

# Analisa Pengaruh Parameter Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Sambungan pada Baja ST37

Finky Riandi Prayoga\*<sup>1</sup>  
Bambang Dwi Haripriadi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Politeknik Negeri Bengkalis

\*e-mail: [finkyriandi07@gmail.com](mailto:finkyriandi07@gmail.com)<sup>1</sup>, [bambang@polbeng.ac.id](mailto:bambang@polbeng.ac.id)<sup>2</sup>

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh parameter pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) terhadap kekuatan sambungan pada baja ST37. Tiga parameter utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah arus pengelasan (100A, 110A, 120A), jenis kampuh (V, X, K), dan jenis elektroda (E7018 3.2). Pengujian dilakukan dengan metode Destructive Test (DT), khususnya uji bending, untuk menilai kekuatan mekanik sambungan las. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi arus pengelasan dan jenis kampuh memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan sambungan. Parameter pengelasan yang paling berpengaruh terhadap kekuatan mekanik sambungan ditemukan pada kampuh V dengan arus 120A, yang menghasilkan nilai rata-rata kekuatan sambungan tertinggi sebesar (21,75). Sebaliknya, nilai terendah dari hasil pengujian uji bending ditemukan pada kampuh K dengan arus 110A, yang menghasilkan nilai rata-rata kekuatan sambungan sebesar (17,35). Hasil ini memberikan panduan penting bagi praktisi pengelasan dalam mengoptimalkan parameter untuk mencapai sambungan yang kuat dan minim perubahan bentuk pada sambungan pengelasan.

**Kata kunci :** SMAW, Uji Bending, Kampuh, Arus, Taguchi, ANOVA

## Abstract

This study aims to analyze the influence of Shielded Metal Arc Welding (SMAW) parameters on the joint strength of ST37 steel. The research utilizes three main parameters: welding current (100A, 110A, 120A), groove type (V, X, K), and electrode type (E7018 3.2). The testing was conducted using the Destructive Test (DT) method, specifically the bending test, to assess the mechanical strength of the weld joint. The results show that variations in welding current and groove type significantly affect the joint strength. The most influential welding parameter on the mechanical strength of the joint was found to be the V groove with a current of 120A, yielding the highest average joint strength value of (21.75). Conversely, the lowest value in the bending test results was obtained with the K groove using a current of 110A, with an average joint strength value of (17.35). These findings provide valuable guidance for welding practitioners in optimizing parameters to achieve strong joints with minimal distortion in the weld.

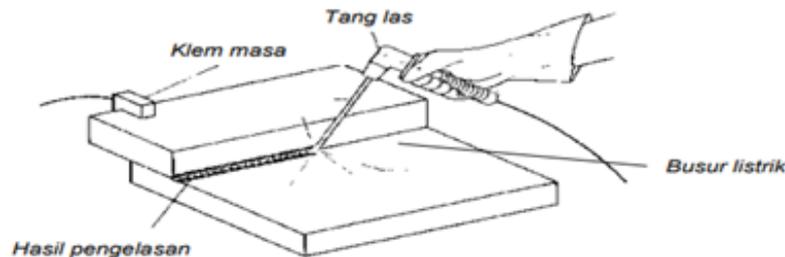
**Keywords:** SMAW, Bending Test, Groove, Current, Taguchi, ANOVA

## PENDAHULUAN

Pengelasan memegang peranan penting dalam perkembangan teknologi industri manufaktur, terutama dalam rancang bangun, rekayasa, dan reparasi logam. Banyak komponen dan produk industri yang membutuhkan penyambungan melalui teknik pengelasan, yang mencakup berbagai sektor seperti transportasi, bejana tekan, rangka baja, pipa saluran, jembatan, perkapalan, dan alat berat. Proses pengelasan memerlukan keterampilan tinggi agar sambungan yang dihasilkan berkualitas dan sesuai dengan standar yang berlaku. Pengelasan dapat dibagi menjadi dua kategori utama: pengelasan dengan las gas dan pengelasan dengan las listrik. Salah satu metode yang sering digunakan dalam pengelasan las listrik adalah SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*). Metode ini banyak digunakan karena biaya yang lebih rendah, kemudahan operasional, dan kepraktisannya.

