



KOMPAK: Komparasi Indikasi Kecacatan Hasil Pengelasan Logam dengan Uji *Non Destructive Test* (NDT)

Yitno Utomo^{*1}, Manik Ayu Titisari², Muhamad Abdul Jumali³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

yitno@unipasby.ac.id^{*1} manikayu@unipasby.ac.id^{*2} abdulumali@unipasby.ac.id^{*3}

Abstrak

Non Destructive Test (NDT) merupakan langkah visual dalam pengawasan terhadap kualitas hasil pengelasan logam. Kebutuhan dasar ini merupakan rangkaian dari pembuatan *Welding Procedure Specification* (WPS). Pelaksanaan uji NDT dilakukan dengan Penetrant Test. Tujuan penelitian ini mengetahui kecacatan untuk 21 logam yang di las dengan arus 90 ampere dan 21 logam yang dilas dengan arus 100 ampere. Analisa data menggunakan *odds ratio*. Hasil penelitian diperoleh analisis bahwa arus mesin las SMAW yang menggunakan 90 ampere lebih banyak menyebabkan kecacatan berupa indikasi rounded mencapai 33,3%. Sedangkan arus mesin las 100 ampere lebih banyak menyebabkan kecacatan berupa indikasi linier mencapai 28,2%. Hasil analisis menunjukkan nilai odds ratio $OR = 2,200$ (95% CI $0,632 < OR < 7,660$) artinya arus mesin las 100 ampere cenderung menyebabkan kecacatan indikasi rounded 2,2 kali lebih besar daripada yang arus mesin las 90 ampere.

Kata kunci: *Non Destructive Test*, Penetrant Test, Las logam

PENDAHULUAN

Analisa kecacatan pengelasan saat ini fokus pada pengamatan teknis pada benda kerja, banyak yang tidak mempelajari sikap atau *skill* dari welder yang ada. Terutama pada praktik mahasiswa, proses penyambungan logam hanya didasarkan pada pengamatan visual. Jika tersambung baik dan tidak nampak kecacatan yang besar, maka dianggap sudah memenuhi syarat. Kesenjangan pengukuran antara kebutuhan dunia kerja dan dunia pendidikan, terutama pada pelatihan pengelasan di laboratorium produksi, akan menjadi pertimbangan untuk dilakukan perbaikan. Prinsip kerja *Penetrant Test* adalah mencari cacat yang terbuka ke permukaan, dengan menggunakan cairan yang mempunyai daya kapilar tinggi, yang bisa masuk

ke dalam celah yang sempit (misalnya *crack*), cairan tersebut masuk ke dalam cacat, kemudian setelah masa tunggu (*dwell time*) cairan tersebut ditarik keluar. (Endramawan et al., 2017)

Salah satu pengukuran kecacatan pengelasan, merupakan masuk di dalam *Welding Procedure Specification* (WPS). WPS harus berisi semua variabel (*essential*, *nonessential*, dan *supplementary essential*) yang digunakan dalam proses pengelasan dan harus mengacu pada *Procedure Qualification Record* (PQR), atau *Prequalified* (AWS), dan Standard WPS (SWPS).

Pengujian yang lain seperti *magnetic particle test* juga tersedia untuk perusahaan-perusahaan yang bekerja dalam bidang pengelasan perpipaan. Biasanya kecacatan yang ingin diketahui adalah kecacatan bagian terdalam dari benda kerja, contohnya untuk mengetahui celah *root gap* (F. Sulaiman & Jannifar, 2020).

Pemahaman kualitas dalam segala hal untuk sebuah produk ditentukan atas dasar perusahaan untuk mengurangi jumlah kecacatan (*zero defect*), baik yang disebabkan oleh operator maupun oleh peralatan itu sendiri. Six sigma juga dijadikan acuan untuk menerapkan konsep perbaikan (Utomo & Rahmatulloh, 2021). Khusus pada penanganan kecacatan hasil pengelasan, standart yang ditetapkan mengacu pada aturan. NDT masih dipergunakan untuk pengujian yang optimal, kaitannya dengan jenis material, jenis kecacatan, lokasi cacat dan ukurannya (Anjani et al., 2022)

