



Pengaruh Kuat Arus Dan Variasi Sudut Kampuh Pengelasan Smaw Pada Sambungan Pelat Baja Aisi E 2512 Terhadap Ketangguhan Serta Uji Anova

Markus Tato' Mangando¹, Suwarto², Harsman Tandilittin³

^{1,2}Prodi.D4 Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Samarinda

³Prodi.D3 Perawatan dan Perbaikan Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Samarinda

¹markus.tato@yahoo.co.id, ²suwartopoltek78@gmail.com, ³harsmana@yahoo.com

Abstract

Welding is a process of joining two metals where the metals become one due to heat with or without pressure. In this research, the welding process was carried out using a SMAW (Shield Metal Arc Welding) welding machine or electric arc welding using wrapped electrodes to determine the effect of seam type and current on toughness as well as an anova test. The base metal used is AISI E 2512 steel. The welding variables chosen are seam angles 60⁰, 70⁰, and 80⁰, while the current variables used are 100A, 90A and 80A, then impact testing and anova tests are carried out. From the research results obtained. The highest impact strength is at a seam angle of 80⁰ and a current of 100A, namely 1,802 joules/mm², for the 70⁰ seam angle group, the highest tensile strength value is 1,793 joules/mm², while the lowest value is at a seam angle of 60⁰, a current of 80A is 1,717 joules/mm² and at Anova test shows that the mechanical properties of the weld will depend on the shape of the weld and the current chosen, so the seam angle and current strength have a significant influence on the impact strength or toughness of the steel..

Keywords: SMAW welding, current, seam type, toughness, Anova.

Abstrak

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan dua logam dimana logam menjadi satu akibat adanya panas dengan atau tanpa tekanan. Dalam penelitian ini dilakukan proses pengelasan menggunakan mesin las SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) atau las busur listrik menggunakan elektroda terbungkus untuk mengetahui pengaruh jenis kampuh dan arus terhadap ketangguhan serta uji anova. Logam induk yang dipakai adalah jenis baja AISI E 2512. Variabel pengelasan yang dipilih adalah sudut kampuh 60⁰, 70⁰, dan 80⁰, sedangkan variabel arus yang digunakan adalah 100A, 90A dan 80A kemudian dilakukan pengujian impak dan uji anova. Dari hasil penelitian diperoleh kekuatan impak tertinggi terdapat pada sudut kampuh 80⁰ dan arus 100A yaitu sebesar 1,802 joule/mm², untuk kelompok sudut kampuh 70⁰ nilai kekuatan tarik yang tertinggi sebesar 1,793 joule/mm², sedangkan nilai terendah pada sudut kampuh 60⁰ arus 80A sebesar 1,717 joule/mm² dan Pada uji uji anova bahwa Sifat mekanis hasil las akan tergantung pada bentuk kampuh dan arus yang dipilih, jadi sudut kampuh dan kuat arus mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan impak atau ketangguhan pada baja.

Kata kunci: Pengelasan SMAW, Arus, jenis kampuh, Ketangguhan, Anova.

1. Pendahuluan

Proses penyambungan plat pada lambung kapal di lakukan dengan pengelasan, banyak faktor yang harus dilakukan untuk mendapatkan kekuatan yang maksimal dalam proses pengelasan di antaranya pemilihan jenis kampuh yang tepat ataupun penggunaan arus yang sesuai untuk pengelasan. Jika itu diabaikan dapat

mempengaruhi kekuatan pelat yang terlihat dari perubahan struktur mikro pelat baja lambung kapal yang digunakan.

Konstruksi bagian lambung kapal harus kuat agar dapat menahan beban dari berat kapal sendiri maupun muatan, dan juga tekanan dari luar (terutama dari air laut untuk daerah bagian lambung kapal yang tercelup). Baja kapal

yang digunakan untuk kapal harus mempunyai kekuatan tinggi dan sesuai dengan peraturan-peraturan Biro Klasifikasi Indonesia. Baja yang digunakan untuk bagian lambung kapal ada dua macam yaitu baja dengan kekuatan tarik $48 \text{ kg/mm}^2 - 60 \text{ kg/mm}^2$ serta baja dengan kekuatan tarik $50 \text{ kg/mm}^2 - 63 \text{ kg/mm}^2$ (BKI, 2006).

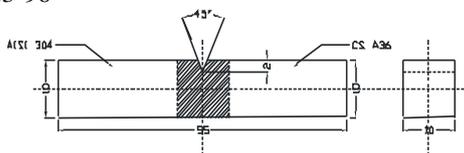
Pada bagian sisi lambung kapal, terdapat pelat baja yang mengalami proses pelengkungan untuk mendapatkan bentuk badan kapal sesuai dengan gambar rencana garis kapal (body plan). Proses pelengkungan pelat baja tersebut dilakukan dengan dua cara yaitu proses bending dingin dan bending pemanasan garis (bending line heating), proses selanjutnya yaitu penyambungan plat yang di lakukan dengan proses pengelasan dengan menggunakan mesin las SMAW. Penelitian ini akan menganalisa pengaruh variasi sudut kempuh dan kuat arus dengan menggunakan mesin las SMAW untuk mendapatkan hasil pengelasan yang maksimal. Proses pengelasan yang kurang tepat dapat menimbulkan perubahan sifat mekanik pada pelat baja dan mengakibatkan terjadinya korosi. Korosi inilah salah satu faktor penyebab terjadinya kerusakan pelat baja lambung kapal yang dapat mempengaruhi kekuatan struktur kapal secara keseluruhan.

