



## Analisis Proses Pengelasan pada Jalur Pipa Hidrokarbon dengan Metode *Online Patching* Unit 201 Area *Platforming* di Trans Pacific Petrochemical Indotama Tuban Jawa Timur

Aswin Karuniawan Wibowo<sup>1\*</sup>, Ratna Purwaningsih<sup>1,2</sup>, Vitus Dwi Yuniarto Budi Ismadi<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro,

<sup>2</sup>Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,

<sup>3</sup>Departemen Peternakan Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

<sup>\*</sup>Corresponding author: akaruniawan@tppi.co.id

(Received: November 15, 2025; Accepted: December 24, 2025)

### Abstract

*Analysis of the Welding Process on Hydrocarbon Pipelines Using the Online Patching Method in Unit 201 Platforming Area at Trans Pacific Petrochemical Indotama Tuban, East Java. Leaks in the hydrocarbon pipeline at the still-operating Unit 201 Platforming require fast, precise, and safe handling to prevent production process disruptions and potentially greater losses. One method implemented to address this problem is online patching using the Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) process. This method is carried out by welding a patch plate directly to the leak area without stopping pipeline operations. The application of the GTAW process has proven effective in closing the leak point while maintaining the continuity of unit operations. The main advantage of this method is that it does not require a plant shutdown, thus preventing production losses and delays in petrochemical product delivery. Furthermore, repairs can be carried out safely through the implementation of appropriate work safety procedures, as demonstrated by the absence of work accidents or fatalities during the repair process. Thus, the online patching method using GTAW is an effective and safe solution for handling leaks in the still-operating hydrocarbon pipeline.*

**Keywords:** *leaks, GTAW process welding, online patching*

### Abstrak

Kebocoran pada jalur pipa hidrokarbon di unit 201 *Platforming* yang masih beroperasi memerlukan penanganan yang cepat, tepat dan aman untuk mencegah gangguan proses produksi serta potensi kerugian yang lebih besar. Salah satu metode yang diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pengelasan *online patching* menggunakan proses *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW). Metode ini dilakukan dengan mengelas pelat penambal (*patch plate*) secara langsung pada area kebocoran tanpa menghentikan operasi jalur pipa. Penerapan proses GTAW terbukti efektif dalam menutup titik kebocoran sekaligus menjaga kontinuitas operasi unit. Keuntungan utama dari metode ini adalah tidak diperlukan *plant shutdown*, sehingga kehilangan produksi dan keterlambatan pengiriman produk petrokimia dapat dihindari. Selain itu, pelaksanaan perbaikan dapat dilakukan dengan aman melalui penerapan prosedur keselamatan kerja yang sesuai, yang ditunjukkan dengan tidak terjadinya kecelakaan kerja maupun fatalitas selama proses perbaikan. Dengan demikian, metode *online patching* menggunakan GTAW menjadi solusi yang efektif dan aman dalam menangani kebocoran pada jalur pipa hidrokarbon yang masih beroperasi.

**Kata kunci:** kebocoran, pengelasan proses GTAW, online patching

**How to Cite This Article:** Wibowo, A. K., Purwaningsih, R., & Ismadi, V. D. Y. B. (2025). Analisis Proses Pengelasan pada Jalur Pipa Hidrokarbon dengan Metode Online Patching Unit 201 Area Platforming di Trans Pacific Petrochemical Indotama Tuban Jawa Timur. *JPII*, 3(6), 416-424. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2025.26868>

## PENDAHULUAN

Proses Pengelasan adalah salah teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dengan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan. Pengelasan atau *welding* dapat didefinisikan sebagai ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Pengelasan merupakan bagian yang penting dalam suatu proses industri dan kebutuhan pengelasan sangat tinggi pada proses manufaktur. Oleh karena itu, pengelasan memegang peranan yang utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Penggunaan teknologi las biasanya dipakai dalam bidang perminyakan, otomotif, perkapalan, pesawat terbang dan bidang lainnya. Dalam proses pengelasan terdapat permasalahan yang terjadi karena banyak faktor yang memengaruhi hasil pengelasan. Berbagai hal yang diperhitungkan sebelum melakukan pengelasan dan mendapatkan hasil pengelasan yang baik seperti sifat mekanik, sifat fisik, komposisi dan dimensi (ASME, 2007; Direktorat Jenderal Minyak & Gas Bumi, 2018; Direktorat Jenderal Minyak & Gas Bumi, 2021).