Sebagaimana dalam AWS (*American Welding Society*), prinsip dari SMAW adalah menggunakan panas dari busur untuk mencairkan logam dasar dan ujung sebuah consumable

elektroda tertutup dengan tegangan listrik yang dipakai 23-45 Volt, dan untuk pencairan digunakan arus listrik hingga 500 *ampere* yang umum digunakan berkisar antara 80– 200 ampere (M Rizsaldy Sugestian,2019).Penyalan busur listrik dilakukan dengan mendekatkan elektroda ke bahan yang akan dilas dengan jarak tertentu. Dengan demikian arus listrik akan mengalir dari elektroda ke bahan yang akan dilas. Panas pada proses pengelasan SMAW dapat mencapai 5000°C.



Gambar. Prinsip Kerja Las Busur Manual (LBM)

Gambar 1. Skema dan Peralatan Kerja Las Busur Listrik SMAW

Dalam pengelasan SMAW pada plat tebal (lebih dari 5 mm) yang digunakan dalam konstruksi kapal atau tangki, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas hasil pengelasan, antara lain arus pengelasan dan jenis kampuh. Kampuh berfungsi menciptakan tepi atau sudut tertentu pada logam yang meningkatkan kekuatan sambungan, sementara arus pengelasan adalah parameter utama yang menentukan kualitas sambungan las. Untuk menguji kualitas sambungan las, berbagai metode pengujian mekanik dan fisik dapat digunakan, salah satunya adalah uji bending. Uji bending ini mengukur kemampuan material dalam menahan beban lentur sebelum mengalami deformasi permanen atau keretakan, memberikan informasi penting tentang sifat mekanik material, seperti modulus elastisitas dan kekuatan lentur.

Baja ST 37, yang digunakan dalam penelitian ini, merupakan baja karbon rendah dengan kekuatan tarik maksimum 37 Kg/mm<sup>2</sup>. Baja ini banyak digunakan dalam industri manufaktur, termasuk untuk panel body otomotif, tin plate, dan jembatan. Penyambungan baja ST 37 menggunakan pengelasan SMAW banyak diaplikasikan dalam berbagai industri. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi arus pengelasan dan jenis kampuh terhadap kekuatan sambungan baja ST 37 melalui uji bending. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan panduan bagi praktisi pengelasan dalam mengoptimalkan parameter-parameter pengelasan untuk menghasilkan sambungan yang kuat dan minim distorsi.

## METODE

Metode penelitian ini melibatkan serangkaian langkah yang sistematis dalam menganalisis pengaruh parameter pengelasan SMAW terhadap kekuatan sambungan pada baja ST37. Penelitian dimulai dengan pengumpulan data awal, termasuk pengukuran dan persiapan plat baja ST37 sebagai spesimen. Spesimen ini kemudian dibuat dengan pengukuran yang cermat, pemotongan, pembuatan kampuh, dan pengelasan menggunakan mesin las SMAW. Pengelasan dilakukan dengan menggunakan elektroda LB52U untuk bagian root dengan diameter 2,6 mm dan

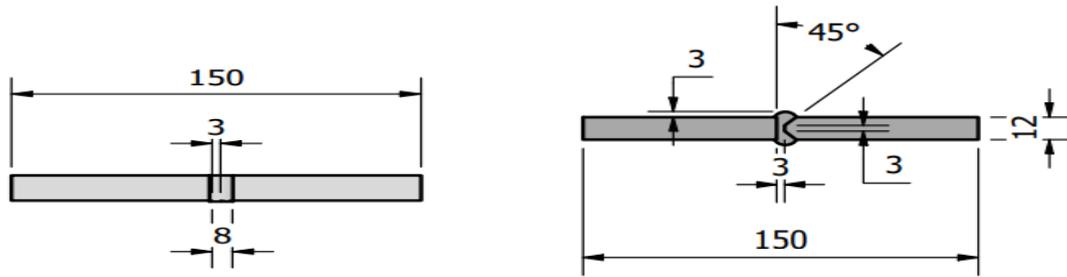
elektroda RD718 untuk bagian capping dengan diameter 3,2 mm, guna memastikan hasil pengelasan yang optimal. Setelah spesimen selesai dibuat, pengujian dilakukan menggunakan uji bending untuk mengevaluasi kekuatan dan ketahanan sambungan las. Pengujian ini dilakukan menggunakan mesin uji bending universal, yang mampu memberikan informasi penting tentang sifat mekanis spesimen, seperti kekuatan lentur dan karakteristik patahan.