2. Metode Penelitian

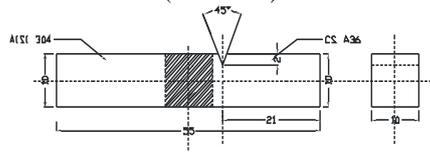
Penelitian ini di lakukan dengan cara eksperimen dengan rancangan percobaan berskala laboratorium menggunakan mesin las SMAW dan peralatan lainnya yang menunjang untuk penelitian.

2.1. Bahan penelitian

1. Bahan yang digunakan adalah baja AISI E 2512
2. Ketebalan plat 10 mm
3. Elektroda yang digunakan adalah jenis E6013 dengan diameter 3,2 mm.
4. Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi bawah tangan.
5. Arus pengelasan yang digunakan adalah 80 A, 90 A, 100 A.
6. Kampuh yang digunakan jenis kampuh V tunggal, jarak celah plat 2 mm,
7. Tinggi akar 2 mm dan sudut kampuh $60^\circ, 70^\circ$ dan 80°
8. Bentuk spesimen mengacu pada standar ASTM E 23-96



Gambar 1 Spesimen Uji Impak Menurut Standar ASTM E23-96 (Daerah Las)



Gambar 2 Spesimen Uji Umpak Menurut Standar ASTM E23-96 (HAZ)

2.2. Alat penelitian

1. Mesin Las SMAW.

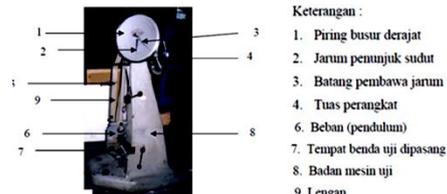
Mesin ini digunakan untuk penyambungan dua buah plat yang akan di las dan spesifikasi mesin las bisa di lihat pada tabel di bawah ini.

| | | |
|---------------------|-----------------|-----------------|
| Model: | ES 1600 | ES 2000 |
| Input Voltage: | 220/230V (1 PH) | 220/230V (1 PH) |
| Duty Cycle: | 100% | 60% |
| Rated Amps: | 160A | 200A |
| Weight: | 7 kg | 7.5 kg |
| Electrode diameter: | 1.5 – 4 mm | 1.5 – 5 mm |

Gambar 3 Mesin las SMAW

2. Alat Uji Ketangguhan

Untuk menentukan sifat perpatahan suatu logam, keuletan maupun kegetasannya, dapat dilakukan suatu pengujian yang dinamakan dengan uji impak. Umumnya pengujian impak menggunakan batang bertakik. Pada penelitian ini alat untuk uji ketangguhan seperti di bawah ini



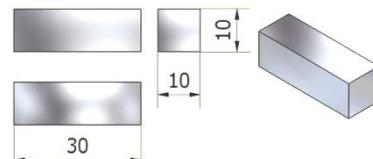
Gambar 4 Alat Uji Ketangguhan

2.3. Prosedur Pelaksanaan Percobaan

1. Pengujian Komposisi Kimia

Uji komposisi dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia yang terkandung dalam bahan yang digunakan. Proses pengujian komposisi adalah untuk mengetahui seberapa besar unsur pembentuk bahan, misalnya Fe, C, Si, Cu, Mn, S, dan unsur lainnya. Langkah-langkah pengujian komposisi adalah sebagai berikut

- a. Potong bahan yang digunakan untuk spesimen dengan panjang 30 mm, lebar 10 mm dan tebal 10 mm, dibersihkan permukaannya sampai halus dan rata



Gambar 5 Spesimen Uji Komposisi Kimia

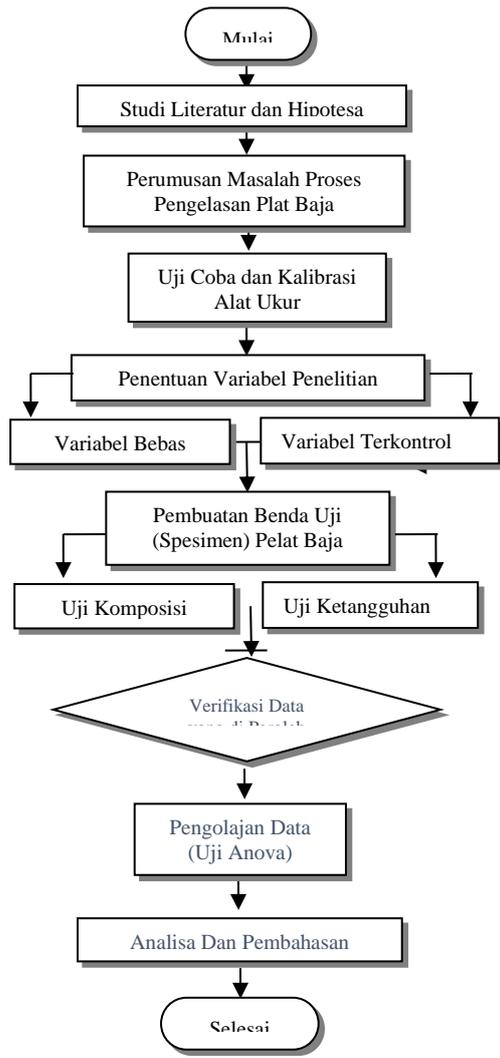
- b. Bahan tersebut diletakkan pada bed dan dibakar dengan semacam elektroda hingga bahan yang terkandung mengalami pencairan atau rekristalisasi. Proses rekristalisasi dari alat uji ini akan menangkap warna dengan sensor cahaya, sensor cahaya menerima dan diteruskan dalam program komputer yang akan mencatat hasilnya. Langkah ini dilakukan sebanyak tiga sampai lima kali dan dirata-rata kemudian dicetak, sehingga dalam print out-nya akan terlihat tiga kali perhitungan

