

# Analisa Cacat Las *GMAW* Pada Proses Pabrikasi Bak *Dump Truck* Menurut AWS D1.1 2015 Dengan Metode Inspeksi Visual di PT. XYZ

Firdaus Nurrohman<sup>1\*</sup>, Iwan Nugraha Gusniar<sup>2</sup>, Boni Sena<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

\*Koresponden email: firdausnurrohman23@gmail.com

Diterima: 7 Desember 2023

Disetujui: 13 Desember 2023

## Abstract

The ever-increasing world population has influenced human needs for activities, one of which is safe means of transportation. To meet demand, industries operating in the automotive sector are also developing to improve the comfort and safety of their products. This research aims to evaluate one of the transportation products based on the AWS D1 standard. 1 2015, namely about welding defects using *GMAW* welding that occur during the manufacturing process. This research uses a visual inspection method by directly observing the manufacturing process and evaluating welding results based on the AWS D1 standard. 1 2015. The results of observations show that there are 6 welding defects that occur in dump truck body manufacturing, namely: Undercut, Spatter, Porosity, Pin Hole, Surface Cold Lap, Capping. Where three of the six welding defects above meet the requirements and are included in the acceptance criteria qualifications according to AWS D1.1 2015. Where the capping, undercut and pinhole welding defects are included in the defects that must be rejected or not accepted and cannot be repaired anymore.

**Keywords:** *welding, weld defects, GMAW, AWS, visual inspection*

## Abstrak

Perkembangan Jumlah penduduk dunia yang semakin meningkat mempengaruhi kebutuhan manusia untuk beraktivitas yaitu salah satunya adalah sarana transportasi yang aman. Untuk memenuhi permintaan, industri yang bergerak di bidang otomotif juga ikut berkembang untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan produknya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi salah satu produk transportasi berdasarkan standar AWS D1. 1 2015 yaitu tentang cacat pengelasan menggunakan las *GMAW* yang terjadi pada saat proses pabrikasi. Penelitian ini menggunakan metode inspeksi visual dengan melihat langsung proses pabrikasi dan mengevaluasi hasil pengelasan berdasarkan standar AWS D1. 1 2015. Hasil dari pengamatan menunjukkan terdapat 6 cacat las yang terjadi pada pabrikasi bak *dump truck* yaitu: *Undercut, Spatter, Porosity, Pin Hole, Surface Cold Lap, Capping*. Dimana tiga dari keenam cacat las di atas memenuhi persyaratan dan masuk ke dalam kualifikasi *acceptance criteria* menurut AWS D1.1 2015. Dimana cacat las *capping, undercut dan pinhole* masuk kedalam cacat yang harus rejected atau tidak diterima dan tidak bisa untuk diperbaiki lagi.

**Kata Kunci:** *pengelasan, cacat las, GMAW, AWS, inspeksi visual*

## 1. Pendahuluan

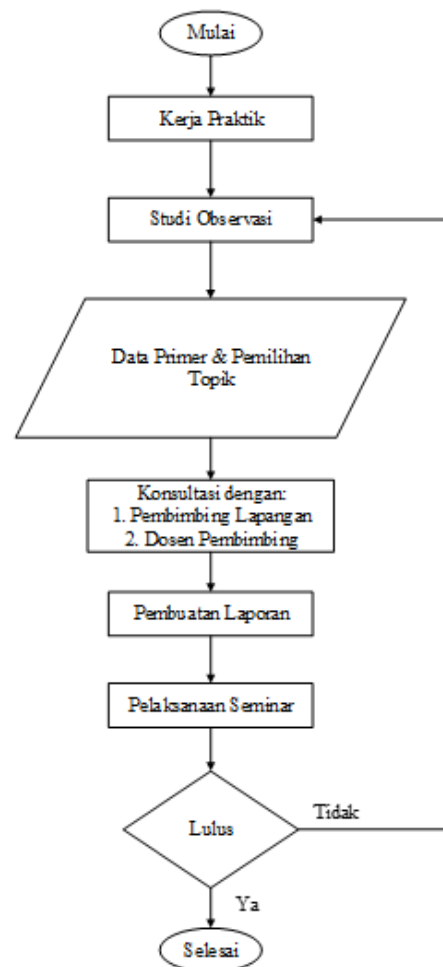
Industri Karoseri merupakan salah satu bidang yang sangat kerap digunakan dalam industri bodi mobil. Pada tubuh ataupun rangka mobil yang dibuat dari baja ataupun besi, pengelasan kerap digunakan. Umumnya, kekuatan yang di idamkan sangat pengaruhi pemakaian bahan tersebut. Dalam konstruksi, banyak pemilihan material serta pengelasan yang diabaikan, sehingga menyebabkan kerusakan pada struktur.[1] Pelaksanaan energi panas guna menyatukan 2 ataupun lebih potongan logam disebut pengelasan. Bagi definisi *American Welding Society* (AWS), pengelasan merupakan sesuatu jalinan metalurgi dalam kondisi meleleh ataupun cair pada sesuatu sambungan logam ataupun paduan logam. Untuk sementara, bisa dimengerti kalau sistem pengelasan merupakan penyatuan sebagian batang logam yang menggunakan energi panas.[2] Jenis- jenis dari pengelasan beragam tergantung penggunaannya semacam *Submerged Arc Welding* (SAW), *Shield Metal Arc Welding*( SMAW), *Gas Metal Arc Welding* (GMAW), *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) serta lain sebagainya [3]. Riset ini memakai Gas Metal Arc Welding (GMAW). Pengelasan busur gas (GMAW) memakai elektroda serta kawat las. Motor listrik mengendalikan pergerakan elektroda yang berupa kumparan kawat. Gas mulia serta gas 12% yang digunakan dalam pengelasan ini melindungi busur serta logam cair dari pengaruh hawa. Pemakaian bahan