Industri minyak dan gas (migas) merupakan salah satu bidang di Indonesia yang memegang peranan penting dalam mendukung dan memberikan dana kontribusi yang besar dalam pembangunan suatu negara. Migas juga merupakan sektor industri vital di Indonesia. Industri migas memproduksi bahan bakar minyak (BBM) yang membantu untuk kegiatan sehari-hari masyarakat di Indonesia. Tanpa BBM masyarakat Indonesia saat ini akan kesulitan dalam menjalankan aktivitasnya (ASME, 2007; Direktorat Jenderal Minyak & Gas Bumi, 2018; Direktorat Jenderal Minyak & Gas Bumi, 2021).

PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama didirikan pada bulan November tahun 1995 dan kilang mulai beroperasi sejak bulan Agustus tahun 2006 sebagai Perusahaan Industri Petrochemical dan Oil & Gas (KBLI 19291-Industri Produk dan Gas dari hasil kilang Minyak Bumi) yang berlokasi di Jl. Tanjung Awar-Awar Desa Remen-Tasikharjo Kecamatan Jenu Kabupaten Tuban Jawa Timur. Sedangkan kantor pusat berada di Menara Sentraraya Jl. Iskandarsyah Raya No. 1A Lt. 11, RT.3/RW.1, Melawai, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan. Perusahaan minyak dan gas bumi mempunyai suatu proses produksi yang dialirkan dalam pipa menuju tangki-tangki penampung dan siap untuk didistribusikan. Demikian pentingnya pipa dalam industri minyak dan gas sehingga kualitas pipa harus diperhatikan. Kualitas pipa dapat dilihat dari kekuatan bahan pipa dan juga hasil

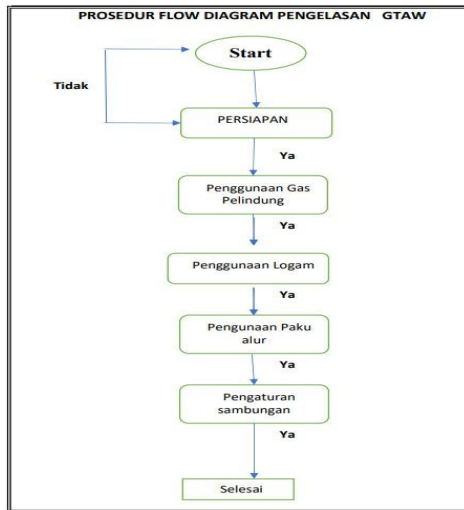
pengelasan yang baik. Pengelasan pipa harus mempunyai standar yang harus dilakukan oleh juru las/*welder*. Tingkat kesesuaian dengan standar dan karakteristik pengelasan pipa ditentukan dengan memenuhi standar *Welding Procedure Specification* (WPS) yang ditentukan. Proses produksi yang beroperasi selama 24 jam secara terus-menerus tentunya mempunyai saat-saat proses produksi yang kritis. Jika ada suatu proses jaringan pipa yang tertutup atau terbungkus isolasi dan di dalamnya terdapat korosi tanpa diketahui sebelumnya yang sewaktu-waktu menyebabkan kebocoran (ASME, 2007; Cramer & Covino, 2003; Kementerian ESDM, 2021)

Istilah *Corrosion Under Insulation* (CUI) atau korosi di bawah isolasi adalah jenis korosi yang terjadi akibat adanya kelembapan pada permukaan di luar peralatan yang diisolasi. Jenis korosi lain yang mirip dengan CUI adalah korosi di bawah lapisan tahan api (CUF), keduanya diklasifikasikan dalam mekanisme kerusakan yang sama (Chambelain & Trethewey, 1991).

