

# PENGARUH VARIASI KUAT ARUS PADA LAS SMAW (SHIELDING METAL ARC WELDING) TERHADAP DISTORSI DAN SIFAT MEKANIK *DESSIMILAR STAINLESS STEEL 304* DAN BAJA A 36

Nur Subeki<sup>1</sup>, Ibram Sendi Pangestu<sup>2</sup>, Achmad Fauzan H S<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Muhammadiyah Malang, Malang

Kontak Person:

Ibram Sendi Pangestu

Jl. Raya Tlogomas No. 246 Malang, 65144 Telp. (0341) 464318-128 Fax. (0341) 460782

E-mail: [ibramsendip@gmail.com](mailto:ibramsendip@gmail.com)

## Abstrak

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi arus las SMAW (Shielding Metal Arc Welding) terhadap distorsi, kekerasan dan kekuatan tarik pada sambungan Stainless Steel 304 yang disambung Baja karbon rendah A 36 dengan Elektroda E308-16. Variasi arus yang digunakan adalah 60 ampera, 70 ampera dan 80 ampera. Setelah proses pengelasan, dilanjutkan dengan menyiapkan ke 3 matrial yang sudah dilas dengan menggunakan 3 variasi arus berbeda untuk mengetahui tingkat distorsi, selanjutnya membuat 9 spesimen untuk pengujian Tarik dengan standar tipe alat UH 30A SHIMADZU, 3 spesimen untuk pengujian kekerasan, setelah itu dilakukan uji distorsi, uji kekerasan dan uji Tarik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah proses pengelasan pada pengujian distorsi spesimen Stainless Steel 304 memiliki tingkat distorsi lebih rendah di bandingkan baja karbon rendah A 36 yang lebih banyak cekungan setelah pengelasan. Pada hasil pengelasan kekuatan Tarik hasil las dengan perlakuan pengelasan pada semua variasi arus lebih besar dari raw matrial Stainless steel 304 dan lebih rendah dari raw matrial Baja A 36. Nilai kekuatan Tarik optimal pada spesimen dengan perlakuan pengelasan terdapat pada arus 60 ampera sebesar 285,646 Mpa. Setiap penambahan arus menunjukan peningkatan nilai kekerasan, Kekerasan tertinggi pada Weld Metal adalah pada Arus 80 A spesimen baja A 36 dengan nilai 552,359 kg/mm<sup>2</sup>. Kekerasan tertinggi pada daerah Weld Metal adalah pada arus 70 A pada spesimen Stainless Steel 304 dengan nilai 519,801 kg/mm<sup>2</sup>. Kekerasan tertinggi di daerah HAZ pada variasi 80 A spesimen Stainless Steel 304 dengan nilai 505,155 kg/mm<sup>2</sup>. Variasi arus las 60 A adalah variasi yang ideal untuk digunakan dalam pengelasan.

**Kata kunci :** Arus listrik, Las SMAW, Sambungan Stainless Steel 304 dan Baja A 36, Tegangan Sisa, Distorsi, Kekuatan Tarik

## 1. Pendahuluan

Pada studi ini menggunakan Material Austenitic stainless steel 304 merupakan material tahan terhadap korosi yang sering digunakan oleh industry produksi makanan dan minuman dan spesimen ini mampu bertahan waktu penggunaan dalam jangka yang lama, kemudian menggunakan baja karbon ASTM A36 yang termasuk dalam kategori baja karbon rendah, jenis plain carbon steel yang banyak digunakan di industri dan konstruksi. Pada salah satu proses pengelasan yang dapat digunakan untuk menyambung berbagai logam adalah las SMAW (Shielding Metal Arc Welding). Pengelasan logam yang berbeda antara baja karbon dan stainless steel, yang mana telah banyak digunakan dalam praktek teknik selama bertahun-tahun. Pentingnya ketahanan korosi di cures adalah alasan utama untuk pelaksanaan pengelasan logam yang berbeda. Sampai saat ini sebagian besar struktur yang dilas dibuat dalam bentuk las logam yang berbeda karena lebih ekonomis dibandingkan dengan yang dibuat hanya dari stainless steel saja. Las logam yang berbeda umumnya lebih menantang dan sering menyebabkan masalah karena perbedaan dalam sifat fisik, mekanik dan metalurgi dari logam dasar yang akan disambungkan. Struktur pelat tipis yang kaku di mana pelat yang lebih tipis diperkuat oleh pelat yang lebih tebal yang disebut kerangka, telah diklaim sebagai cara yang efektif untuk mencapai struktur kendaraan berkinerja tinggi[2].