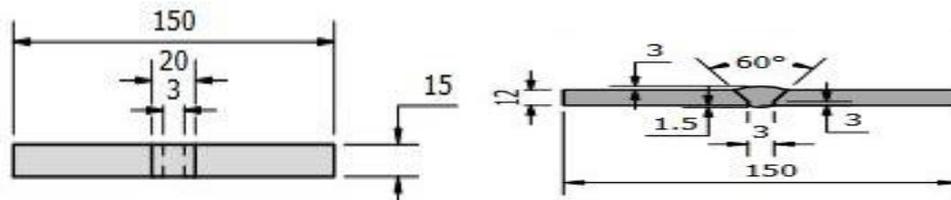
Gambar 2. Mesin Uji Bending Universal

Parameter pengelasan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup arus pengelasan, dengan variasi arus yang diatur pada tingkat 100A, 110A, dan 120A untuk elektroda E7016 dan E7018. Selain itu, kampuh pengelasan yang digunakan meliputi kampuh V tunggal, kampuh X, dan kampuh K, yang dipilih berdasarkan ketebalan material dan aplikasi yang diinginkan. Pengumpulan data dilakukan dengan metode Taguchi, menggunakan susunan orthogonal array L9 untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh dan menentukan kondisi optimum dari parameter pengelasan yang diuji. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk menarik kesimpulan mengenai pengaruh parameter pengelasan terhadap kekuatan sambungan pada baja ST37.

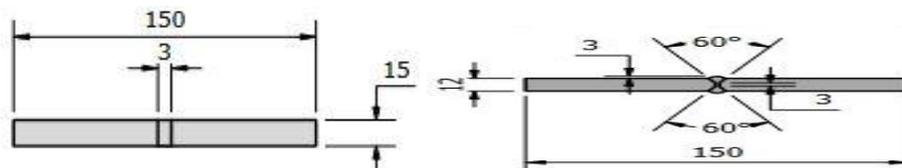
Untuk menganalisis hasil pengamatan, dilakukan dua pendekatan. Pertama, analisis data secara statistik menggunakan metode *Signal-to-Noise Ratios* (S/N Ratios) dengan kriteria "smaller is the better" dan *Analysis of Variance* (ANOVA). S/N Ratios digunakan untuk mengevaluasi efek faktor dari setiap parameter yang dipilih, sehingga dapat diidentifikasi kombinasi kondisi yang mempengaruhi respons pengamatan. Sementara itu, ANOVA digunakan untuk menentukan sejauh mana setiap parameter berpengaruh terhadap kekuatan sambungan pengelasan. Penggunaan kampuh las tidak hanya berfungsi sebagai tempat pengisi bahan lasan, tetapi juga memperkuat desain sambungan pengelasan. Adapun spesimen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tiga jenis kampuh, yaitu kampuh K, V, dan X. Kampuh K adalah teknik pengelasan yang menggabungkan dua material dengan membentuk sambungan berbentuk "K". Kampuh V, di sisi lain, merupakan teknik pengelasan di mana kedua bagian yang akan disambungkan dipersiapkan dalam bentuk "V" dengan sudut kemiringan 60°. Sementara itu, kampuh X adalah metode pengelasan di mana dua material disiapkan dan digabungkan membentuk sambungan "X" dengan kemiringan atas dan bawah masing-masing 60°.



Gambar 3. Tampak Atas dan Tampak Depan Kampuh K



Gambar 4. Tampak Atas dan Tampak Depan Kampuh V



Gambar 5. Tampak Atas dan Tampak Depan Kampuh X

Proses pengambilan data spesimen pengelasan dilakukan melalui uji bending dengan langkah-langkah berikut: pertama, mempersiapkan benda uji sesuai standar yang berlaku. Setelah itu, benda uji ditempatkan pada mesin uji tarik-bending dengan dukungan yang sesuai. Mesin uji kemudian diatur sesuai dengan parameter pengujian yang diinginkan, seperti uji kekuatan sambungan pengelasan. Pengujian dimulai dengan memberikan beban secara perlahan pada benda uji hingga mencapai titik kegagalan atau deformasi tertentu. Data dicatat saat benda uji mengalami deformasi dan mencapai titik patah.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data yang diperoleh digunakan sebagai acuan untuk menilai pengaruh arus dan jenis kampuh terhadap kekuatan sambungan las. Pengumpulan data dilakukan melalui uji bending yang dianalisis menggunakan metode Taguchi dan ANOVA dengan bantuan software Minitab. Analisis ini bertujuan untuk menentukan kombinasi arus dan kampuh yang paling sesuai untuk mencapai kekuatan sambungan optimal pada baja ST37 dengan ketebalan plat 12 mm.

**Hasil *Orthogonal* Desain Taguchi -L9**

Pada tabel berikut, disajikan hasil analisis sambungan pengelasan yang menggunakan metode Taguchi melalui uji *bending*.