2. Prosedur Uji Ketangguhan

Prosedur dan pembacaan hasil pada pengujian ketangguhan adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan peralatan mesin *impact Charpy*.
- b. Menyiapkan benda uji yang akan dilakukan pengujian sesuai standar ukuran yang telah ditetapkan.
- c. Meletakkan benda uji pada anvil dengan posisi takikan membelakangi arah ayunan palu Charpy.
- d. Menaikkan palu Charpy pada kedudukan 1560 (sudut α) dengan menggunakan handle pengatur kemudian dikunci.
- e. Putar jarum penunjuk sampai berimpit pada kedudukan 1560.
- f. Lepaskan kunci sehingga palu Charpy berayun membentur benda uji.
- g. Memperhatikan dengan mencatat sudut β dan nilai tenaga patah

Penelitian yang dilaksanakan seperti alur yang ditunjukkan pada gambar berikut ini. Penelitian yang dilaksanakan seperti alur yang ditunjukkan pada gambar berikut ini



Gambar 6 Alur Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Uji Komposisi Material

Spesimen uji adalah pelat baja grade A (BKI) setara dengan AISI E 2512 (E=kelas E, 25 = kandungan paduan Nikel (Ni) pada baja nominal 5,00%, 12 = kandungan paduan karbon (C) pada baja sebesar 0,12%). Hasil pengujian komposisi kimia material pada penelitian ini dimasukkan dalam Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1 Komposisi Kimia Material dalam % Berat

| C | Mn | P | S | Si | Ni | Cu | Cr | Mo |
|------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|
| 0,10 | 0,52 | 0,007 | 0,016 | 0,280 | 5,00 | 0,100 | 0,07 | 0,03 |

3.2. Hasil Uji Impak / Ketangguhan

Eksperimen untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan ketangguhan antara bahan yang mengalami perlakuan pengelasan dengan logam induk. Hasil dari pengujian ketangguhan impact berupa tenaga yang diserap (W) dalam satuan Joule dan nilai pukul takik (K) dalam satuan Joule/mm².

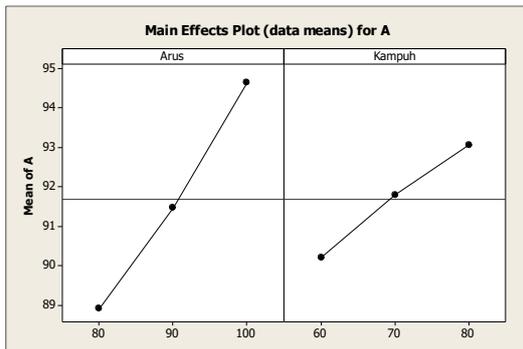
Tabel 2 Hasil Uji Impak / Ketangguhan.