Jenis metodologi yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara penelitian eksperimen secara langsung pada objek yang dituju yaitu *dessimilar* atau penggabungan kedua jenis matrial berbeda jenis yaitu stainless steel 304 dan Baja A 36. Bentuk eksperimen ini dengan cara penyambungan kedua matrial berbeda jenis stainless steel 304 dan Baja A 36 dengan metode pengelasan SMAW dengan menggunakan variasi arus dari 60A,70A, 80A, dan menggunakan Elektroda E 308-16. Pada proses Pengelasan logam berbeda (*Dessimilar Metal Welding*) ini merupakan perkembangan dari

teknologi las modern akibat dari kebutuhan akan penyambungan material – material yang memiliki jenis logam yang berbeda.

Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa penggunaan metode variasi arus dan pengelasan desimillar menggunakan las SMAW ini mampu dalam meminimalisir distorsi dan memperbaiki sifat mekanis bahan namun masih kurang begitu maksimal. Maka dari itu penelitian ini dilakukan pengembangan dengan metode variasi arus yang lebih kecil guna mendapatkan hasil yang lebih baik lagi dari penelitian sebelumnya. Bahan kerja yang digunakan adalah baja A 36 dan Stainless Steel 304 dengan pengelasan SMAW (*Shielding Metal Arc Welding*) dan jenis Elektroda yang digunakan adalah Elektroda E 308-16.

## 2. Metode Pelaksanaan

Jenis metodologi yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara penelitian eksperimen secara langsung pada objek yang dituju yaitu desimillar atau penggabungan kedua jenis material berbeda jenis yaitu stainless steel 304 dan Baja A 36. Bentuk eksperimen ini dengan cara penyambungan kedua material berbeda jenis stainless steel 304 dan Baja A 36 dengan metode pengelasan SMAW dengan menggunakan variasi arus dari 60 Ampera, 70 Ampera, 80 Ampera, dan menggunakan Elektroda E 308-16. Hasil dari penggunaan metode ini adalah untuk mengetahui variasi arus mana yang baik pada hasil pengujian, nilai distorsi dan sifat mekanik specimen mana yang paling baik dari ketiga variasi arus yang digunakan.

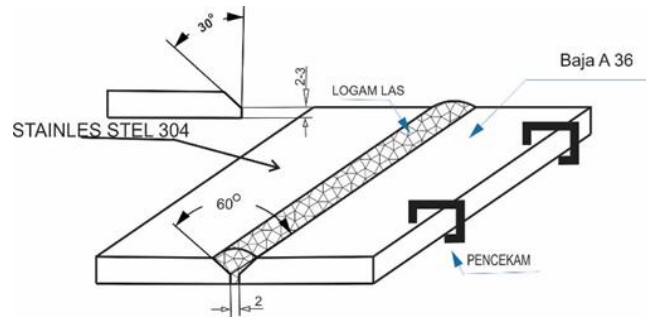
### 2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain seperti mesin frais, sikat kawat, pemotong mesin amplas, dial indicator, pengaris, meja rata, mesin uji Tarik, mesin uji kekerasan. Bahan yang digunakan pada saat penelitian adalah seperti Stainless steel 304 dan baja karbon rendah A 36, elektroda yang digunakan tipe Elektroda E308-16, resin, katalis, dan amplas.

### 2.2 Prosedur Penelitian

Pembuatan specimen las yaitu dengan menggunakan mesin pemotong otomatis yang dilakukan di VEDC Malang. Ukuran yang specimen las yang digunakan adalah dengan panjang 300 mm dan lebar 220 mm. Kemudian dalam proses pembuatan kampuh-V terbuka digunakan mesin frais. Mesin frais yang digunakan diatur kemiringannya sampai dengan sudut 30°. Kemudian specimen dijepit pada pencekam dan proses pembuatan kampuh dapat dilakukan. Sebelum proses pengelasan dilakukan perlu dipersiapkan parameter-parameter yang akan digunakan. Parameter yang dipersiapkan antara lain seperti berikut: A1 : Kuat Arus 60 ampera, A2 : Kuat Arus 70 ampera dan A3 : Kuat Arus 80 ampera

