

Analisis Variasi Arus Las Tungsten Inert Gas Terhadap Kekuatan Mekanik Pada Baja St 37

Trio Nur Wibowo¹, Warso²

^{1,2} Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto

Jl. Sumingkir No. 1 Purwokerto Barat 53132, Jawa Tengah, Indonesia

email: trionw@gmail.com

ABSTRAK

Pengelasan memiliki peran penting dalam rekayasa *engineering*, khususnya dalam penyambungan logam. Dalam sebuah sambungan logam kekuatan tarik adalah suatu aspek yang harus diketahui. Pada penelitian ini bertujuan guna mengidentifikasi kekuatan tarik material ST 37 menggunakan pengelasan TIG. Pengelasan menggunakan variasi kuat arus 130 A, 140 A, 150 A. Pengujian tarik menggunakan servo pulser dengan beban terpasang sebesar 4 ton. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada material pengelasan menggunakan kuat arus 130 A yaitu sebesar 372,54 MPa. Kekuatan tarik terendah pada spesimen 140 A dimana diperoleh kekuatan tarik sebesar 345,74 MPa. Nilai kekuatan tarik pada pengelasan 150 A mengalami sedikit kenaikan menjadi sebesar 363,6 Mpa. Analisa data pengujian tidak memiliki kecenderungan berbanding lurus ataupun berbanding terbalik dengan besarnya arus pada saat pengelasan. Dari analisa tersebut belum bisa disimpulkan pola dari pengaruh variasi arus pengelasan pada las TIG sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Kata Kunci: ST 37, TIG, *tensile strength*.

1. Pendahuluan

Perkembangan IPTEK berimplikasi pada terciptanya era globalisasi [1]. Percepatan dalam setiap aspek kehidupan berupa peningkatan aksesibilitas dalam bidang komunikasi dan transportasi serta akselerasi pembangunan infrastruktur menimbulkan terjadinya peningkatan konsumsi penggunaan logam dan energi [2]. Tingginya penggunaan logam dan energi pada era globalisasi menuntut terjadinya suatu aktifitas yang lebih efisien dengan hasil yang maksimal.

Proses pengelasan dikatakan sempurna apabila cairan logam bahan tambah terjadi penyatuan secara homogen dengan *base metal*. Kegagalan penyatuan terjadi karena terdapat lapisan oksida sehingga terdapat pembatas atau penghalang yang mengakibatkan terjadinya cacat penetrasi tak sempurna (*incomplet penetration*) [3], keberadaan lapisan oksida pada proses pengelasan mengakibatkan terganggunya aliran arus listrik [4]. Lapisan oksida yang tebal dapat bersifat sebagai isolator yang menghambat timbulnya inisiasi busur listrik [5]. Proses las TIG atau GTAW banyak dipergunakan di masyarakat umum dan industri, hal ini dikarenakan proses pengelasan tersebut mampu menetralkan lapisan oksida pada material yang akan dilas. Pada proses las TIG menggunakan tungsten yang dipergunakan sebagai elektroda tidak terkontaminasi dan berfungsi untuk menghasilkan terjadinya busurnya listrik [6].

Parameter dalam proses pengelasan sangat berpengaruh terhadap hasil proses pengelasan. Suplai arus listrik saat proses las (AC, DC elektrode positif, DC elektrode negatif, besar kecil arus listrik, tegangan listrik) adalah parameter yang paling dominan. Metode pengelasan (kecepatan proses pengelasan, pemanasan awal, jumlah lajur pengelasan, jumlah lapisan pengelasan, tinggi rendahnya suhu antar lajur pengelasan, dan *heat treatment* setelah proses pengelasan atau *Post Weld Heat Treatment (PWHT)* juga merupakan factor yang cukup signifikan terhadap kekuatan hasil pengelasan [7-8].

