is a material with excellent thermal conductivity. The backing gases employed in this study were 100% Argon and a mixture of 20% Hydrogen–80% Nitrogen. The objective of this research is to analyze the effect of using 100% Argon and a 20% Hydrogen–80% Nitrogen mixture as backing gases on the mechanical properties (tensile strength and hardness) and metallography of Cu-DHP weld joints. The specimens used were Cu-DHP pipes with a diameter of 88,9 mm and a thickness of 4,8 mm joined using a butt-joint configuration. Destructive testing was carried out, including tensile and metallographic examinations. The results showed that the 20% Hydrogen–80% Nitrogen backing gas produced a weld penetration depth of 8,60 mm, while the 100% Argon backing gas resulted in a

Email Korespondensi: imamkhoirulrohmat@ppns.ac.id
doi: 10.35991/jtm.v8i2.81

Analisis Perbandingan *Backing Gas* Argon Dan H₂-N₂ Pada Pengelasan Material Cu-Dhp Dengan Proses GTAW Terhadap Kekuatan Tarik Dan *Metallograhy*

penetration depth of 7,26 mm. Microstructural analysis revealed the presence of Cu- α and Cu₃P phases, with the 20% Hydrogen–80% Nitrogen backing gas generating more Cu₃P in the weld metal compared with 100% Argon. A higher Cu₃P phase content can enhance local hardness and support an increase in tensile strength. The average tensile strength for the 20% Hydrogen–80% Nitrogen backing gas was 198,84 MPa, whereas the 100% Argon backing gas achieved 191,25 MPa. It can thus be concluded that the use of a 20% Hydrogen–80% Nitrogen backing gas is more effective, as it improves both tensile strength and hardness values.

Keywords: Cu-DHP, GTAW, *backing gas*, *Metallograhy*.

1. Pendahuluan

Tembaga bebas oksigen merupakan logam non-ferro yang memiliki kekerasan relatif rendah, titik leleh tinggi sekitar 1083°C, dan densitas sebesar 8,96 g/cm³. Material ini memiliki kon- duktivitas listrik dan termal yang sangat baik, sehingga banyak digunakan dalam berbagai sektor industri seperti sistem energi listrik dan termal, elektronik, otomotif, dirgantara, aero- nautika, dan industri kimia. Keunggulan konduktivitas tersebut menjadikannya pilihan utama dalam aplikasi yang membutuhkan efisiensi tinggi dalam penghantaran panas dan listrik, sep- erti konduktor, penukar panas, dan komponen mesin berpresisi tinggi. Selain itu, kandungan oksigen yang sangat rendah pada tembaga jenis ini meminimalkan resiko pembentukan oksida selama proses fabrikasi termal seperti pengelasan, sehingga sifat mekanik dan elektrikalnya tetap terjaga dengan baik (Boțilă et al., 2024). Dalam aplikasi yang melibatkan siklus termal berulang, seperti proses pemanasan dan pendinginan, pemilihan material yang tepat untuk wa- dah atau lapisan luar sangat penting untuk menjamin ketahanan dan keandalan jangka panjang. Material yang ideal harus memiliki konduktivitas termal yang tinggi serta ketahanan mekanik yang baik terhadap tegangan termal. Tembaga sering dipilih karena kemampuannya dalam menghantarkan panas secara efisien dan kompatibilitas kimianya yang sangat baik terhadap air, menjadikannya cocok untuk sistem pertukaran panas berbasis fluida. Selain itu, sifat tem- baga yang tahan terhadap korosi dan deformasi akibat perubahan suhu berulang memperkuat posisinya sebagai material unggulan dalam berbagai sistem termal modern yang menuntut per- forma tinggi dan durabilitas optimal.(Kusuma et al., 2024).

Penelitian ini memiliki keterbaruan berupa penggunaan campuran backing gas Hidrogen–Nitrogen pada pengelasan Cu-DHP yang belum banyak dikaji dibanding Argon murni. Penelitian sebelumnya (Singh et al., 2023; Varbai et al., 2018) lebih fokus pada baja tahan karat, sedangkan pada tembaga belum dianalisis secara detail. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi pengaruh variasi backing gas terhadap sifat mekanik (kekuatan tarik dan kekerasan) serta mikrostruktur sambungan las Cu-DHP. Secara umum tahapan penelitian meliputi persiapan spesimen, proses pengelasan GTAW dengan dua variasi backing gas, pengujian tarik, kekerasan, serta makro dan mikrostruktur.