pengisi kawat las serta besarnya arus listrik pengelasan ialah 2 contoh parameter pengelasan yang bisa mempengaruhi hasil[4].

Pada penelitian ini akan mengevaluasi cacat las yang terjadi pada proses pabrikasi bak *dump truck*. Cacat yang umumnya ditemukan dalam pengelasan adalah retak, tidak adanya jalan masuk, porositas, bagian terak, pencairan yang kurang dan pelarutan yang tidak wajar. Setelah digunakan dalam waktu lama, pergerakan pondasi, dan masalah lainnya dapat diakibatkan oleh kelemahan ini [5]. Cacat las meliputi cacat las undercut (goresan atau goresan pada sisi las), porositas (rongga pada area las tempat berkumpulnya kumpulan gelembung gas), overlap (hasil las yang kurang menyatu dengan sisi material inti), underfill (hasil pengelasan lebih rendah dari sisi yang lain dan melebihi toleransi), scatter (cacat pengelasan berupa partikel logam lepas yang terciprat pada saat pengelasan di area las [6].

Ada dua jenis tes yang dapat digunakan untuk mengevaluasi penelitian ini: pengujian destruktif dan pengujian non-destruktif. DT yang merupakan singkatan dari pengujian destruktif, DT adalah pengujian yang dilakukan untuk menyampaikan contoh kerusakan, untuk menciptakan contoh kerusakan atau pembuatan materil dalam berbagai beban. Kita perlu mengetahui nilai sifat mekanik untuk pengujian ini. [7] Pengujian non destruktif atau NDT adalah metode pengujian logam yang tidak bersifat merusak. [8]

## 2. Metode Penelitian



**Gambar 1.** Diagram Alir Kerja Praktik

### *Pengujian dan Pemeriksaan*

Penelitian ini menggunakan pengujian tidak merusak atau Pengujian nondestruktif atau NDT yang saat ini digunakan dalam manufaktur, fabrikasi, dan inspeksi dalam-layanan bertujuan untuk memastikan integritas dan keandalan produk, mengendalikan proses manufaktur, mengurangi biaya produksi, dan menjaga tingkat kualitas yang seragam. Ada berbagai jenis NDT yang telah dikembangkan sesuai dengan tujuan pengujian. Jenis NDT yang akan dijelaskan berfokus pada metode pengujian volumetrik, permukaan, keutuhan, dan pemantauan kondisi [9].

### 1. Visual Inspection

Inspeksi Visual melibatkan pemeriksaan peralatan dan struktur dengan menggunakan kombinasi indera manusia, seperti penglihatan, pendengaran, sentuhan, dan penciuman. Kadang-kadang, Inspeksi Visual dilakukan bersamaan dengan perangkat seperti kaca pembesar berdaya rendah, boroskop, serat optik, boreskop video digital, sistem kamera, dan sistem crawler robot. Meskipun Inspeksi Visual dianggap sebagai metode paling dasar dalam berbagai teknik pengujian non-destruktif, namun keberhasilannya sama pentingnya [10].