Adanya titik kebocoran pada jalur pipa hidrokarbon yang bertekanan di unit 201 area *platforming*, pada saat unit 201 tersebut beroperasi yang mempunyai izin Persetujuan Layak Operasi (PLO) (Kementerian ESDM, 2021). Cara penanganan pada titik kebocoran tersebut adalah dengan melakukan pengelasan dengan proses *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) melalui media *plate* untuk dilakukan *patching* pada pipa berdiameter 32 inch (ASME, 2018; API RP 2201, 2020; Kementerian ESDM, 2021). *Online patching* adalah suatu proses pekerjaan dengan proses pengelasan pada *plate* sebagai media untuk menutupi seluruh pipa yang terindikasi ada titik kebocoran dan mempunyai ketebalan pipa sekitar 3 mm dalam keadaan *line* atau jalur pipa hidrokarbon yang masih ada fluida/aliran dalam pipa tersebut (API RP 2201, 2020).

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah disusun, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi hasil pengelasan menggunakan proses *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) pada kegiatan *online patching* serta menganalisis dampak yang ditimbulkan dari penerapan metode tersebut melalui pemasangan *patch plate* pada jalur pipa yang mengalami kebocoran saat unit *plant* 201 *platforming* tetap beroperasi. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai efektivitas metode pengelasan yang digunakan serta aspek keselamatan dan keandalan operasional selama pelaksanaan perbaikan tanpa penghentian proses produksi (Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, 2018; Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, 2021).

**METODE PENELITIAN**



**Gambar 1.** Diagram alir penelitian

Gambar 1 menunjukkan prosedur pengelasan menggunakan proses *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW). Tahap pertama adalah persiapan material, yaitu membersihkan permukaan bagian dalam dan luar material menggunakan sikat kawat atau gerinda secara teliti untuk menghilangkan kotoran, karat, dan kontaminan lainnya. Pembersihan yang tidak optimal dapat menyebabkan cacat pengelasan berupa *internal undercut*. Selanjutnya, digunakan gas pelindung (*shielding gas*), seperti argon atau helium, yang berfungsi melindungi elektroda tungsten dan logam cair dari kontaminasi atmosfer serta mencegah terjadinya oksidasi selama proses pengelasan.

Untuk meningkatkan kekuatan sambungan dan mengurangi risiko terjadinya retak (*crack*), proses pengelasan menggunakan logam pengisi (*filler metal*) yang sesuai dengan material dasar. Selain itu, dilakukan pemasangan paku akar (*tack weld*) untuk menjaga posisi sambungan dan mempercepat proses pengelasan. Tahap berikutnya adalah pengaturan sambungan dengan memberikan titik pengikatan pada tiga lokasi yang berjarak sekitar 120° satu sama lain, sehingga keselarasan sambungan tetap terjaga dan distribusi tegangan selama proses pengelasan menjadi lebih merata.

**Pemilihan Metode *Online Patching***

Dasar pertimbangan metode *online patching* adalah sebagai berikut (Cramer & Covino, 2003; ASME, 2018; API RP 2201, 2020):

- a. Metode *online patching* dengan pengelasan metode GTAW berdasarkan standar dan kode dengan minimal ketebalan yang sesuai referensi/dasar:
  - 1. ASME PCC 2 – metode perbaikan peralatan bertekanan dan perpipaan.

- 2. API RP 2201 – Metode – *Safe Hot tapping Practices in the Petroleum and Petrochemical*

Persyaratan ketebalan dasar minimum harus dinyatakan dalam dokumentasi tertulis untuk pekerjaan tersebut. Ketebalan pipa dengan dasar minimum sekitar 3/16 inci (4,8 mm) direkomendasikan untuk sebagian besar aplikasi pengelasan dan penyadapan panas. Ketebalan minimum sebenarnya adalah fungsi dari ketebalan yang diperlukan untuk kekuatan, ditambah faktor keamanan, biasanya 3/32 inci (2,4 mm) untuk mencegah terbakar. Pengecualian terhadap ketebalan yang direkomendasikan dapat diizinkan jika persyaratan metalurgi dan batasan tekanan (vakum) yang ditentukan oleh ahli perusahaan terpenuhi (API RP 2201, 2020). Secara visual kondisi pipa yang ada kebocoran seperti pada Gambar 2 berikut.