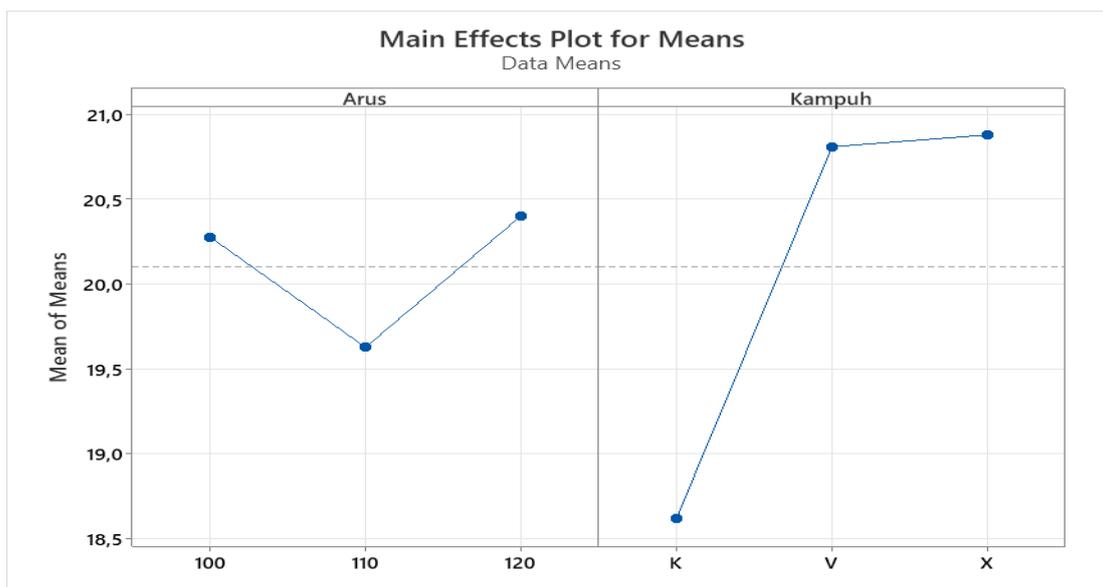
Tabel 1. Hasil Pengujian Taguchi

| No | L <sub>9</sub> (3 <sup>2</sup> ) |        |               |               |          |
|----|----------------------------------|--------|---------------|---------------|----------|
|    | Arus                             | Kampuh | Uji bending 1 | Uji Bending 2 | Mean     |
| 1  | 100                              | V      | 19,86 kN      | 21,72 kN      | 20,79 kN |
| 2  | 100                              | X      | 20,60 kN      | 20,42 kN      | 20,51 kN |
| 3  | 100                              | K      | 19,72 kN      | 19,34 kN      | 19,53 kN |

| No | L <sub>9</sub> (3 <sup>2</sup> ) |        |               |               |          |
|----|----------------------------------|--------|---------------|---------------|----------|
|    | Arus                             | Kampuh | Uji bending 1 | Uji Bending 2 | Mean     |
| 4  | 110                              | V      | 20,02 kN      | 19,74 kN      | 19,88 kN |
| 5  | 110                              | X      | 21,74 kN      | 21,56 kN      | 21,65 kN |
| 6  | 110                              | K      | 16,44 kN      | 18,26 kN      | 17,35 kN |
| 7  | 120                              | V      | 21,80 kN      | 21,70 kN      | 21,75 kN |
| 8  | 120                              | X      | 19,68 kN      | 21,26 kN      | 20,47 kN |
| 9  | 120                              | K      | 19,70 kN      | 18,26 kN      | 18,98 kN |

Tabel di atas menyajikan hasil pengujian bending untuk sembilan kombinasi berbeda dari dua variabel utama, yaitu arus listrik dan jenis kampuh. Tiga jenis kampuh yang diuji meliputi kampuh V, X, dan K, masing-masing diuji pada tiga tingkat arus listrik yang berbeda, yakni 100, 110, dan 120 Ampere. Setiap kombinasi diuji dua kali (Uji Bending 1 dan Uji Bending 2) untuk mengidentifikasi perbedaan kekuatan antara kampuh dan arus yang digunakan. Hasil dari kedua pengujian tersebut kemudian dirata-rata, yang ditampilkan pada kolom terakhir tabel. Nilai rata-rata ini berfungsi untuk menentukan kualitas dari setiap kombinasi arus listrik dan jenis kampuh dalam hal kekuatan bending. Kampuh V dengan arus 120 Ampere menunjukkan nilai rata-rata tertinggi (21,75), sedangkan kampuh K dengan arus 110 Ampere memiliki nilai rata-rata terendah (17,35).