Ketebalan logam induk, diameter elektroda las, jenis sambungan dan posisi pengelasan merupakan factor yang memiliki korelasi terhadap penentuan besar kecilnya arus listrik yang digunakan saat pengelasan. Penggunaan arus listrik yang terlalu besar (tidak sebanding dengan tepal material yang di las) dapat menyebabkankawat dari inti elektroda las terjadi panas yang

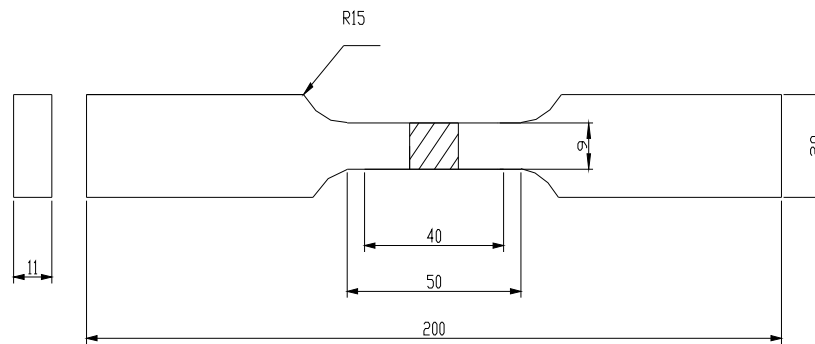
berlebih sehingga terdapat takikan serta kualitas rigi-rigi pengelasan yang kasar. Proses pengelasan menggunakan kuat arus las terlalu kecil, mengakibatkan terjadinya penumpukan ciran las dan tidak terjadi penetrasi yang sempurna sehingga tidak terjadi penembusan pada bagian dalam permukaan yang dilas dan secara otomatis akan menyebabkan terjadinya penurunan kekuatan sambungan las karna terdapat rongga atau permukaan las yang tidak menyatu antara logam induk dan bahan tambah [9].

Kemampuan hasil sambungan pengelasan biasanya dilihat dari kemampuan menahan beban tarik pada sambungan pengelasan. Kekuatan tarik dalam sambungan las sangat dipengaruhi oleh sifat dari material logam induk yang akan dilas, kondisi pencampuran pada *HAZ*, bahan tambah atau kawat las dan sifat-sifat mekanik dari sambungan yang berhubungan erat dengan geometri dan distribusi tegangan dalam sambungan [10].

2. Metodologi

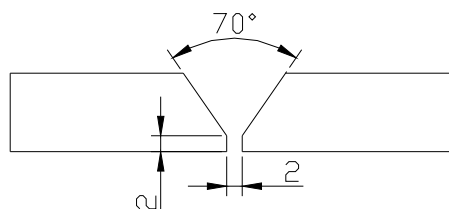
2.1. Preparasi Spesimen

Pembuatan spesimen menggunakan material ST 37 dengan tebal 6 mm berpedoman pada ASTM E8-09 untuk pembuatan spesimen pengujian kekuatan tarik material. Permukaan spesimen dibentuk sesuai ukuran menggunakan mesin scrap, mesin frais, kikir dan peralatan pendukung lainnya.



Gambar 1. Spesimen Uji Tarik ASTM E8-09

Pembuatan kampuh “V” untuk spesimen uji tarik menggunakan mesin frais, dan untuk proses pemotongan menggunakan mesin gergaji. Penggunaan mesin gergaji dimaksudkan untuk meminimalisir terjadinya perubahan struktur akibat panas pada saat pemotongan. Pertama material dipotong dan dibentuk dengan dimensi 20 x 200 x 11 mm. Selanjutnya dicari titik tengah untuk penentuan pembuatan kampuh. Pembuatan kampuh diawali dari pengukuran permukaan sedalam 2 mm dan pembentukan sudut 35° . Setelah bahan diukur dan ditandai ukurannya, bahan dicekam dan dilakukan pengefraisan. Kampuh yang terbentuk diukur dengan menggunakan alat pengukur sudut. Finising specimen dengan cara menghaluskan permukaan dengan amplas 400 mesh. Kotoran pada specimen di bersihkan dengan merendam specimen selama 15 menit menggunakan cairan alcohol dan dikeringkan menggunakan tissue.



Gambar 2. Kampuh V terbuka

2.2. Proses Las TIG

Proses penyambungan benda kerja menggunakan pengelasan jenis las Tungsten Inert Gas (TIG) dengan tiga variasi arus pengelasan yaitu 130 Ampere, 140 Ampere, dan 150 Ampere. Besar sudut kampuh 70^0 , dan tipe elektroda yang digunakan adalah ER 70 S 6.