Tahapan praktikum pengelasan yang harus dipatuhi sesuai standar yang ditetapkan AWS, kaitanya juga dengan keselamatan dan kesehatan kerja, saat pelaksanaan dibengkel fakultas teknik terutama di Laboratorium fabrikasi Teknik Industri. Pengelasan dengan proses SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) dengan elektroda jenis low hydrogen dan untuk seluruh prosesnya menggunakan parameter yang direkomendasikan oleh manufaktur elektroda (Hartanto et al., 2020). Tipe SMAW dengan posisi 1G. Ukuran logam yang dipergunakan menggunakan dimensi panjang 20 cm dan lebar 20 cm. Penggunaan arus dibedakan antara 90 dan 100 ampere.

Penelitian ini akan mengkaji kecacatan dari kedua penggunaan arus tersebut, baik cacat dalam bentuk indikasi rounded maupun indikasi linier. Kajian (Bakhori, 2021) banyak menyebutkan bahwa pada baja karbon rendah adanya pengaruh masukan panas disekitaran area pengelasan banyak menyebabkan kecacatan. Konsep membandingkan jenis kecacatan hasil pengelasan dengan menggunakan *Non Destructive Test* (NDT) dengan pilihan *Penetrant Test* (PT) kemudian akan diukur seberapa besar peluang mencatatkan indikasi kecacatan *linier* dan *rounded*. Tujuannya akan diketahui dari perbedaan arus pengelasan tersebut akan diperoleh perbandingan menggunakan *odds ratio*. Penyebab kecacatan terbanyak akan menjadi catatan penelitian ini.

METODE

Penelitian ini berjenis kuantitatif, penelitian yang akan membandingkan antara dua hal yang mendapatkan perlakuan. Dilakukan pengujian menggunakan crosstabulation untuk memastikan masing-masing indikator mendapatkan perlakuan yang sama. Namun akan dibandingkan hasilnya setelah perlakuan tersebut. Pemilihan bentuk pengujian odds ratio dipergunakan untuk menyimpulkan data yang mendapat paparan perlakuan dan sebaliknya.(Karnowahadi, 2016)

Penelitian ini juga akan memberikan gambaran langkah-langkah pelaksanaan pengujian NDT beserta pengujian pengendalian kualitasnya. Penetapan populasi dan sampel serta analisis instrument penelitian merupakan bagian dari metode yang harus dilaporkan. Kualitas pengelasan dapat disamakan dengan pelaksanaan pengujian lainnya, namun perlu mempertimbangkan kasus per kasus. Tindakan perbaikan didasarkan pada dijakannya hasil pengelasan itu atau tidak, atau dijamin dengan menguji tidak merusak.(Cahaya Mulia & Rochmoeljati, 2021)

1. Populasi dan sampel

Pemilihan sampling penelitian didasarkan pada kebutuhan pelaksanaan pengujian pengelasan. Sampel ditetapkan sama jumlahnya untuk dua hal yang dibandingkan (Andrian & Putra, 2021). Populasi penelitian ini adalah merupakan hasil pengelasan logam pada dua kelompok mahasiswa. Sampel dalam penelitian ini yaitu hasil pengelasan logam dimensi 20 x 20 cm dengan ketebalan 4 mm. Jumlah hasil pengelasan dengan Arus 90 Ampere sebanyak 21 buah dan dengan Arus 100 Ampere sebanyak 21 buah.

2. Analisis Instrumen Penelitian

Tahap analisis instrumen penelitian, merupakan langkah-langkah yang ditempuh dalam pengujian penelitian ini. Meliputi uji utama *penetrant test* (PT), dilanjutkan uji analisa data odds ratio, serta uji kualitas untuk memastikan pada bagian mana kecacatan itu lebih sering timbul.

a. Analisis NDT (*Penetrant Test*)

1) *Cleaning*

Permukaan benda uji harus dibersihkan dengan solvent, dari benda-benda yang bisa menutupi celah-celah tersebut dan cairan penetrant tidak bisa masuk ke dalam cacat Benda-benda tersebut seperti : oli, stenpet, kotoran, kerak, karat.