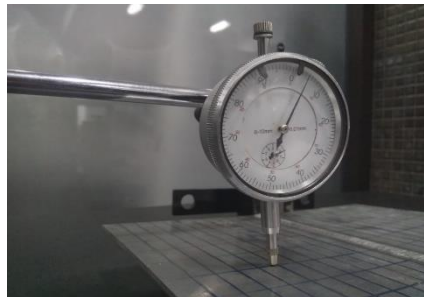
Pada saat akan melaksanakan pengelasan, pertama Mempersiapkan las SMAW kemudian mempersiapkan benda kerja yang akan dilas pada meja las yaitu stainless steel 304 dan Baja A 36. Kemudian Pasang clamp massa pada terminal (-) dan tang pemegang elektroda pada terminal (+). Lalu Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi horizontal atau bawah tangan. Mempersiapkan elektroda sesuai yang dengan arus dan ketebalan plat, dalam penelitian ini menggunakan elektroda E308-16 Menyetel variasi arus ampere dari 60 ampere, 70 ampere dan 80 ampere yang akan digunakan untuk menyetel tegangan, kemudian salah satu penjepit di jepitkan pada kabel yang digunakan untuk menjepit elektroda, selanjutnya Mengatur jarak antara busur api (*torch*) dengan base metal, kemudian Melakukan pengelasan dengan menggunakan las listrik SMAW.



**Gambar 1** Skema Pengelasan SMAW dengan specimen baja A36 Stainless stell 304

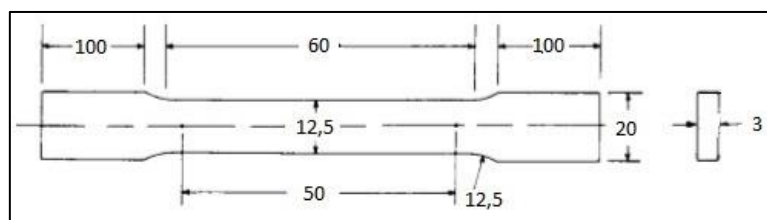
### 2.3 Pengujian Material

Pengujian yang pertama adalah penggunaan variasi arus las. dilakukan untuk mengetahui variasi arus mana yang baik digunakan untuk mengelas pada specimen ini. Pengujian berikutnya adalah pengujian distorsi. Proses pengujian distorsi adalah dengan membuat garis pada pelat dengan jarak, lebar 2 cm dan panjang 2 cm sehingga menutupi permukaan. Menjepit kedua sisi pelat menggunakan alat khusus. Menempatkan pelat dan jepitannya diatas meja rata dan kalibrasi titik terendahnya pada permukaan pelat menggunakan *dial indicator*. Mengukur setiap garis yang telah dibuat dan catat beberapa nilai distorsi yang didapat menggunakan *dial indicator*.



**Gambar 2** Dial indikator

Setelah pengujian distorsi selesai maka dilanjutkan pengujian tarik. Pada pengujian tarik standar ukuran menggunakan ASTM E8. Perhitungan dalam pengujian tarik menggunakan persamaan sebagai berikut:



**Gambar 3** Spesimen Uji Tarik ASTM E8

$$\sigma_{max} = \frac{P_{max}}{(w_0 \times t_0)} = \dots (Mpa) \quad (1)$$

$$\sigma_{yield} = \frac{P_{yield}}{(w_0 \times t_0)} = \dots (Mpa) \quad (2)$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \dots (\%) \quad (3)$$

Pengujian selanjutnya adalah pengujian kekerasan. Pengujian kekerasan yang dilakukan menggunakan metode *Vickers*. Pengujian ini dilakukan pada permukaan material dari daerah logam induk, HAZ dan daerah las. Pada pengujian kekerasan digunakan persamaan sebagai berikut:

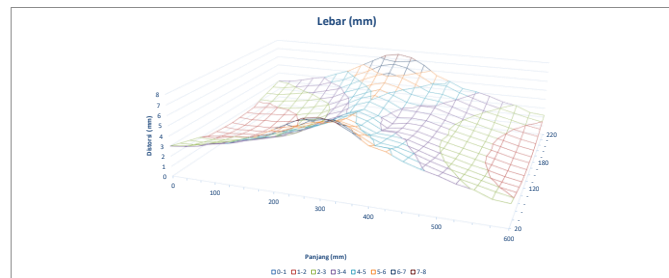
$$VHN = (1,855) \times \frac{p}{d^2} = \dots\dots\dots (kg/mm^2) \quad (4)$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