Tahapan proses pengelasan las TIG:

- Preparasi specimen dan penempatan yang ideal pada meja las.
- Posisi pengelasan memakai metode posisi pengelasan mendatar atau posisi pengelasan bawah tangan.
- Jenis kampuh yang dipergunakan adalah kampu “V” terbuka, besar sudut 70^0 , lebar celah bawah 2 mm.
- Mensetting kebutuhan besarnya arus pengelasan sesuai variable penelitian.

2.3. Pengujian Tarik dan Regangan

Proses pengujian tarik menggunakan alat uji tarik servo pulser dengan beban terpasang 4 ton. Pengujian tarik dilakukan pada raw material dan pada daerah hasil pengelasan. Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik maksimum dan regangan yang terjadi serta untuk mengetahui letak putusnya sambungan las. Pada saat proses pengujian tarik beban diberikan secara kontinyu dan bertahap mulai dari beban kecil sampai specimen putus. Penambahan beban uji diberikan secara pelan-pelan, sehingga pada saat terjadinya perubahan struktur pada material uji dapat diamati dengan baik. Pada saat uji tarik juga diamati terjadinya regangan yang terjadi akibat pembebanan, sehingga dari pengujian tarik didapatkan kurva tegangan- regangan.

Besarnya tegangan tarik pada saat pengujian dapat diperoleh dari perhitungan menggunakan rumus, dimana beeban dibagi dengan luas penampang mula benda uji.

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_o}$$

Keterangan:

- σ_u = Tegangan nominal (kg/mm^2)
 F_u = Beban maksimal (kg)
 A_o = Luas penampang mula dari penampang batang (mm^2)

Regangan (persentase pertambahan panjang) yang diperoleh dengan membagi perpanjangan panjang ukur (ΔL) dengan panjang ukur mula-mula benda uji.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\% = \frac{L - L_o}{L_o} \times 100\%$$

Keterangan:

- ε = Regangan (%)
 L = Panjang akhir (mm)
 L_o = Panjang awal (mm)

Pembebanan tarik dilakukan terus-menerus dengan menambahkan beban sehingga akan mengakibatkan perubahan bentuk pada benda berups pertambahan panjang dan pengecilan luas permukaan dan akan mengakibatkan kepatahan pada beban. Persentase pengecilan yang terjadi dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$q = \frac{\Delta A}{A_o} \times 100\% = \frac{A_o - A_1}{A_o} \times 100\%$$

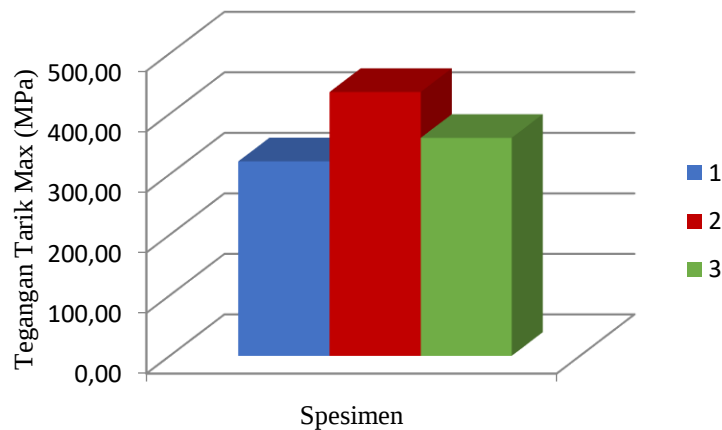
- Dimana: q = Reduksi penampang (%)
 A_o = Luas penampang mula (mm^2)
 A_1 = Luas penampang akhir (mm^2)