Berdasarkan hasil yang ditampilkan, terlihat bahwa kampuh V pada arus 120 Ampere menghasilkan kekuatan bending tertinggi, menunjukkan bahwa kombinasi ini memberikan sambungan las yang paling kuat. Sebaliknya, kampuh K pada arus 110 Ampere menghasilkan kekuatan terendah, mengindikasikan bahwa kombinasi ini kurang efektif dalam menghasilkan sambungan las yang kuat. Perbedaan signifikan ini menunjukkan pentingnya pemilihan parameter yang tepat, yaitu arus listrik dan jenis kampuh, untuk mengoptimalkan kekuatan sambungan pada baja ST37. Hasil ini juga menegaskan bahwa arus listrik yang lebih tinggi cenderung meningkatkan kekuatan sambungan las, terutama bila dikombinasikan dengan kampuh yang sesuai



Gambar 6. Grafik Mean Effects Plot Means

Grafik di atas menampilkan Plot Efek Utama untuk rata-rata, yang memperlihatkan nilai rata-rata dari berbagai faktor dalam penelitian. Plot ini dibagi menjadi dua bagian, dengan arus listrik di sebelah kiri dan jenis kampuh di sebelah kanan. Grafik ini menggambarkan efek utama

dari arus listrik dan kampuh terhadap rata-rata hasil uji bending. Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa saat arus meningkat dari 100A ke 110A, rata-rata nilai bending menurun. Namun, ketika arus dinaikkan lagi ke 120A, rata-rata nilai bending kembali meningkat. Hal ini menunjukkan adanya efek yang tidak linier antara arus listrik dan hasil uji bending. Di sisi lain, pada bagian kampuh, terlihat bahwa kampuh K memiliki nilai rata-rata bending paling rendah, sementara kampuh V dan X menunjukkan nilai yang jauh lebih tinggi. Perbedaan ini sangat mencolok, dengan kampuh V dan X menunjukkan kekuatan yang jauh lebih besar dibandingkan kampuh K. Perbedaan besar ini mungkin disebabkan oleh perubahan sifat panas sebelum melakukan pengujian bending.

Perbedaan yang signifikan dalam grafik ini menunjukkan bahwa jenis kampuh memiliki pengaruh yang lebih dominan terhadap hasil uji bending dibandingkan variasi arus listrik. Kampuh K, yang memiliki nilai rata-rata terendah, sangat berbeda dengan kampuh V dan X yang menunjukkan hasil lebih tinggi. Kemungkinan, perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan struktur atau desain kampuh yang secara signifikan mempengaruhi kekuatan dan ketahanan material terhadap bending. Dari grafik yang ditunjukkan, dapat disimpulkan bahwa variasi arus listrik dan jenis kampuh memiliki pengaruh yang berbeda terhadap kekuatan sambungan pada uji bending. Meskipun arus listrik menunjukkan pola yang tidak linier, jenis kampuh tampaknya memiliki dampak yang lebih besar terhadap kekuatan sambungan. Kampuh V dan X, yang menunjukkan nilai bending yang lebih tinggi, mungkin memiliki desain yang lebih optimal untuk mendistribusikan tekanan secara merata, meningkatkan daya tahan material. Sebaliknya, kampuh K yang menunjukkan nilai terendah, mungkin memiliki desain yang kurang efektif dalam mendistribusikan tekanan, sehingga mengurangi kekuatan sambungan. Oleh karena itu, dalam aplikasi praktis, pemilihan jenis kampuh yang tepat dapat menjadi faktor kunci untuk memastikan kekuatan sambungan yang optimal pada baja ST37.

### Data Hasil Analysis of Variances (ANOVA)

Tabel berikut menyajikan hasil ANOVA untuk dua faktor, yaitu arus dan kampuh, serta error. Data ini mencakup derajat kebebasan (DF), jumlah kuadrat yang disesuaikan (Adj SS), kuadrat tengah yang disesuaikan (Adj MS), nilai F (F-Value), nilai P (P-Value), dan nilai kontribusi.