**Gambar 2.** Kondisi pipa setelah dibuka isolasi

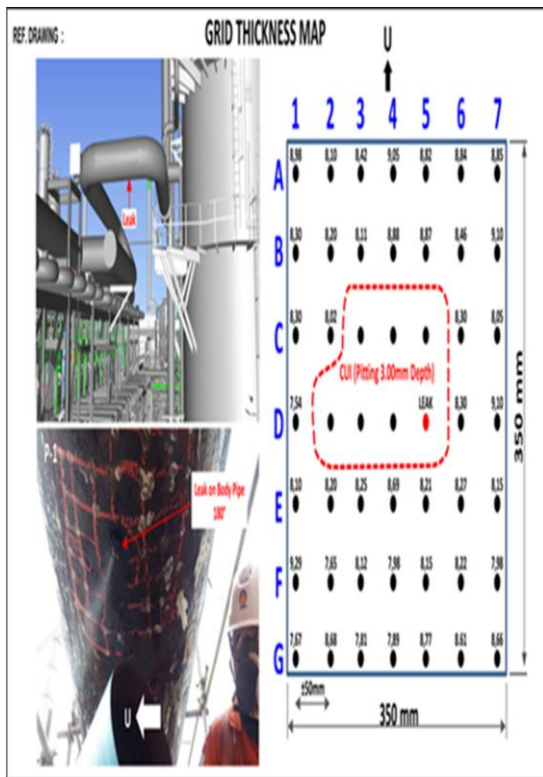
Dari hasil pengambilan data *scanning ultrasonic test* terdapat hasil sebagai berikut.



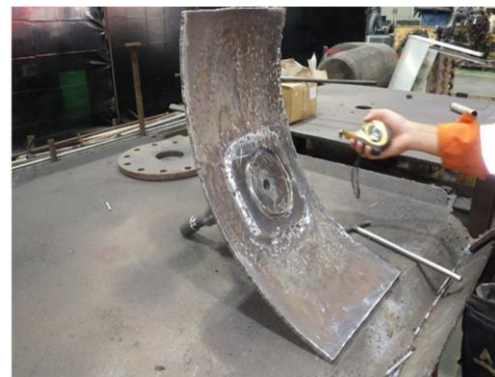
Gambar 3. Report thickness 201-C-001



Gambar 5. Pembongkaran & pembersihan di lokasi titik kebocoran di 201-C-001



Gambar 4. Hasil scanning thickness



Gambar 6. Pembuatan plate patching

Modifikasi *patching plate* dilakukan dengan menambahkan pelat baja setebal 10 mm di sekitar titik kebocoran yang telah dibuat alur (*groove*). Pelat tambahan tersebut memiliki lebar sekitar  $\pm 10$  mm dengan kedalaman alur antara 3–5 mm serta dilengkapi lubang bor berdiameter  $\pm 20$  mm. Material pelat yang digunakan berasal dari potongan pipa berdiameter 30 inci sehingga memiliki karakteristik material yang sesuai dengan pipa yang diperbaiki. Selanjutnya, area perbaikan dilapisi menggunakan *super metal composite* Belzona Tipe 1111 untuk memberikan perlindungan tambahan terhadap kebocoran, meningkatkan daya rekat, serta memperkuat integritas sambungan hasil perbaikan.

Pada saat pengambilan *scanning thickness* didapat hasil angka sebesar 3 mm atau di bawah minimum *thickness* sebesar 4,8 mm (Standard & Code ASME PCC-2).



**Gambar 7.** Proses penambahan aksesoris

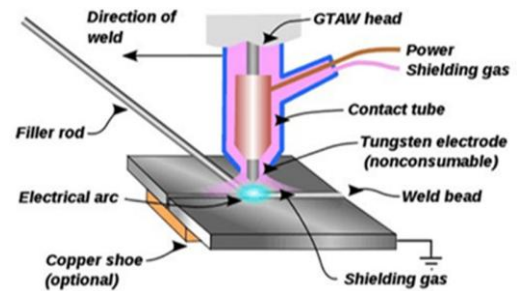
Pada desain perbaikan dilakukan penambahan *O-ring* sebagai sistem penyekat (*sealing*) pada area hidrokarbon untuk mencegah fluida hidrokarbon menembus ke area pengelasan selama proses perbaikan berlangsung. Untuk memastikan efektivitas fungsi penyekatan tersebut, ditambahkan rantai yang telah dimodifikasi dengan *stud bolt* sebagai mekanisme penekan *O-ring*, sehingga kontak dan kerapatan antara *O-ring* dan permukaan pipa dapat terjaga dengan baik. Selain itu, dipasang *gate valve* berdiameter ¾ inci yang berfungsi untuk mengurangi atau melepaskan tekanan hidrokarbon pada area *O-ring sealing* yang terhubung dengan *flex hose*. Modifikasi ini bertujuan meningkatkan keamanan proses pengelasan, mengendalikan potensi kebocoran, serta menjaga integritas sistem selama kegiatan *online patching* dilakukan. Berikut adalah *Bill of Material* (BOM) untuk *patching*.