| Parameter | Sudut Awal (α) | Sudut Jatuh (β) | a | | | Tenaga Patah (Joule) | Kuat Impak (Joule/m ²) |
|--------------|----------------|--------------------|------|-------|--------|----------------------|------------------------------------|
| | | | t | t | A | | |
| (mm) | (mm) | (mm ²) | | | | | |
| Arus (Amp) | 156 | 84 | 9,07 | 9,92 | 89,97 | 155 | 1,723 |
| Raw Material | 156 | 80 | 9,93 | 9,05 | 89,87 | 160 | 1,780 |
| | 156 | 81 | 8,08 | 10,06 | 81,28 | 150 | 1,845 |
| | Rata-Rata | 156 | 81,6 | 9,03 | 9,68 | 87,04 | 155,00 |
| 80 | 156 | 15 | 9,8 | 9,5 | 93,10 | 170 | 1,826 |
| | 156 | 18 | 9,95 | 9,65 | 96,02 | 180 | 1,875 |
| | 156 | 17 | 9,5 | 10,68 | 101,46 | 173 | 1,705 |
| Rt | 156 | 16,6 | 9,75 | 9,94 | 96,86 | 174,33 | 1,802 |
| 100A | 156 | 20 | 9,7 | 9,25 | 89,73 | 172 | 1,917 |
| | 156 | 14,5 | 9,9 | 9,65 | 95,54 | 168 | 1,759 |
| | 156 | 15 | 10 | 9,68 | 96,80 | 165 | 1,705 |
| Rt | 156 | 16,5 | 9,87 | 9,53 | 94,02 | 168,33 | 1,793 |
| 60 | 156 | 19 | 9,5 | 9,25 | 87,88 | 166 | 1,889 |
| | 156 | 30,5 | 9,8 | 9,65 | 94,57 | 165 | 1,745 |
| | 156 | 32 | 10 | 9,68 | 96,80 | 164 | 1,694 |
| Rata-Rata | 156 | 27,1 | 9,77 | 9,53 | 93,08 | 165,00 | 1,776 |
| 80 | 156 | 23 | 9,5 | 9,25 | 87,88 | 169 | 1,923 |
| | 156 | 28 | 9,5 | 9,65 | 91,68 | 165 | 1,800 |
| | 156 | 35 | 10 | 9,68 | 96,80 | 160 | 1,653 |
| Rt | 156 | 28,67 | 9,67 | 9,53 | 92,12 | 164,67 | 1,792 |
| 90A | 156 | 31,5 | 9,5 | 9,25 | 87,88 | 160 | 1,821 |
| | 156 | 32,1 | 9,4 | 9,65 | 90,71 | 161 | 1,775 |
| | 156 | 36 | 10 | 9,68 | 96,80 | 162 | 1,674 |
| Rt | 156 | 33,21 | 9,63 | 9,53 | 91,80 | 161,00 | 1,756 |
| 60 | 156 | 40 | 9,2 | 9,25 | 85,10 | 155 | 1,821 |
| | 156 | 35,4 | 9,8 | 9,65 | 94,57 | 159 | 1,681 |
| | 156 | 36,9 | 9,5 | 9,68 | 91,96 | 158 | 1,718 |
| Rata-Rata | 156 | 37,43 | 9,50 | 9,53 | 90,54 | 157,33 | 1,740 |
| 80 | 156 | 50 | 9,4 | 9,25 | 86,95 | 158 | 1,817 |
| | 156 | 45 | 9,2 | 9,65 | 88,78 | 158 | 1,780 |
| | 156 | 46,8 | 9,8 | 9,68 | 94,86 | 160 | 1,687 |
| Rt | 156 | 47,27 | 9,47 | 9,53 | 90,20 | 158,67 | 1,761 |
| 80A | 156 | 55 | 9,2 | 9,25 | 85,10 | 156 | 1,833 |
| | 156 | 30 | 9 | 9,65 | 86,85 | 158 | 1,819 |
| | 156 | 40 | 10 | 9,68 | 96,80 | 150 | 1,550 |
| Rt | 156 | 41,67 | 9,40 | 9,53 | 89,58 | 154,67 | 1,734 |
| 60 | 156 | 44 | 9,3 | 9,25 | 86,03 | 150 | 1,744 |
| | 156 | 32 | 9,1 | 9,65 | 87,82 | 148 | 1,685 |
| | 156 | 37 | 9 | 9,68 | 87,12 | 150 | 1,722 |
| Rata-Rata | | 37,67 | 9,13 | 9,53 | 86,99 | 149,33 | 1,717 |

3.3. Hasil Uji Anova

Telah diketahui A (Luas Spesimen), Tenaga Patah, dan Kuat Impak dipengaruhi oleh dua factor, yaitu Kuat Arus, dan Kampuh. Selain menggunakan uji ANOVA, Tampilan Grafik juga digunakan dalam memperjelas pengaruh Kuat Arus, dan Kampuh terhadap A (Luas Spesimen), Tenaga Patah, dan Kuat Impak

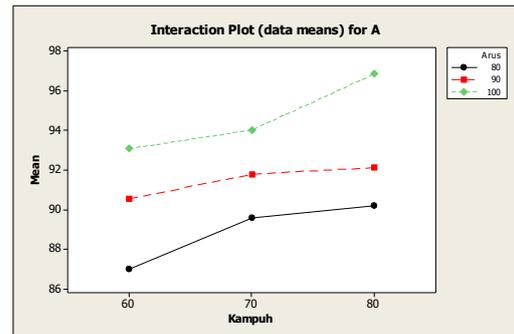
Selain menggunakan uji ANOVA, Tampilan Grafik juga digunakan dalam memperjelas pengaruh Kuat Arus, dan Kampuh terhadap Luas Spesimen. Berikut Grafik hubungan Arus, dan Kampuh terhadap Baja (Daerah Las) pada Luas Spesimen