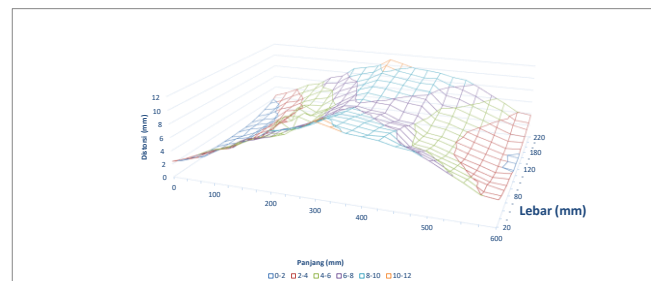
Spesimen yang telah di las selanjutnya akan masuk dalam tahap pengujian. Pengujian yang dilakukan adalah pengamatan distribusi variasi arus, pengujian distorsi, pengujian tarik dan pengujian kekerasan. Hasil dari pengujian yang dilakukan kemudian akan dibahas.

#### 3.1 Sambungan Pengelasan

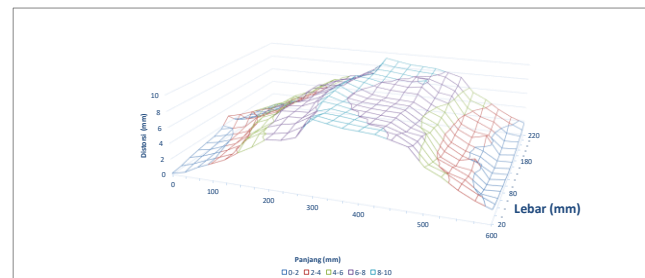
Distorsi adalah perubahan bentuk yang diakibatkan oleh panas, salah satunya akibat proses pengelasan. Pengujian distorsi ini bertujuan untuk melihat perbedaan hasil distorsi dari tiga variasi variasi arus berbeda. Berikut ini adalah grafik 3D distorsi dari tiga variasi arus berbeda.



**Gambar 4** Grafik 3D Distorsi dengan Variasi Arus 60 Ampera



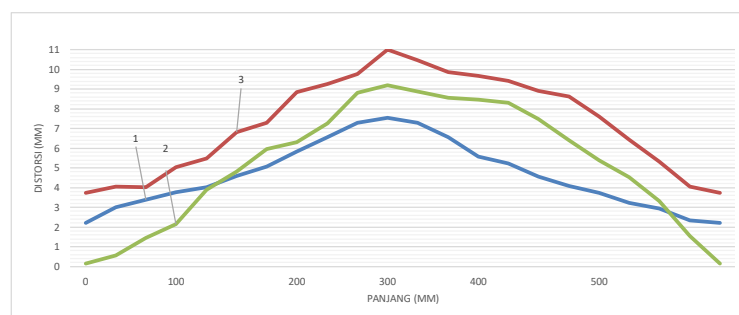
**Gambar 5** Grafik 3D Distorsi dengan Variasi Arus 70 Ampera



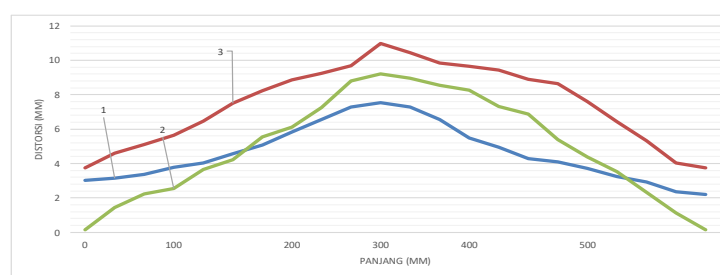
**Gambar 6** Grafik 3D Distorsi dengan Variasi Arus 80 Ampera