**Tabel 1.** *Bill of Material* (BOM) untuk *patching*

Material	Ukuran	Jumlah
Pipa Φ 36" API 5L Gr. B SAW	350×65 0 mm	1 pc
Add Plate CS ±9,5 mm , untuk titik <i>leak point</i>	200×20 0 mm	1 pc
Pipa Φ 3/4" API5L Gr. B Sch. 80 SMLS	---	1 pc
GTV Φ 3/4" Class 800 Trim 8	---	1 pc
Rantai modifikasi + <i>Studbolt</i> sebagai pengikat <i>patching plate</i>	---	2 pcs
Viton O-Ring dengan PTFE <i>seal tape</i>	---	1 pc
Lem Super Metal Composite Belzona Type 1111	---	1 pc

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proses Kerja Pengelasan GTAW



**Gambar 8.** Prinsip kerja proses pengelasan GTAW

Proses Pengelasan *GTAW* terjadi saat busur listrik timbul karena terdapat perpindahan ion saat ujung elektroda menyentuh benda kerja dan *filler metal* yang terbuat dari tungsten (apabila menggunakan bahan tambahan). Obor las akan bergerak sesuai dengan arah dari pengerjaan yang akan dilakukan. Pelindung gas akan keluar dari obor las untuk melindungi bahan induk dan elektroda, sementara logam pada pengelasan akan mengeras dan menutup kolom las (Handbook, 1991).

#### Elektroda Tungsten.

Elektroda yang digunakan dalam pengelasan busur lainnya berinteraksi secara fisik dengan logam dan mungkin melibatkan berbagai zat fluks yang mengakibatkan percikan dan berkurangnya kontrol terhadap busur pengelasan. Logam tungsten meleleh pada suhu yang jauh lebih tinggi (3422°C) dibandingkan logam seperti baja (1371-1540°C) dan aluminium (660°C). Elektroda tungsten menolerir panas tinggi karena busur listrik ke kolom las (Handbook, 1991).

#### Logam Pengisi (*Filler Rod*)

Proses pengelasan TIG dapat menyatukan logam dengan atau tanpa logam pengisi. Busur las dari elektroda tungsten akan melelehkan dua logam dasar dan menyatukannya. Agar pengelasan lebih kuat dan dapat menghindari keretakan maka digunakan logam pengisi atau *filler* (Handbook, 1991).

#### Gas Pelindung

Sesuai dengan namanya, *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) memerlukan penggunaan gas pelindung untuk melindungi elektroda tungsten dan logam cair dari oksidasi. Gas ini tidak berinteraksi dengan bahan yang digunakan untuk mengelas. Perlindungan ini penting karena memastikan lingkungan yang bersih dan stabil untuk busur dan kolom las-lasan pada sambungan.

Ada dua gas pelindung paling umum yang digunakan pada pengelasan yaitu argon dan helium. Gas argon hampir sempurna dan berfungsi 99%. Pengelasan dengan metode GTAW biasa dan sering digunakan untuk penyambungan logam eksotik seperti baja, besi tahan

karat, aluminium, chormoly, nikel dan magnesium (Handbook, 1991).

### Peralatan dalam pengelasan GTAW/TIG Mesin Las GTAW

Mempunyai dua jenis arus yaitu AC dan DC dengan arus yang paling sering dan umum digunakan untuk mengelas adalah DC. Umumnya arus DC mempunyai polaritas negatif dan polaritas positif. Untuk penggunaannya, arus negatif digunakan untuk pengelasan yang membutuhkan penetrasi dalam seperti *root* pada sambungan V *joint* (Handbook, 1991).