Gambar 7 Grafik Luas Spesimen

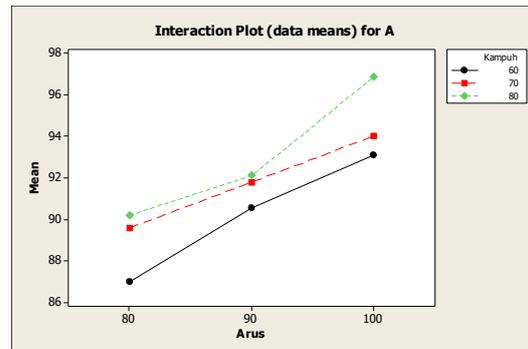
Berdasarkan grafik, dapat dilihat bahwa dari rata-rata Luas Spesimen yang diperoleh, untuk factor Kuat Arus, terdapat kenaikan rata-rata Luas Spesimen untuk setiap kenaikan masing-masing Kuat Arus dan Kampuh yang digunakan. Untuk factor A (Kuat Arus), dapat dilihat bahwa semakin besar Arus yang digunakan, maka akan semakin meningkat Luas Spesimen yang diperoleh. Tampak bahwa kenaikan Luas Spesimen cukup jelas terlihat untuk setiap kenaikan Kuat Arus dan peningkatan yang terjadi cukup signifikan.. Hal ini sesuai dengan hasil uji ANOVA yang menyatakan bahwa factor Kuat Arus memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan Luas Spesimen.

Untuk factor B (Kampuh), dapat dilihat bahwa semakin besar Kampuh yang digunakan, maka akan semakin meningkat Luas Spesimen yang diperoleh. Dari grafik, tampak bahwa perubahan Luas Spesimen terlihat jelas untuk setiap peningkatan Kampuh. Namun, perubahan yang terjadi tidaklah signifikan. Dapat dilihat perubahan Luas Spesimen saat terjadi perubahan Kuat Arus lebih besar dibandingkan saat diberi perubahan Kampuh Hal ini sesuai dengan hasil uji ANOVA yang menyatakan bahwa factor Kampuh tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan Luas Spesimen Selain itu, Grafik Rata-rata Luas Spesimen dapat dipresentasikan dengan didasarkan rata-rata Luas Spesimen pada masing-masing factor, sehingga dapat diketahui hubungan antar factor



Gambar 8 Grafik Luas Spesimen untuk Perubahan Kampuh

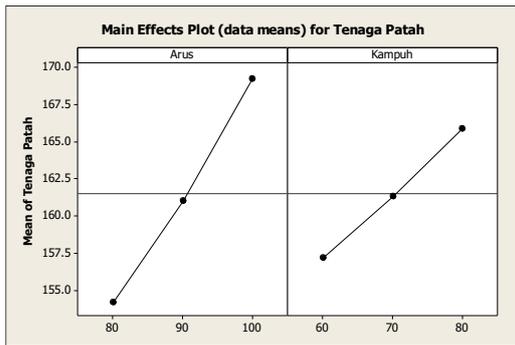
Berdasarkan Grafik di atas, diperoleh bahwa dari rata-rata Luas Spesimen yang diperoleh untuk Daerah Kampuh Las, setiap terdapat kenaikan Kuat Arus, maka cenderung terjadi kenaikan pada rata-rata Luas Spesimen. Dari Grafik, tampak bahwa untuk semua Kampuh, cenderung terjadi kenaikan rata-rata Luas Spesimen. Kampuh 800 menghasilkan rata-rata Luas Spesimen tertinggi. Sedangkan rata-rata Luas Spesimen terendah dihasilkan factor Kampuh 60⁰.



Gambar 9 Grafik HRC untuk Perubahan Kuat Arus

Berdasarkan Grafik di atas, diperoleh bahwa dari rata-rata Luas Spesimen yang diperoleh, setiap terdapat kenaikan Kampuh, maka cenderung terjadi peningkatan pada rata-rata Luas Spesimen. Dari Grafik, tampak bahwa untuk semua Kuat Arus, cenderung terjadi penurunan pada rata-rata Luas Spesimen. Arus 100 A menghasilkan rata-rata Luas Spesimen tertinggi. Sedangkan rata-rata Luas Spesimen terendah dihasilkan factor Kuat Arus 80

Selain menggunakan uji ANOVA, Tampilan Grafik juga digunakan dalam memperjelas pengaruh Kuat Arus, dan Kampuh terhadap Tenaga Patah. Berikut Grafik hubungan Arus, dan Kampuh terhadap Tenaga Patah

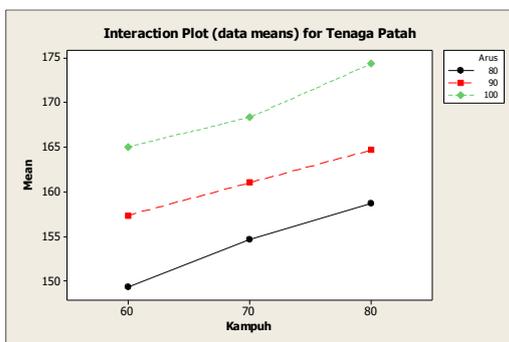


Gambar 10 Grafik untuk Tenaga Patah

Berdasarkan grafik, dapat dilihat bahwa dari rata-rata Tenaga Patah, untuk factor Kuat Arus, terdapat peningkatan rata-rata Tenaga Patah untuk setiap kenaikan Kuat Arus yang digunakan. Sedangkan, untuk factor Kampuh, tampak bahwa terdapat peningkatan rata-rata Tenaga Patah untuk setiap kenaikan Kampuh yang digunakan.