2) *Apply Penetrant*

Cairan penetrant disemprotkan, dioleskan, dicelup, atau dituang ke permukaan benda uji

3) Dwell Time

Setelah semua permukaan benda uji basah merata, ditunggu (dwell time) minimum 10 menit. Penetrant tidak boleh mengering sampai selesai dwell time. Jika akan mengering, penetrant ditambahkan lagi

4) Remove excessive penetrant

Setelah semua permukaan benda uji basah merata, ditunggu (dwell time)

Cairan penetrant di permukaan dibersihkan dengan mengelap pakai kain kering sampai tidak ada merah-merah pada kain tersebut, selanjutnya ambil kain bersih dilembabkan dengan *cleaner /solvent* dan dilapkan pelan-pelan (tanpa ditekan), sampai tidak kelihatan merah-merah di kain tersebut.

5) Apply Developer

Kemudian disemprotkan *Developer* (warna putih) secara merata tapi tidak boleh terlalu tebal; gunanya untuk menarik keluar cairan *penetrant* yang terjebak didalam cacat sehingga akan kelihatan merah-merah pada *developer*.



Gambar 1. Pengujian NDT (*Non Destructive Test-Penetrant Test*)

b. Analisis *Odds Ratio*

Analisis korelatif digunakan untuk mengetahui hubungan masing-masing variabel. Ukuran statistik yang digunakan adalah *Odds Ratio* (OR) dan 95% CI. OR yaitu ukuran yang didapat dari penelitian dengan menggunakan desain *case control*. Analisis data dilakukan menggunakan analisis computer berupa bantuan *software* SPSS.(Widarsa et al., 2016)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan akan menyampaikan uraian atas dasar judul penelitian ini. Hasil pengujian NDT (*Non Destructive Test*) pada pengelasan, dilanjutkan dengan hasil uji odds ratio

untuk mengetahui kontrol antara dua kelompok kelas yang dibandingkan serta hasil analisa pengendalian kualitas.

a. Hasil Analisa NDT (Non Destructive Test) Pengelasan

Sesuai dengan tahapan yang sudah diuraikan dalam metode penelitian, untuk analisa NDT (*Non Destructive Test*) dengan membandingkan dua kelompok mahasiswa, yaitu kelompok dengan mesin las listrik SMAW dengan arus 90 ampere dan 100 ampere.

Tabel 1. Jumlah Bahan Uji NDT

		Arus Mesin Las			Cumulative
		Frequency	Percent	Valid Percent	Percent
Valid	90 Ampere	21	50.0	50.0	50.0
	100 Ampere	21	50.0	50.0	100.0
Total		42	100.0	100.0	

(Sumber : Data diolah SPSS)

Hasil hitung frekuensi tabel 1, menunjukkan jumlah bahan uji hasil pengelasan, untuk logam yang dilakukan pengelasan dengan arus 90 ampere sejumlah 21 buah (50%) dan logam yang dilas dengan arus 100 ampere sejumlah 21 buah (50%).

Tabel 2. Indikasi Kecacatan Penetrant Test (PT)

		Indikasi Cacat			Cumulative
		Frequency	Percent	Valid Percent	Percent
Valid	Indikasi Rounded	24	57.1	57.1	57.1
	Indikasi Linier	18	42.9	42.9	100.0
Total		42	100.0	100.0	

(Sumber : Data diolah SPSS)

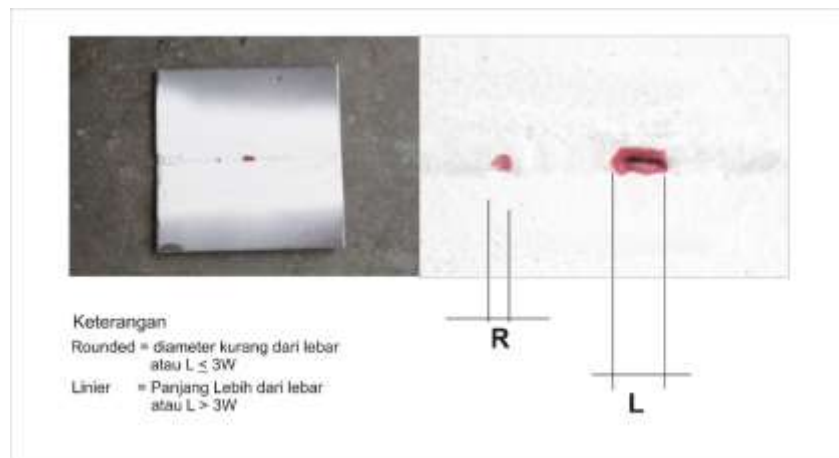
Hasil hitung frekuensi tabel 2, menunjukkan jumlah indikasi kecacatan setelah dilakukan *penetrant test* disebutkan bahwa yang mengalami cacat indikasi rounded sejumlah 24 buah (57,1%) dan mengalami cacat indikasi linier sejumlah 18 buah (42,9%).