### Obor Las

Obor las atau *welding torch* adalah alat yang digunakan untuk pegangan pada saat pengelasan. Terdapat beberapa komponen pada *welding torch* seperti keramik yang berfungsi untuk tempat keluarnya pelindung gas, penghantar, arus listrik dan tempat tungsten (Handbook, 1991).



Gambar 9. *Welding torch*/obor las

### Tabung Gas TIG

Berfungsi untuk menyimpan pelindung gas yang digunakan untuk proses pengelasan GTAW. Pada pengelasan TIG digunakan gas pelindung argon atau helium. Pada saat pengelasan, tabung ini harus dibuka regulatornya agar gas dapat bercampur dengan las-lasan (Handbook, 1991).



Gambar 10. Tabung argon (Ar) & helium (He)

### Filler Rod

*Filler rod* adalah logam pengisi (*filler metal*) sebagai bahan tambahan yang digunakan untuk

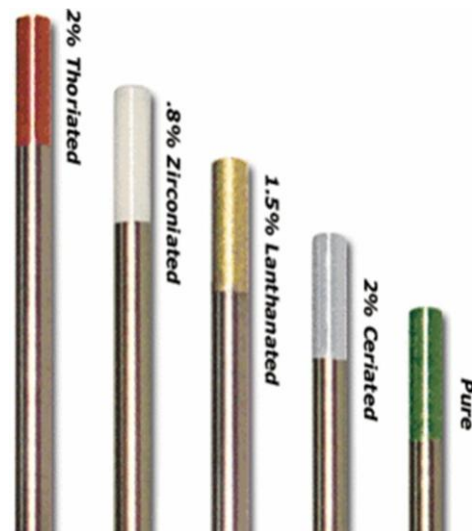
menyambungkan logam dalam pengelasan GTAW/TIG. Pemilihan bahan tambahan TIG tergantung pada logam dasar yang akan disambung. Dalam proses pengelasan ada beberapa unsur logam yang berkurang atau bertransformasi strukturnya sehingga berdampak pada pengurangan sifat-sifat mekanis logam. Biasanya *filler rod* dipegang oleh salah satu tangan dan tangan yang lainnya akan memegang *torch/welding gun*. *Filler rod* untuk TIG/GTAW tersedia dalam ukuran 1, 1,2, 1,6, 2,0, 2,4, 3,2, 4,0 dan 5,0 mm. Untuk pengelasan baja karbon, kode kawat las adalah ER70S-G dan ER70S-G dengan ada beberapa pilihan ER70S-G seri lainnya (Handbook, 1991).



Gambar 11. *Filler rod* ER70S-G

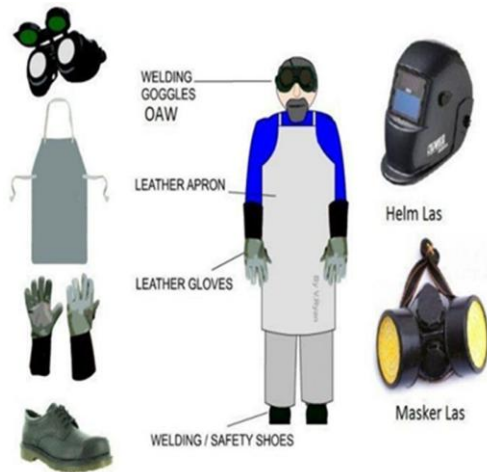
### Tungsten Elektroda

Dalam pemilihan elektroda tungsten GTAW ada bermacam-macam. Pemilihan tersebut disesuaikan dengan jenis dari material yang digunakan. Untuk itu tidak boleh sembarangan dalam memilih tungsten agar hasil pengelasan dapat semaksimal mungkin. Berikut ini adalah kode warna dari tungsten elektroda.