Studi menunjukkan bahwa pemilihan jenis material *backing* secara langsung dapat memen- garuhi sifat mekanik utama, seperti ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue*), kekuatan tarik, dan kekerasan permukaan dari hasil las. Selain pengaruh mekanisnya, media backing juga ber- kontribusi dalam menstabilkan lingkungan pengelasan dengan memengaruhi disipasi panas dan gradien termal, dua faktor yang sangat krusial untuk mencapai kualitas las yang konsisten serta keberulangan proses yang tinggi. Oleh karena itu, pemilihan material backing yang tepat tidak hanya berfungsi sebagai penopang fisik, tetapi juga sebagai elemen

Analisis Perbandingan *Backing Gas* Argon Dan H₂-N₂ Pada Pengelasan Material Cu-Dhp Dengan Proses GTAW Terhadap Kekuatan Tarik Dan *Metallograhy*

pengontrol termal yang signifikan dalam optimalisasi hasil las, terutama untuk aplikasi struktural yang membutuhkan integritas tinggi. (Singh et al., 2023) Penelitian tersebut menunjukkan bahwa nitrogen dapat memengaruhi mikrostruktur las meskipun hanya digunakan sebagai *gas backing*. Secara spesifik, ketika nitrogen digunakan untuk melindungi bagian akar las (*root shielding*), terjadi peningkatan fraksi fasa austenit pada area akar sambungan (Pamuk, Daopiset and Sojiphan, no date). Peningkatan pembentukan austenit ini memiliki korelasi langsung dengan peningkatan ketahanan terhadap korosi, terutama pada lingkungan yang agresif di mana keseimbangan fasa menjadi faktor penting dalam menentukan daya tahan material. Dalam konteks ini, penggunaan nitrogen sebagai *backing gas* tidak hanya berfungsi sebagai pelindung terhadap kontaminasi atmosfer selama proses pengelasan, tetapi juga memberikan kontribusi mikrostruktur yang menguntungkan, khususnya dalam pengelasan baja tahan karat atau paduan yang mengandalkan stabilitas fasa austenit untuk mempertahankan performa jangka panjang (Varbai et al., 2018).

2. Tinjauan Pustaka

Tembaga jenis Cu-DHP merupakan jenis tembaga bebas oksigen yang mengandung komposisi kimia tembaga (Cu) dan sedikit *Phosphor* (P) sebagai *deoxidized*, dimana *phosphor* memiliki fungsi sebagai unsur pengotor selama proses pengelasan menggunakan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) (Slv, 2015). Komposisi kimia yang terkandung pada material Cu-DHP dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi Kimia Cu-DHP

Cu (%)	P (%)
Min. 99.9	0,015-0,040
(BS EN 1652 - 1997)	

Pada material Cu-DHP ini merupakan material yang digunakan untuk komponen *heat exchanger* dan dilakukan penyambungan dengan proses *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) dengan *filler metal* menggunakan CuAg 1, *filler metal* digunakan sebagai logam pengisi selama proses pengelasan dengan kandungan logam pengisi yang sama yaitu *pure copper* dengan tambahan silver sebagai stabilitas selama pengelasan serta meningkatkan *conductivity* listrik untuk komponen *heat exchanger*. Berikut merupakan hasil uji komposisi kimia logam pengisi CuAg 1 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Komposisi Kimia *Filler* CuAg 1

Cu (%)	P (%)	Ag (%)
Min. 99.5	0,001-0,005	0,8 – 1,2
Incl Ag		
(ISO 24373-2014)		

Argon lebih disukai dalam aplikasi umum, kecuali ketika diperlukan penetrasi dan panas lebih tinggi untuk pengelasan logam dengan konduktivitas termal tinggi pada ketebalan yang lebih besar (Dai et al., 2018). Temuan terbaru menunjukkan bahwa penambahan nitrogen secara terkendali sebesar 1–3% ke dalam gas pelindung argon selama proses *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) dapat secara signifikan meningkatkan karakteristik metalurgi dan ketahanan korosi dari logam las. Secara khusus, keberadaan nitrogen dalam campuran gas