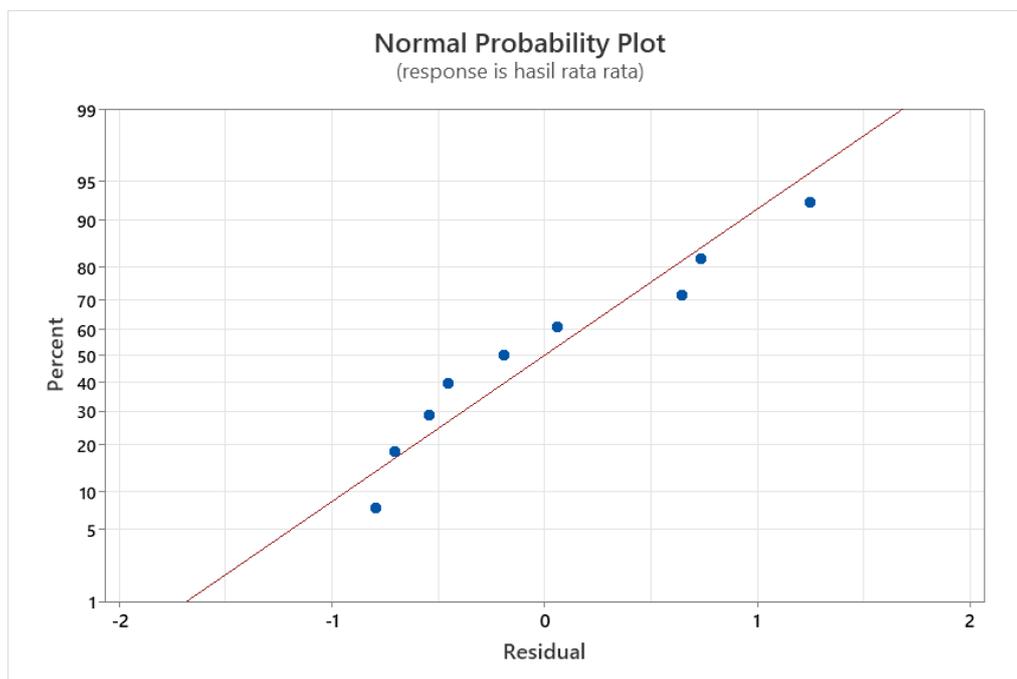
Tabel 2. Data Hasil *Analysis of Variances*

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value | Kontribusi |
|--------|----|--------|--------|---------|---------|------------|
| arus   | 2  | 1.036  | 0.5179 | 0.50    | 0.642   | 6.86%      |
| kampuh | 2  | 9.879  | 4.9395 | 4.72    | 0.088   | 65.44%     |
| Error  | 4  | 4.182  | 1.0454 |         |         | 27.70%     |
| Total  | 8  | 15.096 |        |         |         | 100%       |

Pada tabel di atas ditampilkan hasil dari Analisis Varian (ANOVA) yang digunakan untuk mengukur pengaruh variabel bebas, yaitu arus dan jenis kampuh, terhadap variabel terikat, yaitu hasil uji bending. "Source" merujuk pada faktor-faktor yang diuji, yaitu arus, jenis kampuh, dan error (kesalahan residu). "DF" (*Degrees of Freedom*) menunjukkan jumlah kebebasan dalam perhitungan statistik, dengan arus dan kampuh masing-masing memiliki 2 derajat kebebasan, dan error memiliki 4. "Adj SS" (*Adjusted Sum of Squares*) menunjukkan variabilitas data yang dijelaskan oleh setiap faktor, dengan nilai 1.036 untuk arus, 9.879 untuk kampuh, dan 4.182 untuk error, sehingga totalnya menjadi 15.096. "Adj MS" (*Adjusted Mean Squares*) dihitung dengan

membagi Adj SS dengan DF, di mana arus memiliki nilai 0.5179, kampuh 4.9395, dan error 1.0454. "*F-Value*" mengindikasikan seberapa besar pengaruh suatu faktor terhadap variabel terikat dibandingkan dengan variabilitas acak; arus memiliki *F-Value* 0.50, sementara kampuh memiliki *F-Value* 4.72. "*P-Value*" digunakan untuk menilai signifikansi statistik, dengan nilai di bawah 0.05 dianggap signifikan. Arus memiliki *P-Value* 0.642, yang menunjukkan bahwa pengaruhnya tidak signifikan, sedangkan kampuh memiliki *P-Value* 0.088, yang mendekati signifikan namun masih di atas ambang 0.05. Kontribusi persentase menunjukkan seberapa besar proporsi variabilitas total yang dijelaskan oleh setiap faktor, dengan arus berkontribusi sebesar 6.86%, kampuh 65.44%, dan error 27.70%.