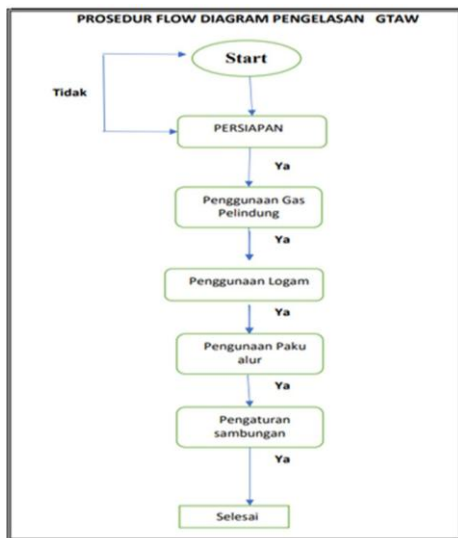


Gambar 12. Kode tungsten elektroda

**Peralatan Kerja Pengelasan GTAW/TIG**



**Gambar 13.** Peralatan kerja proses pengelasan GTAW (Kementerian ESDM, 2021)

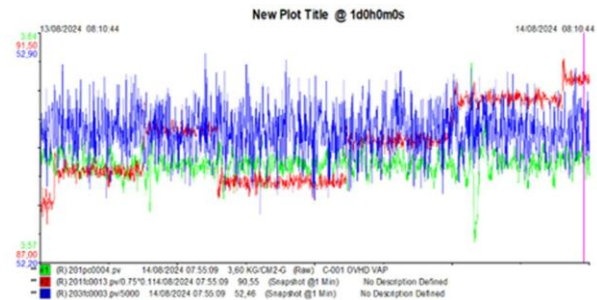


**Gambar 14.** Diagram alir pengelasan (Kementerian ESDM, 2021)

Proses pekerjaan dimulai dengan tahap persiapan yang mencakup penyediaan personel dan peralatan pengelasan. Kegiatan pengelasan dilakukan oleh dua orang juru las (*welder*) yang memiliki kualifikasi posisi 6G untuk material baja karbon (*Carbon Steel*) API 5L Grade B. Sebelum pengelasan dilaksanakan, dilakukan pembersihan dan *brushing* pada area di sekitar bagian dalam dan luar lokasi *patching* selama kurang lebih 45 menit untuk memastikan permukaan bebas dari kotoran dan kontaminan yang dapat memengaruhi kualitas las. Tahap ini tergolong pekerjaan berisiko tinggi (*high risk*) karena dilakukan pada area kerja yang terbatas serta pada ketebalan material di sekitar lokasi *patching* yang hanya sekitar 3,0 mm, lebih rendah dari ketebalan minimum pipa yang disyaratkan sebesar 4,8 mm.

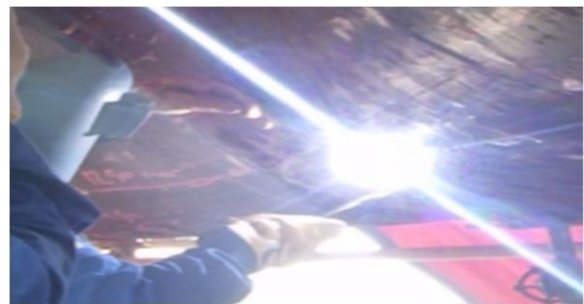
Selanjutnya, proses pengelasan dilakukan menggunakan gas pelindung (*shielding gas*) berupa argon atau helium yang berfungsi melindungi elektroda tungsten dan logam cair dari oksidasi selama proses pengelasan. Untuk meningkatkan kekuatan sambungan dan mencegah terjadinya retak (*crack*), digunakan logam pengisi (*filler metal*) yang sesuai dengan material dasar. Selain itu, diterapkan paku akar (*tack weld*) untuk menjaga kestabilan posisi sambungan sekaligus mempercepat proses pengelasan. Pengaturan sambungan dilakukan pada tiga titik yang berjarak sekitar 120° satu sama lain guna menjaga keselarasan dan distribusi tegangan yang merata selama proses pengelasan berlangsung.

Keseluruhan pekerjaan pengelasan *online patching* diselesaikan dalam waktu sekitar tiga hari. Hasil pengelasan pada area *leak point* atau titik kebocoran menunjukkan kualitas yang baik dan memenuhi kriteria penerimaan (*acceptable*). Selama pelaksanaan pekerjaan, kondisi operasi unit juga dipantau secara kontinu melalui *Distributed Control System* (DCS) di *Central Control Building* untuk memastikan bahwa proses perbaikan tidak menimbulkan gangguan terhadap parameter operasional dan keselamatan sistem.