Analisis Perbandingan *Backing Gas* Argon Dan H₂-N₂ Pada Pengelasan Material Cu-Dhp Dengan Proses GTAW Terhadap Kekuatan Tarik Dan *Metallograhy*

pelindung ber- kontribusi terhadap peningkatan kandungan nitrogen di zona las, mendorong pembentukan fraksi volume austenit yang lebih tinggi, serta meningkatkan ketahanan terhadap korosi lokal. Peningkatan ini secara konsisten diamati baik pada konfigurasi las satu lintasan (*single pass*) maupun multi-lintasan (*multi-pass*), yang menggarisbawahi peran positif nitrogen sebagai adiktif pada gas pelindung dalam memperhalus mikrostruktur dan meningkatkan kinerja hasil las. Efek ini menjadi sangat penting dalam aplikasi yang membutuhkan ketahanan korosi tinggi, seperti pada industri kimia, petrokimia, dan lingkungan laut, di mana stabilitas mikrostruktur dan perlindungan terhadap serangan korosif menjadi faktor utama keberhasilan desain sambungan (Pamuk & Sojiphan, 2017). Proses *purging* yang tepat sangat penting untuk melindungi sisi akar las dari kontaminasi atmosfer selama pengelasan. Gas *purging* yang umum digunakan meliputi argon, nitrogen, dan campuran nitrogen-hidrogen (umumnya 90% N₂ + 10% H₂). Hidrogen menciptakan atmosfer reduktif yang efektif dalam menghambat pembentukan oksida, terutama pada pengelasan baja tahan karat austenitik. Untuk baja austenitik dan super duplex yang dipadukan dengan nitrogen, penggunaan gas yang mengandung N₂ membantu mencegah hilangnya nitrogen dari kolam las selama proses berlangsung. Karena kualitas gas dapat mengalami fluktuasi, pemantauan kontinu terhadap kadar oksigen dan kelembaban sangat dianjurkan guna memastikan kualitas hasil las tetap optimal. Dalam konteks pengelasan presisi tinggi, *purging* yang efektif tidak hanya menjaga kebersihan dan integritas zona las, tetapi juga berkontribusi pada kestabilan mikrostruktur serta ketahanan korosi, terutama dalam aplikasi yang menuntut standar performa dan keandalan yang tinggi. (E.Taban et al., 2015)

2. Metode

Material logam induk yang digunakan untuk penelitian adalah material pipa *pure copper* jenis Cu-DHP dengan diameter 88,9 mm dengan tebal 4,8 mm dan panjang 150 mm. Logam pengisi yang digunakan saat pengelasan menggunakan CuAg1 dengan proses *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) dengan posisi pengelasan 1G dan sambungan *V-groove butt joint*, dengan parameter pengelasan yang sudah ditentukan. Selama proses pengelasan menggunakan *shielding gas* Argon 100% tetapi menggunakan 2 variasi *backing gas* yang berbeda yaitu *backing gas* Argon 100% dan *backing gas* campuran H₂-N₂ dengan komposisi 20% hidrogen - 80% nitrogen. Tabel 3 merupakan parameter pengelasan yang dilakukan saat proses pengelasan material Cu-DHP dengan proses *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) dengan variasi *backing gas* Argon 100% dan *backing gas* campuran H₂-N₂ dengan komposisi 20% hidrogen - 80% nitrogen.

Tabel 3 Parameter Pengelasan

No	Parameter	Besaran
1	Arus	230 – 250 A
2	Voltase	16 – 20 V
3	Kecepatan Las	30 – 40 mm/min
4	Masukan Panas	6 – 8 kJ

Setelah dilakukan persiapan dan parameter pengelasan, berikut merupakan proses *fit-up* spesimen sebelum dilakukan pengelasan, bentuk pengelasan yang dilakukan dengan mengukur pada masing-masing spesimen dengan sudut bavel 30° serta gap 3 mm pada masing masing variasi. Untuk detail sambungannya, bisa dilihat di Gambar 2.

Analisis Perbandingan *Backing Gas* Argon Dan H_2-N_2 Pada Pengelasan Material Cu-Dhp Dengan Proses GTAW Terhadap Kekuatan Tarik Dan *Metallograhy*



Gambar 2 Bentuk sambungan las

Kemudian dilakukan pengujian *mechanical properties* (uji tarik dan uji kekerasan) serta dilakukan pengujian *metallography* untuk mengetahui struktur mikro dan geometri hasil lasan. Uji tarik dilakukan sesuai dengan standar EN ISO 4136 ketentuan pembuatan spesimen berdasarkan ketebalan material dan diilustrasikan pada Gambar 1 dengan 2 spesimen untuk setiap variasi *backing gas*.