### 2. Liquid Penetrant Test

Liquid Penetrant Test (LPT) adalah metode Non Destructive Testing (NDT) yang paling sederhana. Metode ini diterapkan untuk mendeteksi cacat pada permukaan terbuka dari komponen solid, baik yang terbuat dari logam maupun non-logam, seperti keramik dan serat plastik. Dengan menggunakan metode ini, cacat pada material dapat dengan lebih jelas terlihat. Prosesnya melibatkan pemberian cairan berwarna terang pada permukaan material yang sedang diuji [11].

### 3. Magnetic Particle Inspection

Dengan penerapan teknik ini, dapat diidentifikasi cacat baik di permukaan maupun di bawah permukaan suatu komponen yang terbuat dari bahan ferromagnetik. Prinsip dasarnya adalah dengan melakukan pemagnetan pada bahan yang akan diuji [12].

### 4. Eddy Current Test

Prinsip dasar metode ini hampir identik dengan metode Magnetic Particles, namun demikian, perbedaannya terletak pada medan listrik yang dihasilkan oleh arus bolak-balik. Ketika terdapat retakan, perubahan dalam medan listrik terdeteksi, dan perubahan tersebut dapat diukur melalui alat pengukur impedansi [13].

### 5. Ultrasonic Inspection

Pengujian Ultrasonik adalah metode pengujian Non Destructive Testing (NDT) yang menggunakan gelombang suara frekuensi tinggi untuk mengidentifikasi cacat atau perubahan dalam sifat material. Metode ini juga berguna untuk mengukur ketebalan berbagai jenis material, baik logam maupun non-logam, dengan hanya melakukan pemeriksaan dari satu sisi [14].

## Acceptance Criteria AWS D1.1 2015

Penelitian ini menggunakan metode Inspeksi Visual menurut standar *AWS D1.1 2015*: [15]

### A. Inspeksi Visual

Inspeksi visual *acceptance criteria* kualifikasi las alur dan fillet (tidak termasuk tab las) harus memenuhi persyaratan berikut, sebagaimana berlaku:

1. Setiap retakan tidak dapat diterima, berapa pun ukurannya.
2. Semua kawah harus diisi ke seluruh penampang lasan.
3. Tulangan las tidak boleh melebihi 1/8 inci [3 mm]. Profil las harus sesuai dan harus memiliki fusi lengkap.
4. Undercut tidak boleh melebihi 1/32 in [1 mm].
5. Akar las untuk alur CJP harus diperiksa, dan tidak boleh ada retakan, peleburan yang tidak sempurna, atau penetrasi sambungan yang tidak memadai.
6. Untuk alur CJP yang dilas dari satu sisi tanpa backing, kecekungan akar atau lelehan harus memenuhi ketentuan berikut:
  - a. Kecekungan akar maksimum harus 1/16 in [2 mm], asalkan ketebalan lasan total sama dengan atau lebih besar dari logam tidak mulia.
  - b. Lelehan maksimum harus 1/8 in [3mm].

### B. Inspeksi Visual dari Lasan Fillet.

Fillet las harus memenuhi persyaratan berikut:

1. Setiap retakan tidak dapat diterima, berapa pun ukurannya.
2. Semua kawah harus diisi ke seluruh penampang lasan.
3. Ukuran kaki las fillet tidak boleh kurang dari ukuran kaki yang disyaratkan.
4. Profil las harus memenuhi persyaratan
5. Undercut logam dasar tidak boleh melebihi 1/32 in [1mm].

## 3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini akan mengevaluasi hasil pengelasan pada proses pabrikasi bak *dump truck* di PT. XYZ dengan menggunakan metode inspeksi visual berdasarkan standar *AWS D1.1 2015* dengan menyesuaikan *acceptance criteria* yang terjadi secara langsung.

### *Inspeksi visual sebelum pengelasan*

Langkah awal dari inspeksi visual sebelum pengelasan dump truck pada proses pengelasan di PT. XYZ yaitu menyiapkan peralatan serta bahan-bahan yang akan digunakan. Setelah itu, menyiapkan *Welding Procedure Specification (WPS)*

*Welding Procedure Specification (WPS)* atau prosedur pengelasan yang digunakan selama proses pengelasan. Persiapan yang harus disiapkan sebelum pengelasan mencakup hal-hal sebagai berikut:

Material yang digunakan merupakan jenis material *Mild Steel Plat SPHC-PO* dengan ketebalan 6mm, menentukan dan menyiapkan filler yang digunakan, menyiapkan mesin las, dan menyiapkan alat pendukung.