**Gambar 15.** Grafik monitoring pada DCS

Grafik di atas dapat dibaca sebagai *platformer rate* sekitar 52.46 KBD (*Kilo Barrel per day*) dengan unit 201 pada unit kapasitas dengan *rate* 90, 56 KBD.



**Gambar 16.** Proses pengelasan GTAW



**Gambar 17.** Pembersihan sekitar area titik kebocoran

#### Pemeriksaan Pengelasan *Online Patching*

Adapun pemeriksaan pengelasan lanjutan dilakukan selama sekitar 3 hari untuk penyelesaian pekerjaan pengelasan *patching* dan status operasional dikembalikan pada saat normal operasional. Hasil pengelasan terlihat seperti gambar berikut.



**Gambar 18.** Hasil pengelasan tampak depan



**Gambar 19.** Hasil pengelasan tampak samping

Hasil monitoring & pemeriksaan secara visual untuk area *plate* yang telah dilakukan *patching* tidak ditemukan adanya kebocoran di sekitar lokasi dan area sekitar pengelasan *patching* sehingga statusnya *acceptable/diterima*.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, metode *online patching* menggunakan proses *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) terbukti efektif untuk menangani kebocoran pada jalur pipa hidrokarbon yang masih beroperasi. Keberhasilan pelaksanaan pekerjaan didukung oleh koordinasi yang baik antarbagian, pemilihan juru las yang kompeten, serta penerapan prosedur kerja yang aman dan hati-hati. Hasil pengelasan menunjukkan kualitas yang baik dan memenuhi kriteria penerimaan (*acceptable*) tanpa menyebabkan *plant shutdown*. Selain mampu menjaga kontinuitas produksi dan pengiriman produk sesuai jadwal, metode ini juga berhasil menekan potensi kerugian perusahaan serta mempertahankan kinerja keselamatan kerja dengan tidak terjadinya kecelakaan, kebakaran, maupun korban jiwa (*zero fatality*). Oleh karena itu, metode *online patching* dapat menjadi solusi yang efektif dan aman dalam penanganan kebocoran pipa hidrokarbon pada kondisi operasi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada rekan-rekan Departemen HSSE, *Section Inspection*, Departemen *Maintenance* dan Departemen *Production* PT. TPPI Tuban.

#### DAFTAR PUSTAKA

- American Petroleum Institute. (2020). *API Recommended Practice 2201: Safe hot tapping practices in the petroleum and petrochemical industries* (5th ed., reaffirmed). American Petroleum Institute.
- American Society of Mechanical Engineers. (2006). *ASME B31.3: Process piping*. ASME.
- American Society of Mechanical Engineers. (2018). *ASME PCC-2: Repair of pressure equipment and piping*. ASME.
- American Welding Society. (1991). *Welding handbook* (8th ed.). American Welding Society.
- Cramer, S. D., & Covino, B. S., Jr. (Eds.). (2003). *ASM handbook: Volume 13A—Corrosion: Fundamentals, testing, and protection*. ASM International.
- Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi. (2018). *Jurnal Migas, Edisi 01, Januari–Juni 2018*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi. (2021). *Jurnal Migas, Edisi 08, Juli–Desember 2021*.

- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Kobe Steel, Ltd. (2008). *Kobelco welding handbook: Welding consumables and processes*. Kobe Steel, Ltd.
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2021 tentang inspeksi teknis dan pemeriksaan keselamatan instalasi dan peralatan pada kegiatan usaha minyak dan gas bumi*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Miller Electric Mfg. LLC. (2008). *Guidelines for gas tungsten arc welding (GTAW)*. Miller Electric Manufacturing Company.
- Trethewey, K. R., & Chamberlain, J. (1991). *Korosi: Untuk mahasiswa dan rekayasawan* (Terjemahan Alex Tri Kantjono Widodo). PT Gramedia Pustaka Utama.
- Wiryo Sumarto, H., & Okumura, T. (1985). *Teknologi pengelasan logam*. PT Pradnya Paramita.