Gambar 1 Spesimen Uji Tarik

Uji kekerasan vickers dilakukan pada *base metal* (BM), *fusion line* (FL), dan *weld metal* (WM) dan masing-masing lima titik per area dengan jarak indentasi 1,5 mm, berikut ilustrasi pengujian kekerasan vickers dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Spesimen uji kekerasan

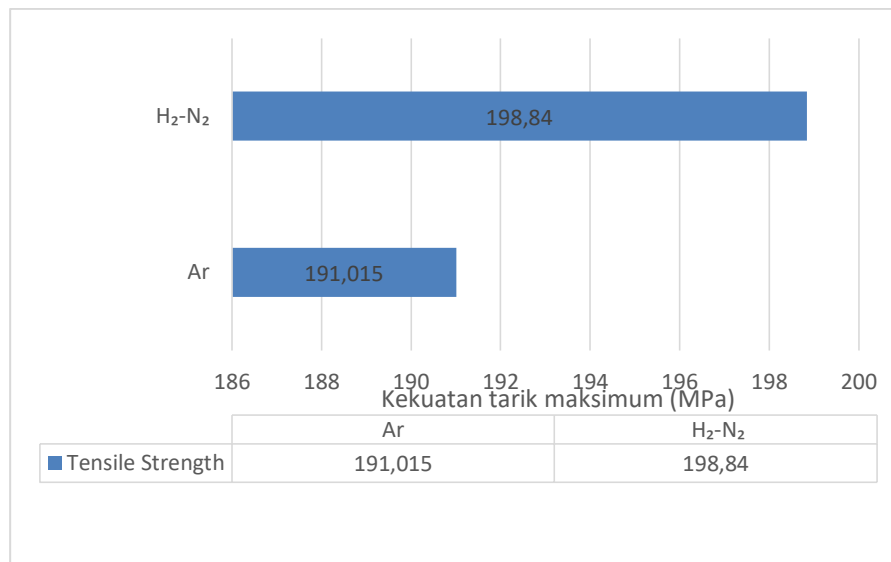
3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian uji tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan mekanik sambungan las hasil proses pengelasan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) pada material Cu-DHP dengan variasi

Analisis Perbandingan *Backing Gas* Argon Dan H₂-N₂ Pada Pengelasan Material Cu-Dhp Dengan Proses GTAW Terhadap Kekuatan Tarik Dan *Metallograhy*

backing gas Argon 100% dan *backing gas* campuran H₂-N₂ dengan komposisi 20% hidrogen - 80% nitrogen. Parameter yang diamati adalah hasil kekuatan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*) untuk mengetahui perbandingan hasil kekuatan tarik maksimum dari perbedaan *backing gas* Argon 100% dan *backing gas* campuran H₂-N₂ dengan komposisi 20% hidrogen - 80% nitrogen, dengan sampel tiap variasi adalah 2 spesimen.

Hasil pengujian tarik maksimum pada proses pengelasan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) pada material Cu-DHP dengan variasi *backing gas* Argon 100% dan *backing gas* campuran H₂-N₂ dengan komposisi 20% hidrogen - 80% nitrogen dapat dilihat pada Gambar 2.



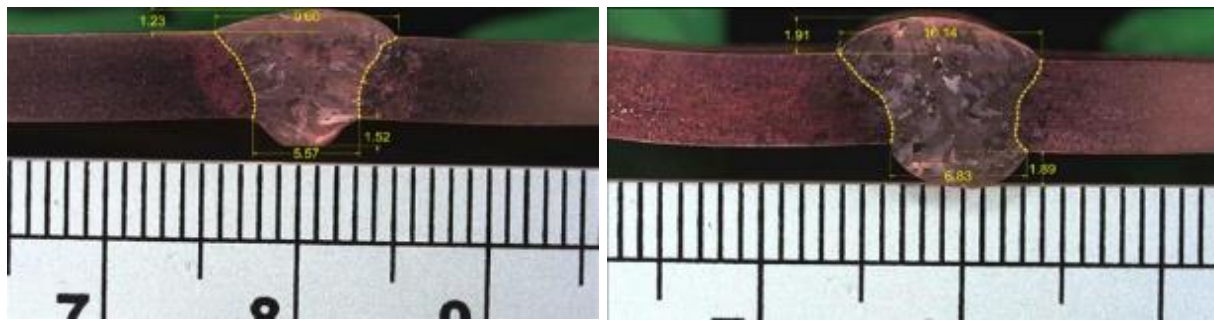
Gambar 2 Hasil rata-rata kekuatan tarik maksimum proses pengelasan GTAW dengan *backing gas* argon 100% dan H₂-N₂ 20%-80%