Dari hasil ANOVA yang disajikan dalam tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa jenis kampuh memiliki pengaruh yang jauh lebih dominan terhadap hasil uji bending dibandingkan dengan arus. Kampuh menjelaskan sekitar 65.44% dari variabilitas total, menunjukkan bahwa perbedaan dalam jenis kampuh memiliki dampak besar pada kekuatan sambungan pengelasan. Sebaliknya, arus hanya menjelaskan 6.86% dari variabilitas, yang menunjukkan pengaruhnya tidak signifikan secara statistik pada hasil uji bending. Nilai P untuk jenis kampuh mendekati tingkat signifikansi 0.05, menunjukkan kemungkinan besar bahwa jenis kampuh dapat memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil, meskipun tidak cukup kuat pada tingkat kepercayaan 95%. Error yang tinggi (27.70%) menunjukkan bahwa ada variabel lain yang tidak dijelaskan dalam model ini, yang mungkin juga mempengaruhi hasil uji bending. Ini mengindikasikan perlunya eksplorasi lebih lanjut terhadap faktor-faktor lain yang mungkin berkontribusi pada variabilitas hasil.



Gambar 7. Grafik *Normal Probability Plot*

Grafik di atas menampilkan *normal probability plot* dari residual, yang digunakan untuk memeriksa apakah residual dalam analisis data mengikuti distribusi normal. Residual adalah selisih antara nilai yang diamati dan nilai yang diprediksi oleh model. Pada pengujian normalitas untuk kekuatan sambungan pengelasan, diperoleh *P-Value* sebesar 0,088. Karena nilai ini lebih

besar dari tingkat signifikansi sebesar  $\alpha = 5\%$  (0,05), maka dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal. Hal ini didukung oleh penelitian Hermawan et al. (2018). Pada grafik tersebut, sumbu horizontal menunjukkan nilai residual, yang menggambarkan seberapa jauh setiap pengamatan menyimpang dari nilai yang diharapkan oleh model. Residual positif berarti nilai pengamatan lebih tinggi dari nilai prediksi, sementara residual negatif berarti sebaliknya. Sumbu vertikal menunjukkan persentase kumulatif dari residual yang diurutkan, mulai dari 0% hingga 100%. Garis merah di grafik mewakili distribusi normal yang ideal. Jika residual mengikuti distribusi normal, maka titik-titik pada grafik akan berada di sepanjang garis ini. Titik-titik biru menunjukkan nilai residual aktual yang diurutkan berdasarkan nilai dan diplot terhadap distribusi normal yang diharapkan.

Mayoritas titik-titik biru pada grafik berada di dekat garis merah, menunjukkan bahwa residual mendekati distribusi normal. Ini menunjukkan bahwa asumsi normalitas residual dalam model ini dapat diterima. Namun, ada beberapa titik yang menyimpang dari garis merah, terutama di bagian ekstrem (bawah dan atas). Meskipun penyimpangan ini tidak menunjukkan pelanggaran serius terhadap asumsi normalitas, deviasi yang sangat besar bisa mengindikasikan adanya outlier atau distribusi residual yang tidak normal.

Secara keseluruhan, grafik ini menunjukkan bahwa residual atau perbedaan antara nilai yang diamati dan nilai yang diprediksi oleh model statistik cenderung mengikuti distribusi normal dengan baik, meskipun ada beberapa deviasi kecil. Hal ini mendukung validitas penggunaan teknik analisis yang mengasumsikan normalitas residual, seperti ANOVA. Namun, perhatian khusus perlu diberikan pada titik-titik yang menyimpang jauh dari garis normal, karena ini dapat mempengaruhi hasil analisis statistik.

Grafik *normal probability plot* dari residual ini berperan penting dalam memastikan bahwa asumsi normalitas residual dalam model statistik dipenuhi. Nilai P-Value sebesar 0,088, yang lebih besar dari tingkat signifikansi 0,05, menegaskan bahwa data berdistribusi normal, mendukung validitas model yang digunakan. Namun, beberapa deviasi kecil dari garis normal menunjukkan adanya kemungkinan outlier atau ketidaksesuaian distribusi di bagian ekstrem. Meskipun deviasi ini tidak cukup besar untuk membatalkan asumsi normalitas, mereka tetap memerlukan perhatian. Jika deviasi ini diabaikan, bisa jadi ada implikasi terhadap hasil dan interpretasi dari analisis statistik yang dilakukan. Oleh karena itu, meskipun model ini pada dasarnya valid, langkah-langkah tambahan mungkin diperlukan untuk memastikan keakuratan dan ketepatan hasil, terutama jika analisis lanjutan akan dilakukan.