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengujian Tarik

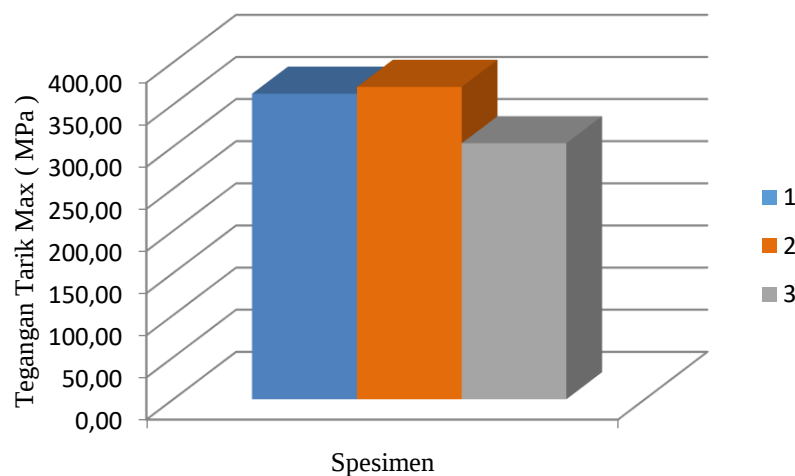
Pengujian tarik dilakukan menggunakan tiga spesimen untuk tiap-tiap variasi arus pengelasan yaitu spesimen satu (1), spesimen dua (2), dan spesimen tiga (3). Data pengujian hasil uji tarik untuk tiap-tiap spesimen ditampilkan pada grafik yang ditunjukkan pada gambar 3, gambar 4, dan gambar 5. Patahan yang terjadi saat pengujian tarik terletak pada daerah HAZ

(*Heat Affected Zone*) karena nilai dari kekuatan tarik maksimum lebih besar disbanding nilai kekuatan tarik logam induk yang dilas.



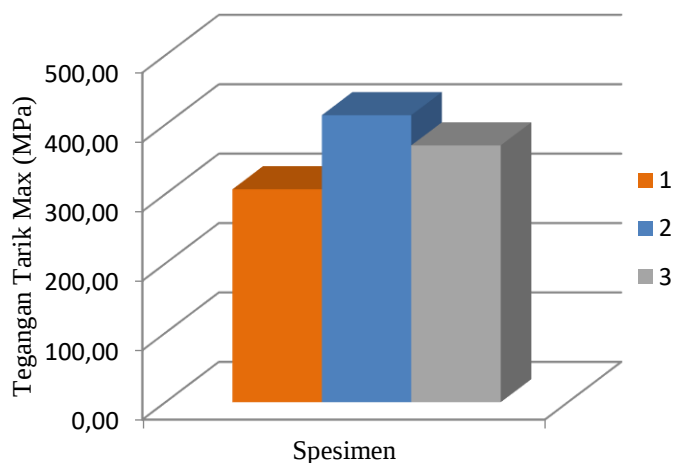
Gambar 3. Grafik tegangan tarik pengelasan 130 A

Dari grafik pada gambar 3.1, didapatkan data bahwa terjadi perbedaan nilai kekuatan tarik pada tiap spesimen pada pengelasan 130 Ampere sehingga diperoleh rata-rata hasil pengujian tarik sebesar 372.54 MPa. Terjadinya perbedaan nilai tegangan tarik tidak terlalu signifikan sehingga data masih layak digunakan. Pada pengelasan 140 A, hasil pengelasan juga terdapat perbedaan nilai tegangan tarik dengan *range* yang lebih kecil dengan nilai rata-rata yang lebih rendah dengan nilai tegangan tarik sebesar 345.74 MPa.



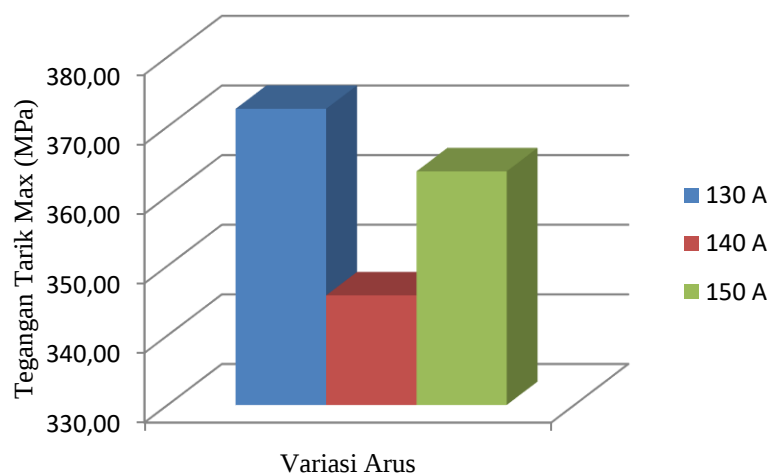
Gambar 4. Grafik tegangan tarik masing masing spesimen pengelasan 140 A.