Berdasarkan Gambar 2 *backing gas* campuran H₂-N₂ menghasilkan kekuatan tarik rata-rata sebesar 198,84 MPa. Gas campuran H₂-N₂ memanfaatkan peran hidrogen untuk meningkatkan penetrasi dan pembersihan permukaan las, namun jika tidak dikendalikan dengan baik, dapat memicu terjadinya porositas atau retakan mikro akibat difusi hidrogen kedalam logam cair (Zorc, 2011). Lokasi patah pada *specimens* ini terjadi pada daerah *weld metal* (WM) yang menandakan kekuatan sambungan mendekati kekuatan logam induk sebesar 210 MP. Hal ini disebabkan ketika proses pengelasan material Cu-DHP dengan proses GTAW menghadapi tantangan akibat difusi panas yang cepat dan pembentukan Cu₃P karena reaksi hidrogen pada suhu tinggi yang dapat mengurangi sifat mekanik sambungan (Lin et al., 2013).

Sementara *backing gas* argon menghasilkan kekuatan tarik rata-rata paling rendah, yaitu 191,15 MPa. Argon merupakan gas inert yang paling umum dilakukan dalam proses pengelasan GTAW karena kemampuannya melindungi logam cair dari oksidasi, namun sifatnya tidak reaktif dan memiliki massa jenis tinggi dapat menyebabkan laju pendinginan lebih lambat serta penetrasi panas yang paling dangkal, sehingga membentuk struktur las yang kurang optimal (Pamuk and Sojiphan, 2017). Lokasi patah pada *specimens* ini terjadi pada logam induk *base metal* (BM), dan *weld metal* (WM) menunjukkan tidak konsisten kualitas sambungan yang dihasilkan akibat butir lebih kasar dan penetrasi dangkal.

Gambar 3 merupakan hasil uji makro dan mikrostruktur dari hasil pengelasan Cu-DHP dengan proses GTAW terhadap *backing gas* argon dan *backing gas* campuran H₂-N₂, proses

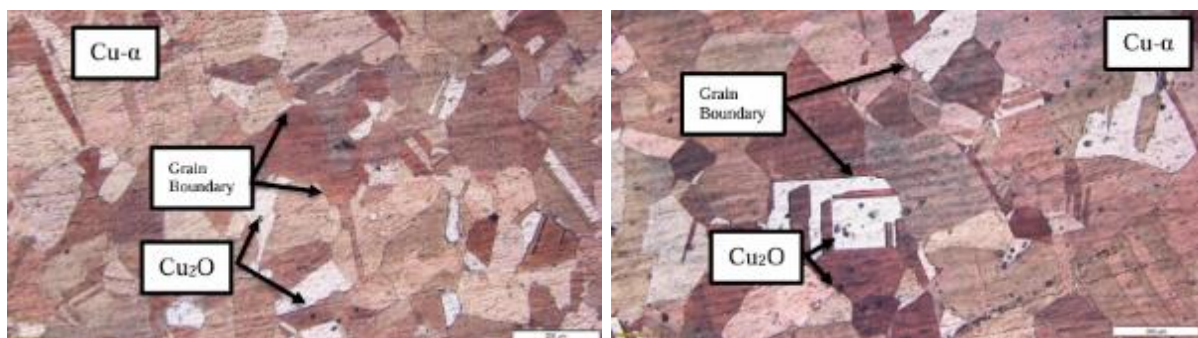
Analisis Perbandingan *Backing Gas* Argon Dan H_2-N_2 Pada Pengelasan Material Cu-Dhp Dengan Proses GTAW Terhadap Kekuatan Tarik Dan *Metallograhy* pengambilan struktur mikro menggunakan pembesaran 100x dan diambil pada *base metal* (BM), *fusion line* (FL), dan *weld metal* (WM).



