



ANALISIS CACAT PENGELASAN *SHIELDED METAL ARC WELDING* (SMAW) UNDERCUT MATERIAL BAJA ST 41 PADA POSISI PENGELASAN 1G DENGAN VARIASI ARUS DAN ELEKTRODA

Ferry Elga¹, Fajar Satriya Hadi², Retno Eka Pramitasari³, Mochamad Arif Irfa'i⁴
^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari
¹ferielga46@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengkaji pengaruh variasi arus listrik dan jenis elektroda terhadap cacat *undercut* pada proses pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) posisi 1G menggunakan material baja ST 41. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan tiga variasi arus (75 A, 85 A, dan 95 A) serta dua jenis elektroda (E6013 dan E7018) berdiameter 2,6 mm. Pengujian cacat dilakukan menggunakan metode *Liquid Penetrant Test* terhadap 18 spesimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cacat *undercut* tertinggi terjadi pada arus 95 A (41%) dan terendah pada 75 A (24%). Selain *undercut*, cacat lain seperti *blowhole* (100% pada arus 95 A), *porosity* (tertinggi 40% pada 85 A), *crack* (32-36%), dan *spatter* (50%) juga ditemukan. Elektroda E7018 menghasilkan cacat *undercut* lebih tinggi (59%) dibandingkan E6013 (41%), serta lebih dominan terhadap cacat *porosity*, *crack*, dan *blowhole*. Dapat disimpulkan bahwa peningkatan arus dan penggunaan elektroda E7018 cenderung meningkatkan cacat pengelasan, khususnya *undercut*, sehingga pemilihan parameter las perlu disesuaikan untuk meminimalkan cacat.

Kata kunci : *Liquid Penetrant Test*, *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW), *Undercut*.

Abstract

This study examines the effect of welding current variation and electrode type on undercut defects in the Shielded Metal Arc Welding (SMAW) process in the 1G position using ST 41 steel material. An experiment method was applied, involving three current variations (75 A, 85 A, and 95 A) and two electrode types (E6013 and E7018) with a diameter of 2.6 mm. Defect testing was conducted using the Liquid Penetrant Test method on 18 welded specimens. The results indicate that the highest undercut defect occurred at 95 A (41%), while the lowest was at 75 A (24%). Other defects were also observed, such as blowholes (100% at 95 A), porosity (maximum of 40% at 85 A), cracks (32-36%), and spatter (50%). The E7018 electrode produced a higher undercut defect rate (59%) compared to E6013 (41%) and also showed a higher tendency for porosity, crack, and blowhole defects. It can be concluded that increasing the welding current and using the E7018 electrode tend to raise the likelihood of welding defects, particularly undercut. Therefore, proper selection of welding parameters is crucial to minimize such defects.

Keywords : *Liquid Penetrant Test*, *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW), *Undercut*.

Article History:

Received: August 2025
Reviewed: August 2025
Published: August 2025

Plagiarism Checker No 234
Prefix DOI :
10.8734/Kohesi.v1i2.365
Copyright : Author
Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



PENDAHULUAN

Proses pengelasan merupakan teknik penyambungan material melalui pemanasan hingga meleleh, dengan atau tanpa tekanan. Metode ini banyak diaplikasikan di berbagai sektor industri seperti otomotif, perkapalan, konstruksi, dan manufaktur karena keunggulannya dalam efisiensi biaya, fleksibilitas bentuk, dan kekuatan sambungan. Namun, pengelasan juga memiliki tantangan, salah satunya adalah potensi munculnya cacat las yang dapat menurunkan kekuatan dan kualitas sambungan, seperti retak, porositas, serta *undercut* [1].

Shielded Metal Arc Welding (SMAW) adalah salah satu metode pengelasan manual yang umum digunakan karena kesederhanaannya dan fleksibilitas posisi pengelasan. Meski demikian, proses ini rentan terhadap cacat, khususnya *undercut*, yaitu alur atau cekungan pada sisi logam induk di sekitar sambungan las. Cacat ini tidak hanya menurunkan kekuatan sambungan, tetapi juga meningkatkan risiko retak akibat konsentrasi tegangan. Faktor-faktor penyebab *undercut* di antaranya adalah arus las yang terlalu tinggi, kecepatan pengelasan berlebih, panjang busur yang tidak sesuai, pemilihan elektroda yang tidak tepat, serta teknik dan posisi elektroda yang kurang stabil selama proses pengelasan berlangsung.