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa jenis kampuh memiliki dampak yang signifikan terhadap kekuatan sambungan las. Kampuh V yang digunakan pada arus 120A menghasilkan kekuatan sambungan tertinggi, yaitu 21,75 kN, sedangkan kampuh K pada arus 110A menghasilkan kekuatan sambungan terendah, yakni 17,35 kN. Kampuh K cenderung menyebabkan distribusi tegangan yang tidak merata selama uji bending, sehingga area dengan tegangan lebih tinggi menjadi titik lemah yang rentan terhadap kerusakan atau kegagalan. Ini menjelaskan mengapa sambungan dengan kampuh K lebih mudah retak atau patah dibandingkan dengan kampuh V dan X, yang menunjukkan distribusi tegangan yang lebih merata. Selain itu, hasil *Analysis of Variance* (ANOVA) menunjukkan bahwa kampuh menyumbang 65,44% terhadap variabilitas total hasil uji bending, sementara arus hanya memberikan kontribusi sebesar 6,86%.

Temuan ini menegaskan bahwa kampuh memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap variabilitas kekuatan sambungan dibandingkan dengan arus, karena kampuh secara langsung mempengaruhi pembentukan sambungan dan distribusi kekuatan saat diberi beban, sementara arus lebih bersifat pendukung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Avilla, G., Suhendra, B., & Naubnome, V. (T.Thn.). Analisis Variasi Kuat Arus Dan Kelembapan Elektroda Pada Pengelasan Smaw Terhadap Cacat Las Pada Pengelasan Baja Ss400 Dengan Metode Non-Destructive Test (Ndt) Penetrant Testing. *Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang*.
- Azwinur, Ismy, A. S., Nanda, R., & Ferdiansyah. (2020). Pengaruh Arus Pengelasan Smaw Terhadap Kekuatan Sambungan Las Double Lap Joint Pada Material Aisi 1050. *Journal Of Welding Technology*, 1-7.
- Dkk, H. (2018). Pengaruh Depth Of Cut Terhadap Kekasaran Permukaan Pembubutan . *Seminar Nasional Inovasi Teknologi* , 257-262.
- Fara Wangsa, M. C. (2023). Analisa Pengaruh Variasi Kampuh Terhadap Pengelasan Smaw Pada Baja St37 Menggunakan Pengujian Ultrasonic Testing(Ut) Dan Pengujian Bending. *Program Studi Teknik Mesin S-1 Fti- Institut Teknologi Nasional Malang*, 1-10.
- HariPriadi, B. D., & Mulyadi, I. H. (2018). Pengaruh Parameter Pemotongan Dan Variasi Susunan Serat Terhadap Terbentuknya Delaminasi Pada Proses Menggurdi Material Komposit. *Jurnal Sistem Mekanik Dan Terma*, 1-8.
- Hermawan , A., Sunardi, A., Ariansyah, R., Restuasih, S., & Gamayel, A. (T.Thn.). Analisa Variasi Arus Pengelasan Smaw Terhadap Sifat Mekanis Mata Tekuk Baja St 41 Dan St 37 Pada Perancangan Alat Penekuk Besi Behel . *Teknik Mesin, Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Jakarta Global University*, 152-157.
- Hermawan1, H. I. (2018). Pengaruh Depth Of Cut Terhadap Kekasaran Permukaan Pembubutan Baja St-37 Dengan Mesin Cnc . *Seminar Nasional Inovasi Teknologi* , 257-262.
- Maulid, R., Tuparjono, & Dharta, Y. (2022). Analisis Uji Bending Pada Pengelasan Baja St37 Menggunakan Las Smaw (Shield Metal Arc Welding) Dengan Posisi Pengelasan 1g. *Teknik Mesin Dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka*, 342-348.
- Siddiq, M., Nurdin, Amalia, I., & Fathier, A. (2021). Analisa Pengaruh Kampuh Pengelasan Smaw Pada Penyambungan Baja Karbon Rendah Dan Karbon Sedang Terhadap Uji Ketangguhan. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 31-37.
- Sukarno, Asiri, M. H., & Mardin. (2022). Analisis Kekuatan Tarik Dan Bending Dari Beberapa Jenis Kampuh V,X,I Pada Pengelasan Smaw Terhadap Baja Karbon Medium. *Journal Technology Process*, 22-32.
- Zulfadly, & Ghony, M. A. (2022). Variasi Arus Terhadap Kekuatan Tarik Pada Hasil Pengelasan Dangan Posisi Down Hand. *Program Studi Teknik Perawatan Alat Tambang, Akademi Komunitas Industri Pertambangan Bukti*, 39-50.