(a)

(b)

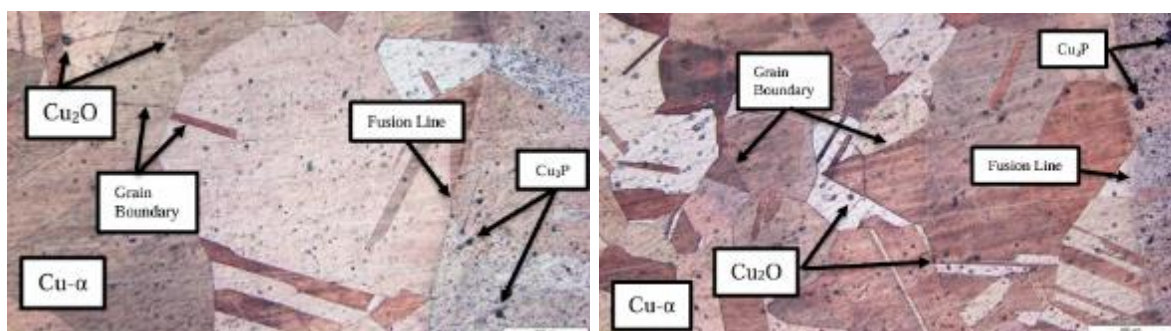
Gambar 3 Hasil uji makro material Cu-DHP (a) *backing gas* argon, (b) *backing gas* campuran H_2-N_2



(a)

(b)

Gambar 4 Hasil uji mikrostruktur pada *base metal* material Cu-DHP (a) *backing gas* argon, (b) *backing gas* campuran H_2-N_2

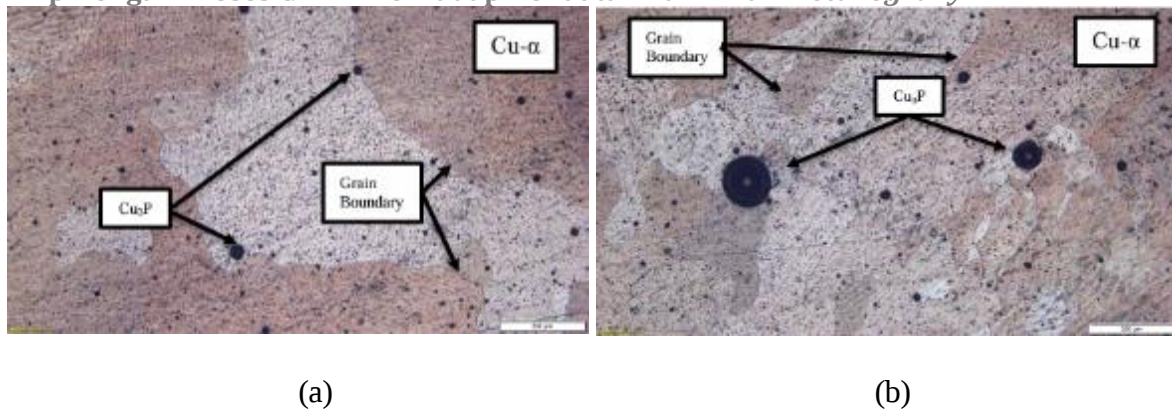


(a)

(b)

Gambar 5 Hasil uji mikrostruktur pada *fusion line* material Cu-DHP (a) *backing gas* argon, (b) *backing gas* campuran H_2-N_2 .

Analisis Perbandingan *Backing Gas* Argon Dan H_2-N_2 Pada Pengelasan Material Cu-Dhp Dengan Proses GTAW Terhadap Kekuatan Tarik Dan *Metallograhy*



Gambar 6 Hasil uji mikrostruktur pada *weld metal* material Cu-DHP (a) backing gas argon, (b) backing gas campuran H_2-N_2 .

Berdasarkan hasil pengujian makro pada Gambar 3 dapat diketahui geometri yang berbeda dengan variasi *backing gas* Ar 100% dan campuran gas H_2-N_2 20%-80% dapat mempengaruhi *weld size* deposit pada hasil pengelasan material Cu-DHP dengan proses GTAW dimana bila menggunakan *backing gas* argon didapat total *weld height* sebesar 7,26 mm, dan *backing gas* campuran H_2-N_2 memiliki total *weld height* sebesar 8,6mm. hal tersebut menunjukkan bahwa *backing gas* campuran H_2-N_2 memiliki penetrasi yang dalam (Varbai et al., 2018), sedangkan *backing gas* Ar memiliki penetrasi pengelasan yang tidak terlalu dalam karena karakteristik dari gas argon adalah *inert*. Gas pelindung yang reaktif terhadap oksigen seperti H_2 dalam *backing gas* campuran H_2-N_2 bisa memberikan efek serupa dalam pengelasan, yaitu menghambat pembentukan oksida dan meningkatkan *deposit weld* dalam sambungan karena hasil dari reaktif dan pemanasan yang mendalam (Bazhenov et al., 2013).