Variasi arus dan jenis elektroda merupakan dua parameter penting yang mempengaruhi kualitas hasil pengelasan. Arus terlalu rendah dapat menghasilkan penetrasi dangkal dan lasan yang tidak rata, sedangkan arus terlalu tinggi menyebabkan logam meleleh berlebihan dan berisiko *undercut*. Begitu pula, pemilihan elektroda yang tidak sesuai dengan material kerja akan berdampak pada kekuatan sambungan dan kemungkinan timbulnya cacat [4]. Posisi pengelasan juga turut berpengaruh; posisi 1G (datar) dianggap lebih stabil, namun tetap memerlukan pengaturan parameter yang tepat untuk menghindari cacat.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa variasi arus pada pengelasan ST 37 di posisi 3F masih menghasilkan *undercut*, dengan hasil terbaik pada arus 90 A. Namun, kajian tersebut belum mengikut sertakan variasi jenis elektroda dan belum menguji posisi pengelasan 1G. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi arus dan jenis elektroda terhadap cacat *undercut* pada pengelasan SMAW posisi 1G menggunakan material baja ST 41. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam menentukan kombinasi parameter pengelasan yang optimal guna meminimalkan cacat *undercut*.

TINJAUAN PUSTAKA

Shielded Metal Arc Welding (SMAW) merupakan metode pengelasan yang menggunakan busur listrik sebagai sumber panas untuk melelehkan logam dasar dan elektroda. Elektroda yang digunakan bersifat terlapis *fluks*, yang berfungsi sebagai pelindung logam cair dari kontaminasi atmosfer serta sebagai logam pengisi. Salah satu keunggulan utama dari SMAW adalah tidak memerlukan gas pelindung tambahan, menjadikannya metode yang praktis dan fleksibel. SMAW banyak digunakan di industri karena mampu diterapkan dalam berbagai posisi pengelasan dan tidak membutuhkan peralatan kompleks. Mesin las SMAW dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan arus: arus searah (DC), arus bolak-balik (AC), dan arus ganda (AC/DC). Mesin las DC memiliki dua polaritas: polaritas lurus (DC-), yang cocok untuk material berdensitas tinggi, dan polaritas terbalik (DC+), yang lebih sesuai untuk material berdensitas rendah [2].

Prinsip kerja elektroda pada SMAW sangat menentukan keberhasilan sambungan las. Elektroda berfungsi ganda sebagai logam pengisi dan pelindung dengan menghasilkan gas pelindung dan terak saat *fluks* terbakar. Setiap jenis elektroda memiliki karakteristik berbeda, seperti kekuatan tarik, kemampuan penetrasi, dan sifat mekanis. Pemilihan elektroda yang sesuai sangat penting, karena penggunaan elektroda yang tidak cocok dapat menyebabkan cacat las, seperti kurangnya penetrasi atau struktur sambungan yang lemah.



Parameter penting lain dalam pengelasan SMAW adalah arus listrik. Arus berperan langsung terhadap penetrasi las dan kestabilan busur. Arus yang terlalu rendah menghasilkan panas yang tidak mencukupi untuk melelehkan logam dasar, menyebabkan hasil las yang dangkal dan tidak stabil. Sebaliknya, arus yang terlalu tinggi dapat menyebabkan *over penetration*, deformasi logam dasar, dan munculnya cacat seperti *undercut*, terutama saat mengelas baja karbon rendah yang tipis [3]. Oleh karena itu, pemilihan arus harus disesuaikan dengan diameter elektroda dan ketebalan material.

Baja ST 41 merupakan jenis baja karbon rendah dengan kandungan karbon antara 0,08% hingga 0,20%. Baja ini memiliki kekuatan tarik minimum sebesar 41 kg/mm² dan umum digunakan pada struktur industri karena stabilitas dimensi dan kekuatan mekanisnya yang baik [5].

Untuk mendeteksi cacat las seperti *undercut*, salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Liquid Penetrant Test* (LPT), yang termasuk dalam kategori *Non-Destructive Testing* (NDT). Metode ini memanfaatkan prinsip kapilaritas, yaitu kemampuan cairan *penetrant* untuk meresap ke dalam celah-celah kecil atau retakan di permukaan logam. Setelah aplikasi *penetrant* dan pembersihan permukaan, developer digunakan untuk menarik sisa *penetrant* dari dalam cacat, sehingga cacat menjadi terlihat jelas [4]. Teknik ini efektif untuk mengidentifikasi cacat permukaan seperti retakan, porositas, dan percikan logam, tanpa merusak benda uji.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimen dengan tujuan menjelaskan hubungan sebab-akibat antara variasi arus dan elektroda terhadap cacat *undercut*. Penelitian ini menggunakan pendekatan *experimental*, untuk menguji variabel bebas dan variabel terikat.

Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas yaitu variabel yang bisa mempengaruhi dari variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi arus 75 A, 85 A, 95 A dan elektroda E6013, E7018 berdiameter 2,6mm.

2. Variabel Terikat

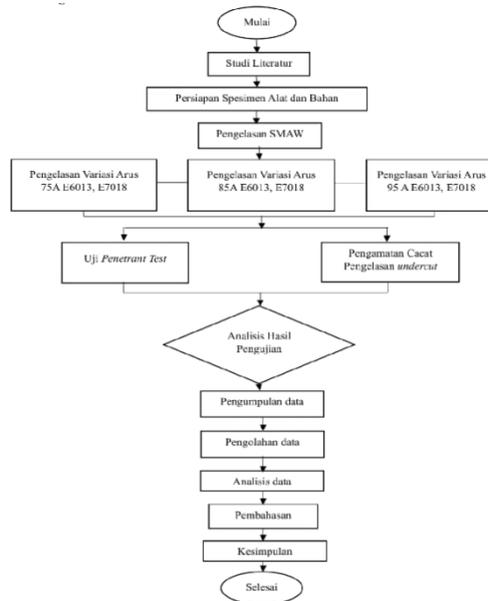
Dalam penelitian ini variabel terikatnya ialah cacat pengelasan *undercut*.

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel pengendali. Variabel kontrol adalah jenis variabel yang hadir selama proses pembuatan spesimen tetapi tidak memiliki pengaruh atau dipengaruhi oleh kasus yang sedang diteliti. Variabel ini digunakan untuk memastikan bahwa hasil penelitian tetap valid dengan meminimalkan pengaruh faktor luar yang tidak relevan. Variabel control dalam penelitian ini adalah posisi pengelasan 1G, material st 41 dan operator las yang bersertifikat.



Alur Penelitian



Gambar 1. Alur penelitian

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian berupa *Liquid Penetrant Test* yaitu cairan *penetrant* yang digunakan untuk mengetahui timbulnya cacat pengelasan pada *specimen*.

Teknik Pengumpulan Data

Dalam proses mengumpulkan data yang diperlukan oleh peneliti maka peneliti menggunakan beberapa metode, sebagai berikut:

1. Eksperimental dengan melakukan pengelasan menggunakan variasi arus 75A, 85A, 95A dan elektroda E6013, E7018 berdiameter 2,6mm, untuk mengevaluasi pengaruh parameter tersebut pada cacat *undercut*.
2. Pengamatan langsung dilakukan setelah uji *penetrant tests* untuk melihat timbulnya cacat las.

Teknik Analisis Data

Teknik Analisis data yang dipakai adalah deskriptif kuantitatif. Analisis ini dipakai untuk mengetahui presentase cacat *undercut* yang timbul pada setiap spesimen las. Data tersebut diperlukan untuk mengetahui apakah variasi arus atau elektroda yang dipakai berpengaruh terhadap timbulnya cacat pengelasan *undercut*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini menghasilkan data kuantitatif yang diperoleh melalui pengujian *Liquid Penetrant Test* (LPT) terhadap 18 spesimen pengelasan dengan menggunakan variasi arus 75 A, 85 A, dan 95 A serta dua jenis elektroda, yaitu E6013 dan E7018. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk mengidentifikasi cacat pengelasan *undercut* pada proses *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Setiap spesimen diklasifikasikan berdasarkan kombinasi parameter arus dan jenis elektroda yang digunakan. Pengelompokan ini dilakukan agar analisis terhadap kecenderungan munculnya cacat *undercut* dapat dilakukan secara sistematis. Hasil deteksi cacat pada masing-masing spesimen kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, sehingga memudahkan visualisasi distribusi dan frekuensi cacat yang ditemukan.



Tabel 1 hasil pengujian

Jumlah <i>undercut</i> yang timbul						
E	E6013			E7018		
A	7	8	9	7	8	9
	5	5	5	5	5	5
Spesimen 1	1	0	1	1	1	2
Spesimen 2	0	1	0	0	3	1
Spesimen 3	1	1	2	1	0	1

Dari tabel hasil pengujian dapat dihitung presentase cacat *undercut* yang timbul pada setiap variasi arus dan elektroda yang dipakai pada 18 spesimen pengelasan.