### *Inspeksi visual saat pengelasan*

Inspeksi Visual selama proses pengelasan merupakan pengawasan yang dilakukan secara bersamaan dengan pelaksanaan pengelasan, khususnya terkait dengan persyaratan prosedur pengelasan (WPS). Inspeksi selama pengelasan melibatkan langkah-langkah berikut ini: Memverifikasi parameter pengelasan sesuai dengan prosedur, melakukan perbandingan antara metode dan hasil NDT visual dengan standar yang berlaku, menjelaskan cara memastikan bahwa setiap lapisan pengelasan sesuai dengan prosedur yang ditentukan, dan menyamakan hasil NDT dengan standar serta kriteria penerimaan yang berlaku.

### *Inspeksi visual setelah pengelasan*

Prosedur inspeksi yang dilakukan setelah pengelasan pada objek yang telah di las adalah melakukan pengukuran objek las sesuai dengan Standar Operasional Prosedur gambar teknis. Alat pengukuran hasil pengelasan yang perlu disiapkan termasuk *welding gauge*.

#### 1. Mengukur tinggi reinforcement (capping)

Tinggi dari hasil pengelasan memiliki persyaratan penerimaan, seperti yang diatur oleh standar ISO dengan batas maksimal tinggi reinforcement sebesar 2 mm. Meskipun demikian, terdapat standar lain yang mengizinkan tinggi reinforcement maksimal hingga 3 mm, sementara beberapa standar lainnya menetapkan tinggi minimal 0 atau sejajar dengan base metal.

#### 2. Mengukur Undercut

Undercut adalah cacat pada pengelasan yang terjadi karena arus yang terlalu tinggi dan kesalahan dalam proses ayunan. Dalam hal ini, kedalaman maksimum yang diizinkan untuk undercut adalah 1 mm, dan panjang akumulatif maksimalnya adalah 50 mm. Penting dicatat bahwa, menurut standar TWI, undercut pada bagian akar (root) tidak diizinkan..

#### 3. Mengukur leg length pada fillet weld

Leg Length adalah panjang dari hasil pengelasan fillet weld, baik dalam arah horizontal maupun vertikal. Pengukuran keduanya diperlukan untuk menentukan kekuatan sambungan dan juga untuk menilai apakah hasil pengelasan tersebut dapat diterima atau perlu ditolak.







#### 4. Mengukur actual throat

Actual throat merupakan panjang dari pusat lasan ke pusat permukaan lasan yang diukur, sementara desain throat dihitung sebagai 0,7 kali panjang leg length.

### *Penyesuaian Cacat dengan Acceptance Criteria*

Dari hasil pengamatan visual hasil pengelasan, dengan alat yang digunakan adalah *welding gauge* dan jangka sorong, ditemukan beberapa kecacatan permukaan las yang tampak. Berikut adalah penentuan cacat pada benda hasil las dengan *acceptance criteria*;

**Tabel 1.** Penyesuaian Cacat Las dengan *Acceptance criteria*

No.	Gambar cacat	Ukuran	Jenis cacat	<i>Acceptance criteria</i> AWS D1.1
1.		1.25mm	<i>Undercut</i>	<i>rejected</i>
2.		-	<i>Spatter</i>	<i>accepted</i>
3.		9.5mm	<i>Porosity</i>	<i>accepted</i>
4.		-	<i>Pin Hole</i>	<i>rejected</i>
5.		-	<i>Surface Cold Lap</i>	<i>accepted</i>
6.		4mm	<i>Capping</i>	<i>rejected</i>

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil pengamatan pada analisa cacat las dengan metode inspeksi visual yang telah dilakukan pada pabrikasi bak *dump truck* menggunakan las GMAW terdapat 6 cacat pengelasan, yaitu: *Undercut*, *Spatter*, *Porosity*, *Pin Hole*, *Surface Cold Lap*, *Capping*. Dimana tiga dari keenam cacat las di atas memenuhi persyaratan dan masuk ke dalam kualifikasi *acceptance criteria* menurut AWS D1.1 2015. Dimana cacat las *capping*, *undercut* dan *pinhole* masuk kedalam cacat yang harus *rejected* atau tidak diterima dan tidak bisa untuk diperbaiki lagi. Terjadinya cacat las diakibatkan karena beberapa faktor, antara lain: *Welder* sebagai eksekutor pengelasan masih belum memenuhi standar, faktor peralatan atau penyetingan alat yang tidak sesuai dengan bahan/material yang digunakan pada saat proses pengelasan dan faktor lingkungan juga mempengaruhi hasil pengelasan dan cacat pengelasan yang terjadi.