Hasil pengujian mikroskopik pada material Cu-DHP pada bagian *base metal* tidak memiliki perbedaan dikarenakan tidak terkena efek pemanasan, bisa dilihat pada Gambar 4 hingga Gambar 6 dimana karakteristik dari material Cu-DHP ini memiliki titik hitam yang dimana itu adalah Cu_2O yang terdapat pada material jenis *Oxygen-free copper* (Bušić et al., 2024), $Cu-\alpha$ muncul sebagai dominasi dari *base metal* Cu-DHP (*Deoxidized High Phosphor*), dimana kandungan unsur Cu sebesar min 99,9% (Copper, n.d.). *Grain boundary* pada hasil mikrostruktur menunjukan batas butir pada material (Khrais et al., 2025). Pada pengamatan hasil pengujian mikroskopik, daerah *weld metal* dari masing masing variasi backing gas Ar 100%, dan campuran gas H_2-N_2 20%-80% menunjukan hasil presipitat tembaga fosfida atau Cu_3P terbentuk disepanjang *weld metal* yang dimana bisa meningkatkan tingkat kekerasan (Michels et al., 2021). Dimana terdapat globular di bagian *weld metal*. Globular merupakan salah satu jenis butir (*grain shape*) dalam struktur logam yang dimana dihasilkan dari proses solidifikasi logam cair yang cukup stabil (gradien suhu rendah & isotropic) bentuknya bulat, tidak memanjang seperti kolumnar grain (Isa et al., 2021). Berdasarkan Gambar 6 *weld metal* dapat dilihat bentuk globular di *backing gas* campuran H_2-N_2 lebih besar dari *backing gas* Ar dimana *backing gas* campuran H_2-N_2 menunjukan hasil solidifikasi yang paling tinggi dibanding *backing gas* lainnya. Dalam pengamatan pengujian mikroskopik pada bagian *fusion line* (FL), serta munculnya batas butir akibat difusi panas. Lebar dan intensitas perubahan di FL di bagian *backing gas* Argon cenderung lebih kasar karena pendinginan lambat sehingga dapat menurunkan kekuatan mekanik pada hasil uji tarik, sementara

Analisis Perbandingan *Backing Gas* Argon Dan H₂-N₂ Pada Pengelasan Material Cu-Dhp Dengan Proses GTAW Terhadap Kekuatan Tarik Dan *Metallograhy*

backing gas campuran H₂-N₂ memberikan efek pendinginan lebih cepat, sehingga membatasi pertumbuhan butir dan mempersempit zona *fusion line* (FL) (Angelastro et al., 2018). Dengan demikian karakteristik *fusion line* (FL) tidak hanya indikator kualitas pengelasan, tetapi juga memberikan gambaran mengenai pengaruh termal lokal terhadap struktur mikro. Berdasarkan pengamatan keseluruhan mikrostruktur menunjukkan bahwa proses pengelasan GTAW pada tembaga menghasilkan butiran lebih kasar di zona las akibat siklus termal tinggi, yang berdampak pada penurunan kekerasan dan kekuatan mekanik sambungan (Lin et al., 2013). Grain boundary kasar dapat berdampak buruk terhadap sifat mekanik seperti kekuatan tarik dan kekerasan (Khrais et al., 2025).