Dilihat dari tiga Gambar grafik diatas dapat diketahui bahwa masing-masing spesimen memiliki nilai distorsi yang berbeda. Pada grafik 3D untuk spesiment dengan menggunakan variasi arus 60 Ampera nilai distorsi tertingginya adalah 7,54 mm. kemudian pada grafik 3D untuk specimen dengan menggunakan variasi arus 70 Ampera nilai tertingginya adalah 9,12mm. kemudian pada Grafik 3D untuk specimen dengan menggunakan variasi arus 80 Ampera nilai tertingi distorsinya adalah 10,99 mm. jadi dari hasil

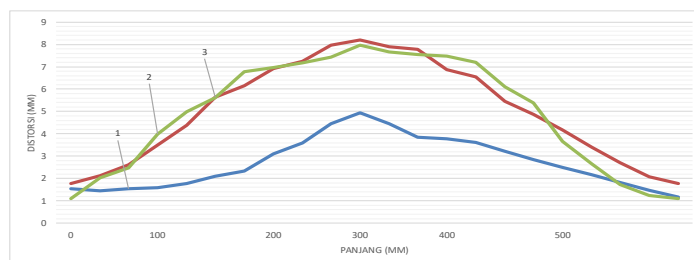
perbandingan ke tiga variasi arus diatas bahwa di variasi arus 80 ampera tingkat distorsinya lebih tinggi yaitu 10,99 mm. sedangkan variasi arus 60 Ampera tertinginya 7,54 mm dan 70 Ampera tingkat distorsinya 9,12 mm. Berikut ini adalah grafik perbandingan distorsi longitudinal spesimen pada Variasi Arus 60 Ampera, 70 Ampera dan 80 Ampera berdasarkan tiga baris berbeda.



**Gambar 7** Grafik Pengaruh Panjang terhadap Distorsi pada Baris 10 mm



**Gambar 8** Pengaruh Panjang terhadap Distorsi pada Baris 110 mm



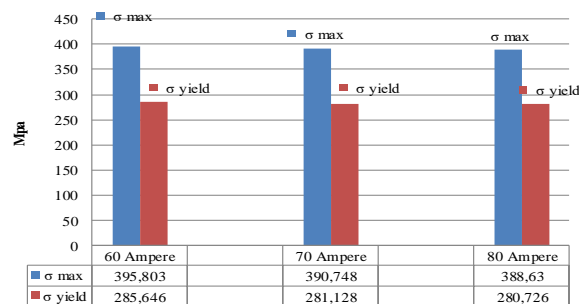
**Gambar 9** Pengaruh Panjang terhadap Distorsi pada Baris 220 mm

Pada Gambar 7 menunjukkan distorsi tertinggi spesimen nilai distorsi longitudinal variasi 60 Ampera memiliki nilai distorsi tertinggi 7,54 mm. Selanjutnya distorsi tertinggi spesimen Variasi kuat arus 70 Ampera memiliki nilai distorsi tertinggi 9,12 mm. Selanjutnya distorsi tertinggi spesimen pada variasi kuat arus 80 A memiliki nilai distorsi tertinggi 10,99 mm. Pada Gambar 8 menunjukkan distorsi tertinggi spesimen variasi 60 Ampera memiliki nilai distorsi tertinggi 7,54 mm. Selanjutnya distorsi tertinggi spesimen Variasi kuat arus 70 Ampera memiliki nilai distorsi tertinggi 9,12 mm. Selanjutnya distorsi tertinggi spesimen pada variasi kuat arus 80 A memiliki nilai distorsi tertinggi 10,99 mm. Pada grafik 6 menunjukkan distorsi tertinggi spesimen variasi 60 Ampera memiliki nilai distorsi tertinggi 7,54 mm. Selanjutnya distorsi tertinggi spesimen Variasi kuat arus 70 Ampera memiliki nilai distorsi tertinggi 9,12 mm. Selanjutnya distorsi tertinggi spesimen pada variasi kuat arus 80 A memiliki nilai distorsi tertinggi 10,99 mm.

Dari sini dapat diketahui bahwa distorsi paling kecil dihasilkan variasi arus 60 Ampera. Ini membuktikan bahwa pemberian variasi arus yang lebih kecil. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan, dimana variasi kuat arus 60 A merupakan variasi kuat arus yang memiliki distorsi paling rendah dibandingkan dengan variasi kuat arus lainnya.[1].