Tabel 3. Indikasi Kecacatan Spatter

		Cacat Spatter			Cumulative
		Frequency	Percent	Valid Percent	Percent
Valid	Tidak	28	66.7	66.7	66.7
	Ya	14	33.3	33.3	100.0
Total		42	100.0	100.0	

(Sumber : Data diolah SPSS)

Hasil hitung frekuensi tabel 3, menunjukkan jumlah kecacatan spatter pada permukaan benda kerja disebutkan bahwa yang mengalami cacat spatter sejumlah 14 buah (33,3%) dan yang tidak spatter sejumlah 28 buah (66,7%).



Gambar 2. Pengujian NDT (*Non Destructive Test-Penetrant Test*)

Gambar 2 menunjukkan hasil indikasi tipe kecacatan setelah dilakukan pengujian NDT (*Non Destructive Test*) dengan media *Penetrant Test*. Tipe kecacatan yang dicatat dalam pengujian PT adalah indikasi rounded jika diameter cacat kurang dari 3W. Selanjutnya indikasi linier jika diameter cacatnya lebih dari 3W.

b. Analisis Odds Ratio

Analisis *odds ratio* muncul karena tabulasi silang (*crosstabulation*). Kejadian probabilitas (peluang) adalah pernyataan kuantitatif mengenai kemungkinan suatu kejadian akan terjadi. Berikut hasil analisa dan keputusannya :

Tabel 4. Tabulasi Silang Arus Pengelasan dan Indikasi Cacat

		Indikasi Cacat		Total	
		Indikasi Rounded	Indikasi Linier		
Arus Mesin Las	90 Ampere	Count	14	7	21
		% of Total	33.3%	16.7%	50.0%
	100 Ampere	Count	10	11	21
		% of Total	23.8%	26.2%	50.0%
Total		Count	24	18	42
		% of Total	57.1%	42.9%	100.0%

(Sumber : Data diolah SPSS)

Hasil hitung tabulasi silang pada tabel 4, bahwa arus mesin las 90 ampere menyebabkan kecacatan indikasi rounded sebanyak 33,3% dan yang menyebabkan indikasi linier sebanyak 16,7%. Kemudian bahwa arus mesin las 100 ampere menyebabkan kecacatan indikasi rounded sebanyak 23,8% dan yang menyebabkan indikasi linier sebanyak 26,2%. Hasil terbaiknya adalah mesin las arus 90 ampere karena terbesar mencatatkan indikasi rounded.

Tabel 5. Hasil Analisis *Odds Ratio* Penetrant Test

	Risk Estimate		
	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Arus Mesin Las (90 Ampere / 100 Ampere)	2.200	.632	7.660
For cohort Indikasi Cacat = Indikasi Rounded	1.400	.815	2.405
For cohort Indikasi Cacat = Indikasi Linier	.636	.307	1.320
N of Valid Cases	42		

Hasil analisis menunjukkan nilai *odds ratio* $OR = 2,200$ (95% CI $0,632 < OR < 7,660$) artinya arus mesin las 100 ampere cenderung menyebabkan kecacatan indikasi rounded 2,2 kali lebih besar daripada yang arus mesin las 90 ampere.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diuraikan dalam penelitian ini, mencakup tiga hal yang merupakan hasil analisis *Non Destructive Test* (NDT) dengan menggunakan Penetrant Test (PT) untuk hasil pengelasan logam :