Pada proses pengelasan menggunakan arus sebesar 150 A, terjadi peningkatan nilai kekuatan tarik dibandingkan dengan pengelasan kuat arus 140 A, dimana nilai rata-rata untuk kekuatan tarik sebesar 363,56 Mpa.



Gambar 5. Grafik tegangan tarik masing masing spesimen pengelasan 150 A

Dari grafik diatas didapatkan bahwasanya antara spesimen yang satu dengan yang lainnya pada pengelasan 150 A terdapat perbedaan hasil tegangan tariknya, maka dari itu didapatkan rata-rata dari ketiga specimen tersebut didapatkan tegangan tarik sebesar 363.56 MPa. Data hasil pengujian tarik dari ketiga variasi arus pengelasan yaitu 130 A, 140 A, dan 150 A untuk selanjutnya dianalisa dalam suatu grafik seperti ditampilkan pada gambar 6.



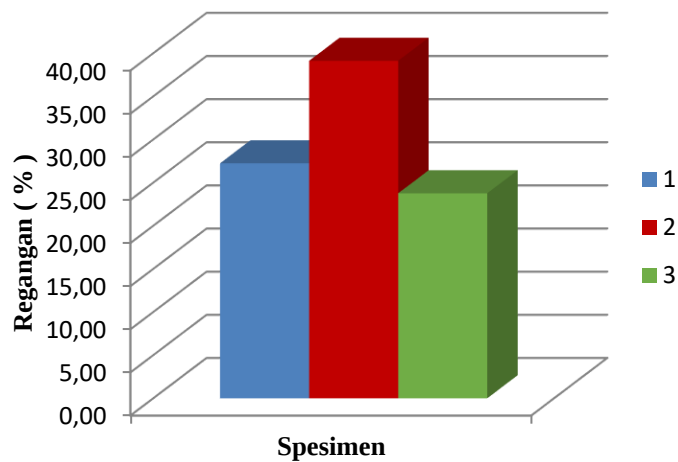
Gambar 6. Grafik hubungan tegangan dan pengelasan dengan variasi kuat arus.

Berdasarkan analisis data diatas dapat disimpulkan bahwa variasi arus pengelasan berpengaruh terhadap tegangan tarik yang dihasilkan. Nilai tegangan tarik tertinggi dihasilkan pada spesimen dengan menggunakan kuat arus 130 A, dimana kekuatan tariknya sebesar 372.54 MPa. Pengelasan dengan kuat arus 140 A memiliki kukuatan tarik terendah dengan nilai kekuatan tarik maksimum sebesar 345,74 MPa. Terjadinya penurunan nilai kekuatan tarik

maksimum terjadi karna setiap penambahan kuat arus pada proses pengelasan akan meningkatkan panas yang timbul pada logam induk dan elektroda. Peningkatan panas yang terlalu tinggi membuat struktur logam berubah menjadi lebih kasar dan lebih getas.

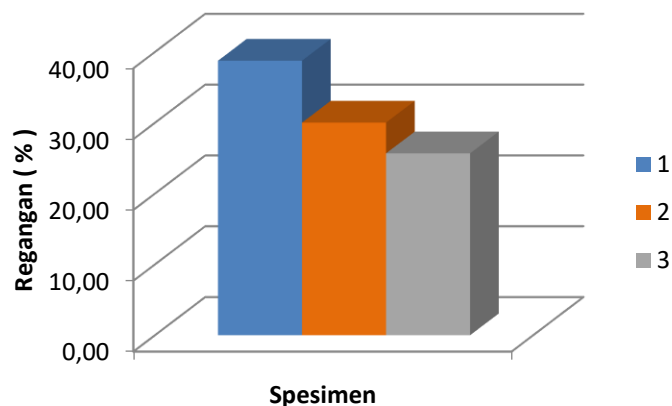
3.2. Hasil Pengamatan Regangan

Nilai regangan akibat pembebanan tarik pada spesimen dengan kuat arus pengelasan 130 A untuk tiap-tiap spesimen terjadi perbedaan. Pola dari terjadinya perbedaan nilai regangan hampir sama seperti perbedaan nilai tegangan tarik pada spesimen pengelasan 130 A. Hal ini menunjukkan bahwa ada korelasi antara regangan dan kekuatan tarik. Nilai regangan rata-rata dari ketiga spesimen tersebut sebesar 28.04 %.