Arus (A)	<i>Undercut</i> (%)
75	24%
85	35%
95	41%
Elektroda (E)	<i>Undercut</i> (%)
E6013	41%
E7018	59%

Tabel 2 presentase cacat *undercut*

Pengujian terhadap cacat *undercut* pada pengelasan SMAW dengan material baja ST 41 menunjukkan bahwa persentase cacat sangat dipengaruhi oleh variasi arus dan jenis elektroda yang digunakan. Berdasarkan data yang diperoleh, penggunaan arus 75 A menghasilkan persentase *undercut* terendah sebesar 24%. Nilai ini meningkat menjadi 35% pada arus 85 A, dan mencapai angka tertinggi 41% pada arus 95 A. Tren ini menunjukkan bahwa semakin tinggi arus yang digunakan, semakin besar risiko terjadinya cacat *undercut*.

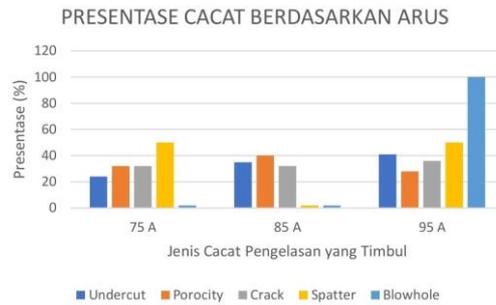
Selain arus, jenis elektroda juga memberikan pengaruh signifikan. Elektroda E6013 mencatatkan persentase cacat *undercut* sebesar 41%, sedangkan elektroda E7018 menghasilkan persentase lebih tinggi, yakni 59%. Hal ini menunjukkan bahwa elektroda E7018 cenderung lebih sensitif terhadap perubahan parameter pengelasan, terutama pada arus tinggi, sehingga memerlukan pengendalian yang lebih ketat dari operator. Secara keseluruhan, hasil pengujian ini mengindikasikan bahwa kombinasi penggunaan arus rendah 75 A dan elektroda E6013 lebih efektif dalam meminimalkan cacat *undercut*.

Pembahasan

Hasil pengujian *penetrant test* tidak hanya *undercut* namun ada beberapa cacat lain yang ditemukan seperti pada tabel 3 dibawah.

Tabel 3 presentase cacat berdasarkan arus

A	<i>Undercut</i>	<i>Porosity</i>	<i>Crack</i>	<i>Spatter</i>	<i>Blowhole</i>
75	24%	32%	32%	50%	0%
85	35%	40%	32%	0%	0%
95	41%	28%	36%	50%	100%

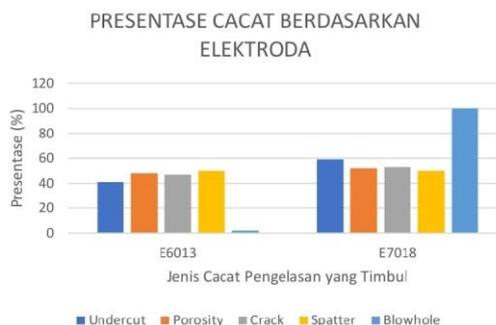


Gambar 2 grafik presentase cacat pengelasan

Cacat *undercut* menunjukkan tren meningkat seiring bertambahnya arus, dari 24% pada 75 A menjadi 41% pada 95 A, mengindikasikan bahwa arus tinggi memperbesar risiko *undercut*. Sebaliknya, *porosity* tertinggi justru terjadi pada arus 85 A sebesar 40%, sementara pada 75 A dan 95 A menurun, menunjukkan bahwa *porosity* lebih dipengaruhi oleh kestabilan gerakan dan kondisi permukaan, bukan hanya arus. *Crack* relatif stabil pada 75 A dan 85 A 32% dan sedikit meningkat menjadi 36% pada 95 A. *Spatter* paling banyak ditemukan pada arus 75 A dan 95 A 50%, serta tidak muncul pada arus 85 A, menunjukkan bahwa arus menengah cenderung menghasilkan busur lebih stabil. Sementara itu, *blowhole* hanya muncul pada arus 95 A dengan persentase 100%, menandakan bahwa arus tinggi dapat memicu terjebak gas dalam kolam las.

Tabel 4 presentase cacat berdasarkan elektroda

E	<i>Undercut</i>	<i>Porosity</i>	<i>Crack</i>	<i>Spatter</i>	<i>Blowhole</i>
E6013	41%	48%	47%	50%	0%
E7018	59%	52%	53%	50%	100%



Gambar 3 grafik presentase cacat pengelasan

Berdasarkan jenis elektroda, E7018 menghasilkan cacat *undercut* lebih tinggi (59%) dibanding E6013 (41%), menunjukkan bahwa E7018 lebih sensitif terhadap parameter proses, khususnya pada arus tinggi. Cacat *porosity* juga sedikit lebih tinggi pada E7018 (52%) dibanding E6013 (48%). Untuk *crack*, E7018 mencatatkan 53% dan E6013 sebesar 47%, dengan selisih yang tidak terlalu signifikan. *Spatter* muncul dengan persentase yang sama pada kedua elektroda, yakni 50%.