- Arus mesin las SMAW yang menggunakan 90 ampere lebih banyak menyebabkan kecacatan berupa indikasi rounded mencapai 33,3%. Sedangkan arus mesin las 100 ampere lebih banyak menyebabkan kecacatan berupa indikasi linier mencapai 28,2%.
- Hasil analisis menunjukkan nilai *odds ratio* $OR = 2,200$ (95% CI $0,632 < OR < 7,660$) artinya arus mesin las 100 ampere cenderung menyebabkan kecacatan indikasi rounded 2,2 kali lebih besar daripada yang arus mesin las 90 ampere.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai sepenuhnya oleh Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, sehingga ucapan terima kasih juga kami sampaikan sepenuhnya pada lembaga melalui LPPM Universitas

PGRI Adi Buana Surabaya. Selanjutnya peralatan juga dibantu oleh Laboratorium Pabrikasi Program Studi Teknik Industri, maka beribu-ribu terima kasih atas support-nya.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrian, H. H. J., & Putra, W. H. A. (2021). Analisis Kemampuan Pendeteksian Pengujian Eddy Current terhadap Retak Memanjang Logam Las pada Sambungan Tee Joint Material Aluminium 5083 Dilapisi Non-Conductive Coating dengan Variasi Panjang dan Kedalaman Cacat. *Jurnal Teknik ITS*, 10(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i1.60245>
- Anjani, R. D., Santoso, D. T., & Sari, R. P. (2022). Pelatihan Uji Kekuatan Las Menggunakan Non Destructive Test (Ndt) Di Bengkel Las Rasyid. *Journal of Character Education Society*, 5(2), 422–430.
- Bachtiar, O. A., Widodo, S. R., & Tripariyanto, A. Y. (2021). Penerapan Metode DMAIC untuk Mengurangi Cacat Hasil Pengelasan Di PT.X. *JATI UNIK: Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 5(1), 16. <https://doi.org/10.30737/jatiunik.v5i1.1973>
- Bakhori, A. (2021). Analisa Cacat Hasil Pengelasan Pada Baja Krbon Rendah Terhadap Pengaruh Masukan Panas Las. *Semnastek Uisu*, 0–5.
- Cahaya Mulia, N. A., & Rochmoeljati, R. (2021). Pengendalian Kualitas Pengelasan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC) dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) di PT. PAL Indonesia. *Juminten*, 2(6), 60–71. <https://doi.org/10.33005/juminten.v2i6.346>
- Endramawan, T., Haris, E., Dionisius, F., & Prinka, Y. (2017). Aplikasi Non Destructive Test Penetrant Testing (Ndt-Pt) Untuk Analisis Hasil Pengelasan Smaw 3G Butt Joint. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 3(2), 44–48. <https://doi.org/10.31884/jtt.v3i2.61>
- Hartanto, R. E., Yulianto, S., & Sugiri, M. (2020). Analisis Pengaruh Kuat Arus Listrik Terhadap Hasil Pengelasan Smaw Material St 37 Dengan Elektroda Low Hidrogen Pada Pengujian Visual , Radiografi ,Struktur Makro Dan Mikro. *SNITT-Politeknik Negeri Balikpapan*, 7.
- Karnowahadi. (2016). Odd Ratio: A Result of Business Research Analysis. *Jurnal Admisi Dan Bisnis*, 18(1), 47–54.
- Sulaiman, F., & Jannifar, A. (2020). Analisa cacat pengelasan SMAW pada material ST 45 menggunakan uji partikel magnetik dan ultrasonic test. 2(1), 26–31.
- Sulaiman, S., Utomo, B., & Ardi Wijana, I. P. A. (2020). Analisis Uji Tidak Merusak Pada Sambungan Las Lambung Frame 103 Bagian Kamar Mesin Kapal Patroli 73 Dengan Metode Radiography Test. *Gema Teknologi*, 20(4), 146–152. <https://doi.org/10.14710/gt.v20i4.28516>
- Utomo, Y., & Rahmatulloh, D. (2021). Penerapan Six Sigma Untuk Peningkatan Kualitas Packing Pada Minyak Goreng Pouch PT. XYZ Di Kabupaten Gresik. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri*, 9–23.

Widarsa, T., Putra, I. W. G. A. E., & Astuti, P. A. S. (2016). Modul Analisis Data untuk Variabel Outcome Berskala Nominal Dua Kategori (Binary Outcome). *Program Studi Kesehatan Masyarakat. Fakultas Kedokteran Universitas Udayana*, 8.