#### 5. Referensi

- [1] N. Sitepu and S. Sukino, "Analisa Kekuatan Tarik Terhadap Jumlah Layer Pada Proses Pengelasan Kombinasi Gtaw Dan Smaw Sambungan St37 Posisi 3G," *J. Teknol. Mesin UDA*, vol. 2, no. 1, pp. 151–159, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.darmaagung.ac.id/index.php/teknologimesin/article/download/1829/1626>



- [2] P. Studi, T. Industri, U. Putera, J. R. Soeprapto, M. Kuning, and K. Riau, “Pengaruh-Variasi-Kuat-Arus-Pengelasan-Terhadap-Kekuatan-Tarik-dan-Kekerasan-Sambungan-Las-Plate-Carbon-Steel-ASTM-36,” *J. Rek. Sistem Industri.*, vol. 3, no. 2, pp. 134–142, 2018.
- [3] T. D. I. Bei, “Jurnal Kajian Teknik Mesin,” *E - ISSN, J. Kaji. Tek. elektro*, vol. 2014, no. April, p. 2014, 2014, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/281517-pengaruh-tekanan-pompa-bahan-bakar-tekan-e8e02156.pdf>
- [4] Z. Fakri, Bukhari, and J. Nawawi, “Analisa pengaruh kuat arus pengelasan GMAW terhadap ketangguhan sambungan baja AISI 1050,” *J. Weld. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 5–10, 2019.
- [5] A. Bakhori, “Analisa Cacat Hasil Pengelasan Pada Baja Karbon Rendah Terhadap Pengaruh Masukan Panas Las,” *Semnastek Uisu*, pp. 0–5, 2021.
- [6] R. Rohimudin, G. A. Dwiputra, and S. Supriyadi, “Analisis Defect pada Hasil Pengelasan Plate Konstruksi Baja dengan Metode Six Sigma,” *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2016, [Online]. Available: <https://e-jurnal.lppmunsera.org/index.php/INTECH/article/view/857>
- [7] M. J. Abdulloh, B. H. Irawan, and M. Mutiarani, “Pengujian Non Destructive Test dan Destructive Test WPS untuk Product Tubular Lower Leg Jacket S420 G2+ M Z35,” *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 14, no. 1, pp. 88–95, 2023.
- [8] D. Melvin Bismark H. Sitorus, “Inspeksi NDT,” *J. Tek. Mesin*, vol. 06 No. 3, pp. 0–4, 2017.
- [9] Irwansyah, “Deteksi Cacat Pada Material Dengan Teknik Pengujian Tidak Merusak,” *Lensa*, vol. 2, no. 48, pp. 7–14, 2019.
- [10] A. Arista and R. Prasetyo, “Identifikasi Faktor Penyebab Keretakan Pada Platform Module (H-Beam) Menggunakan Metode Ndt (Non Destructive Test) Di Pt Multi Gunung Mas Batam,” *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 40–49, 2018.
- [11] H. Khoeri, “Non-Destructive Test Terhadap Semi Destructive Test Pada Shear Wall Beton Bertulang,” *J. Konstr.*, vol. 7, no. 2, pp. 1–12, 2016.
- [12] A. A. Santoso, “Rendah Menggunakan Fungsi Transfer Untuk Non Destructive Test (Ndt),” *J. Pros. Seminar Nas. UNIMUS.*, pp. 105–115, 2022.
- [13] N. A. F. Yusuf, A. Suhendi, and ..., “Optimalisasi Metode Pengambilan Data Pada Sistem Pemindai Untuk Mendeteksi Anomali Pada Bahan Non-ferromagnetik Berbasis Metode Eddy Current Testing,” *eProceedings ...*, vol. 7, no. 1, pp. 1199–1206, 2020, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/11529%0Ahttps://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/viewFile/11529/11396>
- [14] S. Jokosisworo and H. Yudo, “Proses pengujian tidak merusak,” *Kapal*, vol. 4, no. 1, pp. 26–30, 2007, [Online]. Available: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/kapal/article/view/2657>
- [15] A. W. Society, *American Welding Society*, vol. 12, no. 3. 2004.