Perbedaan paling mencolok terlihat pada cacat *blowhole*, di mana E6013 tidak menunjukkan adanya cacat ini 0%, sementara E7018 menghasilkan *blowhole* sebesar 100%. Hal ini menunjukkan bahwa E7018 lebih berisiko menyebabkan gas terjebak dalam kolam las, terutama jika teknik pengelasan tidak dilakukan secara stabil dan terkontrol. Secara keseluruhan, E6013 cenderung menghasilkan cacat yang lebih rendah dan stabil



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Fajar Satriya Hadi, ibu Retno Eka Pramitasari, dan bapak Mochamad Arif Irfa'i atas dukungan dan kontribusi yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga mengapresiasi Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasyim Asy'ari atas fasilitas dan kesempatan yang telah disediakan.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Variasi arus berpengaruh signifikan terhadap jumlah dan jenis cacat pengelasan. Arus 75 A menghasilkan persentase *undercut* terendah sebesar 24%, sedangkan arus 95 A menghasilkan *undercut* tertinggi sebesar 41%. Cacat *porosity* tertinggi terjadi pada arus 85 A sebesar 40%, sedangkan *blowhole* hanya muncul pada arus 95 A dengan persentase 100%. Cacat *crack* cenderung stabil di kisaran 32%-36%, sedangkan *spatter* muncul dominan pada arus 75 A dan 95 A. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan arus cenderung meningkatkan potensi cacat *undercut* dan *blowhole*, terutama bila tidak diimbangi dengan teknik pengelasan yang tepat.
2. Elektroda E7018 menghasilkan persentase *undercut* lebih tinggi 59% dibandingkan E6013 41%. Cacat *porosity* dan *crack* juga lebih dominan pada E7018, masing-masing sebesar 52% dan 53%, dibandingkan E6013 sebesar 48% dan 47%. Cacat *blowhole* hanya ditemukan pada E7018 dengan persentase 100%, sedangkan E6013 tidak menunjukkan adanya *blowhole* sama sekali. Dengan demikian, elektroda E6013 lebih stabil dalam menekan jumlah dan variasi cacat pengelasan dibandingkan E7018, khususnya dalam hal *undercut* dan *blowhole*.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyampaikan beberapa pemikiran untuk penelitian berikutnya dengan topik yang serupa. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat lebih baik. Berikut adalah saran dari peneliti:

1. Untuk meminimalkan jumlah cacat *undercut* yang muncul peneliti dapat menggunakan ampere yang rendah karena ampere yang tinggi cenderung meningkatkan cacat yang timbul.
2. Tambahkan metode pengujian *non destructive test* atau pengujian tidak merusak seperti *radiografi* atau *ultrasonik* untuk mendeteksi cacat internal dan tambahkan metode pengujian *destructive test* atau pengujian merusak seperti *tensile test* atau uji tarik, *bend test* atau uji bending.
3. Untuk penelitian berikutnya dengan topik serupa, disarankan menambahkan parameter yang lebih luas seperti kecepatan pengelasan atau jenis material yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Erika, E., & Falahi, N. H. (2022). Analisa pengaruh kuat arus las SMAW terhadap cacat pengelasan. *Presisi*, 24(1), 51-55.
- [2] Hamid, A. (2016). Analisa pengaruh arus pengelasan SMAW pada material baja karbon rendah terhadap kekuatan material hasil sambungan. *Jurnal Teknologi Elektro*, 7(1), 142-145.
- [3] Oktovalen, F. (2021). Pengaruh variasi arus pada pengelasan baja ST37 menggunakan las *shield metal arc welding* (SMAW) dengan posisi pengelasan 3F. *Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung*
- [4] Pratama, R. Y., Basuki, M., & Pranatal, E. (2020). Pengaruh variasi arus pengelasan SMAW untuk posisi pengelasan 1G pada material baja kapal SS 400 terhadap cacat pengelasan. *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan (SEMITAN)*, 2(1), 203-209.
- [5] Taryana, A. (2017). Analisis sifat mekanik baja SKD 61 dengan baja ST 41 dilakukan *hardening* dengan variasi temperatur. *Bina Teknika*, 13(2), 189-199.