Untuk factor A (Kuat Arus), dapat dilihat bahwa semakin besar Arus yang digunakan, maka akan semakin meningkat Tenaga Patah yang diperoleh. Tampak bahwa kenaikan Tenaga Patah cukup jelas terlihat untuk setiap kenaikan Kuat Arus dan peningkatan yang terjadi cukup signifikan. Hal ini sesuai dengan hasil uji ANOVA yang menyatakan bahwa factor Kuat Arus memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan Tenaga Patah.

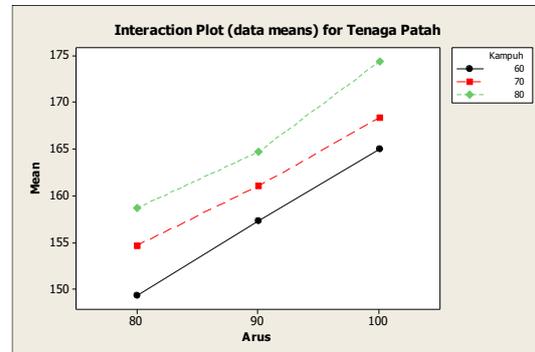
Untuk factor B (Kampuh), dapat dilihat bahwa semakin besar Kampuh yang digunakan, maka akan semakin meningkat Tenaga Patah yang diperoleh. Dari grafik, tampak bahwa perubahan Tenaga Patah terlihat jelas untuk setiap peningkatan Kampuh dan peningkatan yang terjadi cukup signifikan. Hal ini sesuai dengan hasil uji ANOVA yang menyatakan bahwa factor Kampuh telah memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan Tenaga Patah. Selain itu, Grafik Rata-rata Tenaga Patah dapat dipresentasikan dengan didasarkan rata-rata Tenaga Patah pada masing-masing factor, sehingga dapat diketahui hubungan antar factor



Gambar 11 Grafik Tenaga Patah untuk Perubahan Kampuh

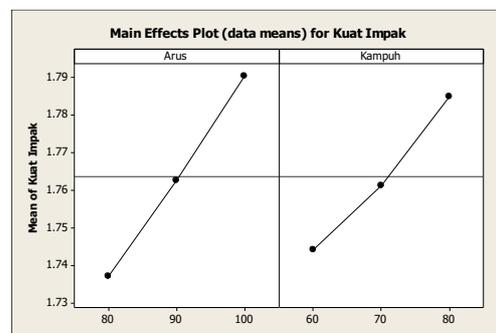
Berdasarkan Grafik di atas, diperoleh bahwa dari rata-rata Tenaga Patah yang diperoleh, setiap terdapat kenaikan Kuat Arus, maka cenderung terjadi peningkatan pada Tenaga Patah. Dari Grafik, tampak

bahwa untuk semua Kampuh, cenderung terjadi kenaikan rata-rata Tenaga Patah. Kampuh 800 menghasilkan rata-rata Tenaga Patah tertinggi. Sedangkan rata-rata Tenaga Patah terendah dihasilkan factor Kampuh 60⁰.



Gambar 12 Grafik Tenaga Patah untuk Perubahan Kuat Arus

Berdasarkan Grafik di atas, diperoleh bahwa dari rata-rata Tenaga Patah yang diperoleh, setiap terdapat kenaikan Kampuh, maka cenderung terjadi peningkatan pada rata-rata Tenaga Patah. Dari Grafik, tampak bahwa untuk semua Kuat Arus, cenderung terjadi penurunan pada rata-rata Tenaga Patah. Arus 100 A menghasilkan rata-rata Tenaga Patah tertinggi. Sedangkan rata-rata Tenaga Patah terendah dihasilkan factor Kuat Arus 80 A. Selain menggunakan uji ANOVA, Tampilan Grafik juga digunakan dalam memperjelas pengaruh Kuat Arus, dan Kampuh terhadap Kuat Impak. Berikut Grafik hubungan Arus, dan Kampuh terhadap Kuat Impak



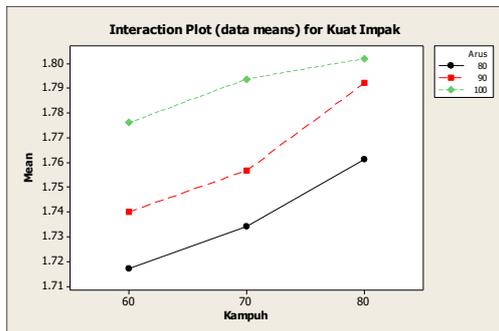
Gambar 13 Grafik untuk Kuat Impak

Berdasarkan grafik, dapat dilihat bahwa dari rata-rata Kuat Impak, untuk factor Kuat Arus, terdapat peningkatan rata-rata Kuat Impak untuk setiap kenaikan Kuat Arus yang digunakan. Sedangkan, untuk factor Kampuh, tampak bahwa terdapat peningkatan rata-rata Kuat Impak untuk setiap kenaikan Kampuh yang digunakan.