3. Kesimpulan

Perbandingan variasi *backing gas* Ar 100%, dan campuran gas H₂-N₂ 20%-80% pada proses pengelasan GTAW dengan material Cu-DHP terhadap nilai kekuatan tarik maksimum dengan kekuatan tarik maksimum rata-rata pada gas campuran H₂-N₂ 20%-80% 198,84 MPa sedangkan *backing gas* Ar 100% memiliki kekuatan tarik maksimum rata-rata 191,15 MPa, hal ini disebabkan karena laju pendinginan selama proses pengelasan, semakin cepat laju pendinginan maka semakin kasar batas butir pada hasil mikrostruktur, dibuktikan dengan hasil mikrostruktur pada *fusion line* variasi campuran gas H₂-N₂ 20%-80% memiliki struktur mikro yang halus dibandingkan dengan gas argon karena laju pendinginan gas argon lebih lambat saat proses pengelasan, hasil mikrostruktur pada *weld metal* terdapat fasa Cu₃P dimana sifatnya yang keras dan dapat meningkatkan kekuatan tarik dimana fasa Cu₃P yang dapat dilihat dari hasil mikrostruktur yang kasar. Pada variasi campuran gas H₂-N₂ 20%-80% memiliki hasil mikrostruktur yang lebih kasar dari pada *backing gas* Ar 100%, pada pengujian makro dapat dilihat hasil penetrasi *backing gas* Ar 100% memiliki kedalaman 7,26 mm dan *backing gas* campuran gas H₂-N₂ 20%-80% memiliki kedalaman 8,60 mm, hal ini disebabkan karena sifat gas hidrogen yang reaktif.

Ucapan terima kasih

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada P3M Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya atas dukungan Dana Hibah DIPA 2025 yang diberikan kepada tim penulis sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Daftar Pustaka

- Angelastro et al., (2018)_Weldability of TWIP and DP steel dissimilar joint by laser arc hybrid welding with austenitic filler.
<https://10.1016/j.procir.2018.05.001>
- Bušić et al., (2024)_Influence of Flux Agent Composition in A-TIG Welding Of Cu-ETP Sheets
<https://10.11159/ijmmme.2024.002>
- Bazhenov et al., (2013)_Investigating Crystallization Processes while Brazing Copper by Copper – Phosphorus Brazing Alloy with the Purpose of Controlling the Structure of the Braised Seam.
<https://10.3103/S1067821213010021>
- Dai et al., (2018) Results in Physics The influence of TIG-Arc physical characteristics on the penetration and weld width under different Ar and He supply conditions

Analisis Perbandingan *Backing Gas* Argon Dan H₂-N₂ Pada Pengelasan Material Cu-Dhp Dengan Proses GTAW Terhadap Kekuatan Tarik Dan *Metallograhy*

<https://doi.org/10.1016/j.rinp.2018.04.030>

- E.Taban et al., (2015) Effect of the Purging Gas on Properties of 304H GTA Welds.
- Isa et al., (2021) Recent research progress in friction stir welding of aluminium and copper dissimilar joint: a review.
<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.09.037> 2238-7854
- Khrais et al., (2025) Investigating the Effects of H₂ Additions to Helium and Argon Shielding Gases on TIG-Welded AISI 316L Stainless Steel
<https://doi.org/10.3390/jcs9050199>
- Kusuma et al., (2024) Failure Analysis of Cu-DHP joining processes : Comparative studey of FSW and SFSW Techniques, Materials Science and Engineering
<https://doi:10.1088/1757-899X/1319/1/012008>
- Kusuma et al., (2024) The effect of TIG welding technology parameters on the quality of copper material joints for heat pipe application.
<http://e-jurnal.pnl.ac.id/polimesi>
- Lin et al., (2013) Comparison of mechanical properties of pure copper welded using friction stir welding and tungsten inert gas welding.
<https://dx.doi.org/10.1016/j.jmapro.2013.09.006>
- Michels et al., (2021) Laser beam welding of deoxidized copper: microstructure investigation and thermodynamic consideration
doi.org/10.1002/mawe.202100003
- Pamuk & Sojiphan, (2017) Effects of Argon-Nitrogen Backing Gas Ratios on Microstructure and Corrosion Resistance of Duplex Stainless Steel Pipe ASTM A790 Welds by Gas Tungsten Arc Welding Process (Material... Effects of Argon-Nitrogen Backing Gas Ratios on Microstructure and Corrosion Resistance of Duplex Stainless Steel Pipe ASTM A790 Welds by Gas Tungsten Arc Welding Process.
- Singh et al., (2023) Effect of Backing Mediums During TIG Welding: A Case Study.
<https://doi.org/10.1007/s40032-023-01005-z>
- Slv, (2015) *Gesellschaft für Schweißtechnik International mbH Niederlassung . The Welding Engineer's Current Knowledge*, SLV Duisburg, Bismarkstraße 85.
- Varbai et al., (2018) Effects of different backing gases on 2404 duplex stainless steel welds.
<https://doi:10.1088/1757-899X/426/1/012051>
- Varbai et al., (2018) Effects of different backing gases on 2404 duplex stainless steel welds.
<https://doi:10.1088/1757-899X/426/1/012051>