### 3.2 Uji Tarik

Dari tiap variabel dilakukan pengujian tarik sebanyak tiga kali. Maka dari sini dapat diperoleh grafik tegangan maksimum dan tegangan luluh dari setiap spesimen pengujian. Berikut ini adalah grafik hasil uji tarik dari tiga variasi arus pada plat stainless steel 304 dan baja A 36.

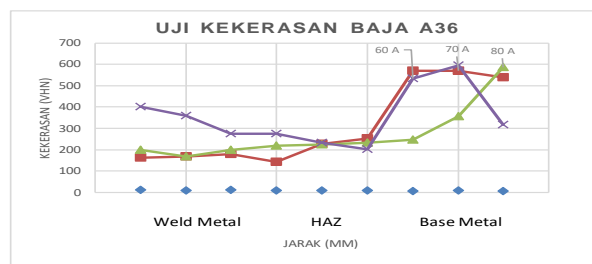


**Gambar 10** Grafik. Perbandingan Kekuatan Tarik dan Tegangan Luluh Rata-rata

Berdasarkan hasil data uji kuat tarik spesimen, disimpulkan bahwa nilai kuat tarik tertinggi spesimen pengelasan *stainless steel* 304 dan Baja A 36 terdapat pada variasi arus pengelasan 60 A dengan rata-rata sebesar 395,803 Mpa. Sedangkan nilai kuat tarik terendah spesimen pengelasan *stainless steel* 304 dan baja A 36 terdapat pada variasi arus pengelasan 80 A dengan rata-rata sebesar 388,63 Mpa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kuat arus 60 A merupakan titik tertinggi penggunaan variasi kuat arus yang baik digunakan untuk meningkatkan hasil kekuatan tarik spesimen. dengan berkurangnya variasi kuat arus pengelasan menjadi 60 A, maka ukuran butir makin kecil sehingga jaraknya semakin dekat dan ikatannya menguat serta kekuatan tarik dan ketangguhannya meningkat Sehingga memiliki kekuatan tarik yang cukup tinggi seperti yang dilakukan dalam penelitian [4].

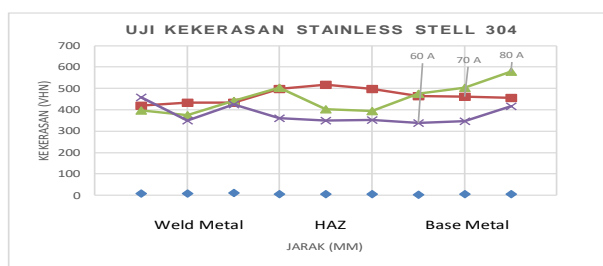
### 3.3 Uji Kekerasan

Pada tahap pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan metode *Vickers Hardness Number* pembebanan 50 kilogram. Banyaknya pengujian yaitu enam kali kali dari setiap daerah logam induk, HAZ dan daerah las karena menggunakan matrial dua jenis yang berbeda untuk diambil nilai rata-rata. Grafik hasil pengujian kekerasan dapat dilihat dibawah ini.



**Gambar 11** Grafik Hubungan Kekerasan Spesimen Baja A 36 terhadap Jarak Titik

Dari Gambar 11 diatas dapat diketahui bahwa hasil kekerasan rata-rata tertinggi specimen Uji kekerasan pada Baja A 36 menggunakan tiga variasi berbeda, pada variasi arus 60 A nilai rata-rata ditunjukkan pada Gambar 11 dengan nilai rata-rata tertinggi terdapat pada Weld Metal 496,382 kg/mm<sup>2</sup> selanjutnya Base Metal 339,580 kg/mm<sup>2</sup> dan HAZ 168,839 kg/mm<sup>2</sup>. Kemudian pada variasi 70 A hasil ditunjukkan pada Gambar 7 nilai rata-rata tertinggi terdapat pada Weld Metal 552,359 kg/mm<sup>2</sup> selanjutnya HAZ 208,071 kg/mm<sup>2</sup> dan 170,525 kg/mm<sup>2</sup>. Kemudian pada variasi 80 A hasil ditunjukkan pada Gambar Grafik 7 Weld Metal 397,476 kg/mm<sup>2</sup> selanjutnya Base Metal 188,723 kg/mm<sup>2</sup> dan HAZ 157,899 kg/mm<sup>2</sup>.