Untuk factor A (Kuat Arus), dapat dilihat bahwa semakin besar Arus yang digunakan, maka akan semakin meningkat Kuat Impak yang diperoleh. Tampak bahwa kenaikan Kuat Impak cukup jelas terlihat untuk setiap kenaikan Kuat Arus. Namun, perubahan yang terjadi tidaklah signifikan. Hal ini sesuai dengan hasil uji ANOVA yang menyatakan bahwa factor Kuat Arus

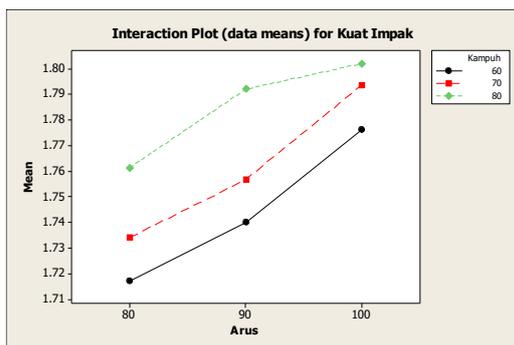
tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan Kuat Impak.

Untuk factor B (Kampuh), dapat dilihat bahwa semakin besar Kampuh yang digunakan, maka akan semakin meningkat Kuat Impak yang diperoleh. Dari grafik, tampak bahwa perubahan Kuat Impak terlihat jelas untuk setiap peningkatan Kampuh dan peningkatan yang terjadi cukup signifikan. Namun, perubahan yang terjadi tidaklah signifikan. Hal ini sesuai dengan hasil uji ANOVA yang menyatakan bahwa factor Kampuh tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan Kuat Impak. Selain itu, Grafik Rata-rata Kuat Impak dapat dipresentasikan dengan didasarkan rata-rata Kuat Impak pada masing-masing factor, sehingga dapat diketahui hubungan antar factor



Gambar 14 Grafik Kuat Impak untuk Perubahan Kampuh

Berdasarkan Grafik di atas, diperoleh bahwa dari rata-rata Kuat Impak yang diperoleh, setiap terdapat kenaikan Kuat Arus, maka cenderung terjadi peningkatan pada Kuat Impak. Dari Grafik, tampak bahwa untuk semua Kampuh, cenderung terjadi kenaikan rata-rata Kuat Impak. Kampuh 80 menghasilkan rata-rata Kuat Impak tertinggi. Sedangkan rata-rata Kuat Impak terendah dihasilkan factor Kampuh 60⁰.

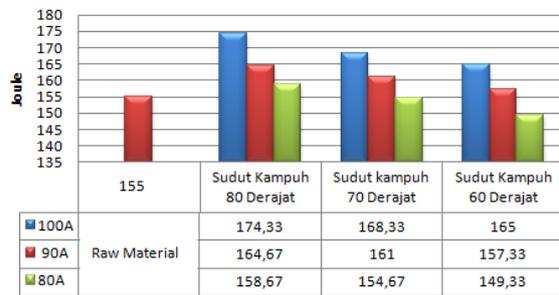


Gambar 15 Grafik Kuat Impak untuk Perubahan Kuat Arus

Berdasarkan Grafik di atas, diperoleh bahwa dari rata-rata Kuat Impak yang diperoleh, setiap terdapat kenaikan Kampuh, maka cenderung terjadi peningkatan pada rata-rata Kuat Impak. Dari Grafik, tampak bahwa untuk semua Kuat Arus, cenderung terjadi penurunan pada rata-rata Kuat Impak. Arus 100 A menghasilkan rata-rata Kuat Impak tertinggi. Sedangkan rata-rata Kuat Impak terendah dihasilkan factor Kuat Arus 80 A

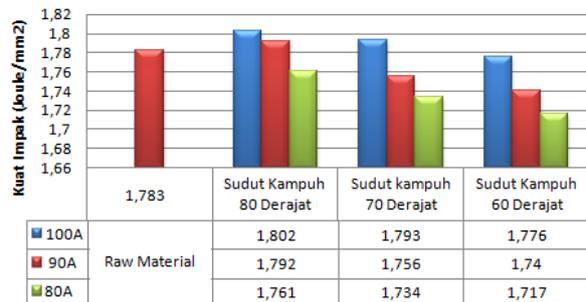
3.3. Pembahasan

Data-data dari Tabel 2 diatas selanjutnya dimasukkan ke dalam diagram seperti di bawah ini:



Gambar 16 Diagram Tenaga Patah

Nilai tenaga patah untuk kelompok raw materials sebesar 155 Joule. Nilai tenaga patah pada kelompok pengelasan mengalami kenaikan dan penurunan terhadap raw materials. Kelompok dengan arus 100A dengan sudut kampuh 80 mengalami kenaikan sebesar 19,33 Joule dari raw materials, 700 mengalami kenaikan sebesar 13,33 Joule dan 600 sebesar 10 Joule, Kelompok dengan arus 90A mengalami kenaikan sebesar 9,67 Joule untuk sudut kampuh 80, untuk 700 mengalami kenaikan sebesar 6 Joule dan ada kenaikan sebesar 2,33 Joule untuk sudut kampuh 600, Untuk kelompok arus 80A terjadi kenaikan dan penurunan tenaga patah, untuk sudut 800 mengalami kenaikan sebesar 3,67 Joule, terjadi penurunan pada sudut 700 sebesar 0,33 Joule dan terjadi penurunan juga pada sudut kampuh 600 sebesar 5,67 Joule. Nilai ketangguhan impak untuk arus 100A lebih tinggi di dibandingkan dengan kelompok variasi arus 90A dan 80A, karena jumlah acicular ferit lebih banyak dibanding spesimen lain. Struktur mikro ferit acicular lembut yang berupa bilah-bilah menyilang lebih optimal, sehingga menahan rambatan retak yang terjadi, semakin banyak jumlah ferit acicular pada daerah las dan semakin lembut akan mempunyai ketangguhan yang semakin tinggi pula



Gambar 17 Diagram Ketangguhan Impak

Data dari gambar 17 menunjukkan nilai tenaga patah kelompok raw materials, kelompok spesimen arus 100A, kelompok spesimen arus 90A dan kelompok spesimen arus 80A. Nilai Ketangguhan untuk kelompok raw materials sebesar 1,783 Joule/mm². Nilai tenaga patah pada kelompok pengelasan mengalami kenaikan dan

penurunan terhadap raw materials. Kelompok dengan arus 100A mengalami kenaikan sebesar 0,019 Joule/mm² untuk sudut kampuh 800 dari raw materials, ada juga kenaikan sebesar 0,01 Joule/mm² pada sudut kampuh 700 tetapi ada penurunan sebesar 0,007 Joule/mm² pada sudut kampuh 600. Kelompok dengan arus 90A mengalami kenaikan sebesar 0,009 Joule/mm² pada sudut kampuh 800, dari kelompok raw materials, terjadi penurunan pada sudut kampuh 700 sebesar 0,027 Joule/mm² dan mengalami penurunan juga pada sudut kampuh 600 sebesar 0,043 Joule/mm². Kelompok dengan arus 80A mengalami penurunan nilai tenaga patah sebesar 0,022 Joule/mm² dari kelompok raw materials, penurunan juga terjadi pada sudut kampuh 70⁰ dan 60⁰ yaitu sebesar 0,049 Joule/mm² dan 0,066 Joule/mm².

Data dari hasil pengujian ketangguhan impact diketahui bahwa nilai untuk raw material mengalami penurunan dibanding dengan variasi arus pengelasan. Nilai ketangguhan impact untuk arus 100A lebih tinggi di bandingkan dengan kelompok variasi arus 90A dan 80A, karena struktur mikro ferit acicular lembut yang berupa bilah-bilah menyilang lebih optimal, sehingga menahan rambatan retak yang terjadi, semakin lembut ferit acicular mempunyai ketangguhan yang semakin tinggi. Sifat mekanis pada baja terutama ketangguhan atau impact hasil las akan tergantung pada bentuk kampuh dan arus yang dipilih, jadi sudut kampuh dan kuat arus mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik dan impact. Ini terlihat pada uji anova yang terdapat pada hasil uji

4. Kesimpulan

1. kekuatan impact tertinggi terdapat pada sudut kampuh 800 dan arus 100A yaitu sebesar 1,802 joule/mm², untuk kelompok sudut kampuh 700 nilai kekuatan tarik yang tertinggi sebesar 1,793 joule/mm², sedangkan nilai terendah pada sudut kampuh 60⁰ arus 80A sebesar 1,717 joule/mm².
2. Sifat mekanis hasil las akan tergantung pada bentuk kampuh dan arus yang dipilih, jadi sudut kampuh dan kuat arus mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik dan impact. Ini terlihat pada uji anova yang terdapat pada hasil uji

5. Daftar Rujukan

- [1] American Bureau of Shipping (ABS), 2007, Guidance Notes On The Inspection, Maintenance and Application of Marine Coating System, Third Edition, ABS, USA
- [2] Aljufri (2008), "Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V Tunggal dan Kuat Arus Pada Sambungan Logam Aluminium –Mg 5083 Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan TIG", Universitas Sumatera Utara, Medan
- [3] Biro Klasifikasi Indonesia, PT, 2004, Regulator for the Corrosion and Coating System, Edition 2004, BKI, Jakarta

- [4] Iman, 2009, "Pengaruh Proses Fairing Terhadap Sifat Mekanis Sambungan Pelat Pada Bagian Lambung Kapal", Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
- [5] Mohideen (2008), "Influence of Post Weld Heat Treatment on the HAZ of Low Alloy Steel Weldments", Faculty of Mechanical and Manufacturing Engineering, UTHM
- [6] ASTM E 399, 1994, *Standard Test Method for Plane Strain Fracture Toughness of Metallic Materials*, USA
- [7] Kenyon, W, 1987, *Dasar – dasar Pengelasan*, Jakarta, Penerbit Airlangga. Kishore, K, Gopal Krishna, P.V
- [8] Surdia, Tata dan Saito, Shinroku, 2000, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta, Pradnya Paramita. Vander, Vort, George, V, 2004, *ASM, Vol.9, Metallograph and Microstructure*, ASM International, Material Park, USA
- [9] Wiryosumarto, Harsono dan Okumura, Toshie, 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*, edisi ke - 8, Jakarta, Pradnya Paramita
- [10] Sonawan, H., Suratman, R., 2004, *Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam*, Alfa Beta, Bandung