**Gambar 12** Grafik Hubungan Kekerasan Spesimen Baja A 36 terhadap Jarak Titik

Dari Gambar 12 diatas terlihat bahwa hasil kekerasan pada Stainless steel 304, dan nilai tertinggi pada variasi 60 A terdapat pada Base Metal  $411,538 \text{ kg/mm}^2$  dan disusul Weld Metal  $367,266 \text{ kg/mm}^2$  kemudian HAZ  $354,052 \text{ kg/mm}^2$ . Kemudian pada variasi arus 70 A hasil ditunjukkan pada Gambar 8 dengan nilai rata-rata tertinggi terdapat pada HAZ  $505,155 \text{ kg/mm}^2$  dan selanjutnya pada Weld Metal  $460,696 \text{ kg/mm}^2$  dan Base Metal  $423,004 \text{ kg/mm}^2$ . Kemudian pada variasi arus 80 A hasil ditunjukkan pada Gambar grafik 8 dengan nilai rata-rata tertinggi terdapat pada Weld Metal  $519,801 \text{ kg/mm}^2$  selanjutnya HAZ  $432,866 \text{ kg/mm}^2$  dan Base Metal  $404,008 \text{ kg/mm}^2$ .

Dari Hasil perbandingan kedua Gambar 11 dan 12 di atas Baja A36 dan *Stainlees stell* 304 dengan menggunakan tiga variasi arus nilai kekerasan tertinggi terdapat pada Plat Baja A 36 pada variasi arus 80 A terletak pada Weld Metal nilai rata-rata  $552,359 \text{ kg/mm}^2$ . Pada hasil uji ini rata-rata tertinggi terletak pada daerah logam induk/weld metal yang mana semakin besar variasi arus yang dipakai akan semakin besar juga tingkat kekerasan dari hasil pengelasan. Pada Weld Metal kekerasan tertinggi terletak pada spesiment Baja A 36 dengan variasi arus 80 A. Peningkatan hasil uji kekerasan ini juga terjadi pada hasil penelitian yang dilakukan Basuki, dimana hasil penelitian tersebut menunjukkan peningkatan kekerasannya dikarenakan arus yang besar dapat meningkatkan penguatan mekanis[2]. Seiring semakin kecilnya arus maka tingkat kekerasannya semakin kecil.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan tentang pengaruh variasi arus pengelasan SMAW terhadap Distorsi dan sifat Mekanik pada Pengelasan SMAW Dengan Bahan Baja A36 dan stainless stell 304 akhirnya dapat diambil kesimpulan. Pada penggunaan variasi arus las SMAW pada kedua matrial berbeda Baja A36 dan stainless steel 304 dalam penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi arus las yang digunakan dapat mempengaruhi tingkat distorsi diakibatkan karena adanya tegangan sisa pada saat pengelasan. Menggunakan variasi arus 60 A lebih ini rendah dan lebih baik dalam mengurangi distorsi dibandingkan variasi arus 70 A dan 80 A. Dari pengujian Tarik ini diketahui bahwa *heat input* pada pengelasan berpengaruh terhadap kekuatan Tarik pengelasan. Tegangan rata-rata tertinggi diperoleh pada specimen dengan variasi arus 60 A dengan nilai  $285,646 \text{ Mpa}$  begitu pula tegangan luluh maksimum diperoleh pada specimen dengan variasi arus 60 A dengan nilai rata-rata  $395,803 \text{ Mpa}$ . Kekerasan tertinggi terletak pada plat Baja A36 pada variasi 80 A terletak pada daerah Weld metal  $552,359 \text{ kg/mm}^2$ . Kemudian kekerasan kedua terletak pada spesimen stainless Steel 304 pada variasi arus 70 A terletak pada daerah Weld Metal  $519,801 \text{ kg/mm}^2$ . Selanjutnya kekerasan tertinggi pada stainless steel 304 pada variasi 80 A terletak pada daerah HAZ  $505,155 \text{ kg/mm}^2$ .

#### Referensi

- [1] Hendrianto, M. 2018. *MENGGUNAKAN SMAW Amir Arifin, M Hendrianto. IV(1), 2*
- [2] Jamasri, Iman, M. N., Soekrisno, R., & Triyono. 2011. Corrosion fatigue behavior of resistance spot welded dissimilar metal welds between carbon steel and austenitic stainless steel with different thickness. *Procedia Engineering, 10*, 649–654. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.04.108>