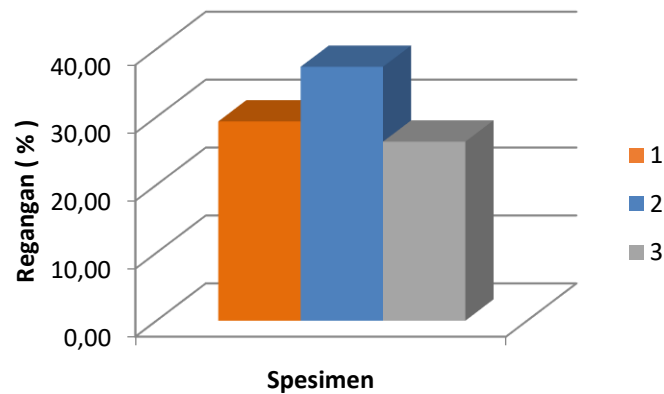
Gambar 7. Grafik regangan masing masing specimen pada pengelasan 130 A

Besarnya nilai regangan pada spesimen pengelasan dengan kuat arus 140 A ditunjukan sepeerti pada gambar 8 dibawah ini. Data menunjukan bahwa terjadi perbedaan untuk tiap-tiap spesimen. Pola perbedaan regangan yang terjadi menyerupai pola perbedaan tegangan tarik. Dimana nilai regangan rata-rata untuk spesimen 140 A sebesar 31.49 %.



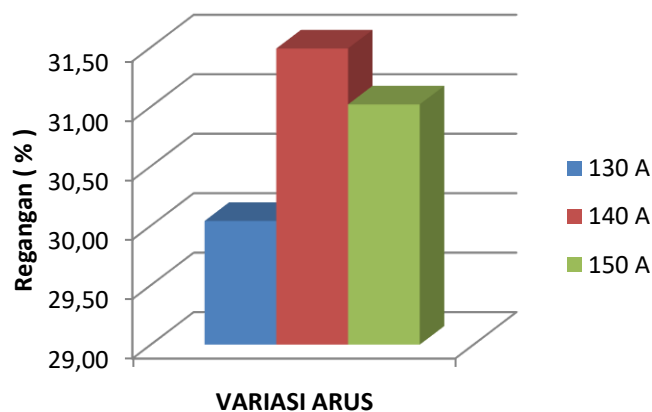
Gambar 8. Grafik regangan masing masing spesimen pada pengelasan 140 A

Untuk regangan tarik pada pengelasan 150 A didapatkan hasil seperti pada gambar 9. Data menunjukkan terjadi perbedaan nilai regangan namun tidak signifikan, dimana nilai regangan rata-rata sebesar 30.80 %.



Gambar 9. Grafik regangan masing masing spesimen pada pengelasan 150 A

Grafik pada gambar 9 memperlihatkan bahwa nilai regangan paling tinggi terdapat pada spesimen 2. Proses pengelasan menggunakan kuat arus 130 A, 140 A dan 150 A baik pada spesimen 1, 2, dan 3 tidak ada yang menunjukkan grafik lurus pada setiap perbedaan arus pengelasan. Tidak adanya keseragaman hasil uji pada tiap-tiap perbedaan arus pengelasan bisa disebabkan dari berbagai factor, seperti kondisi tukang las (*welder*), preparasi specimen, kesetabilan arus pengelasan dan lain sebagainya. Perbedaan regangan yang terjadi tidak terlalu signifikan dan masih dalam batas toleransi sehingga data pengujian tetap bisa dipakai.



Gambar 10. Grafik hubungan regangan dan variasi arus pengelasan

Nilai regangan pada tiap-tiap variasi arus menunjukkan bahwa terjadi perbedaan nilai regangan yang tidak terlalu signifikan seperti ditunjukkan pada gambar 10. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan variasi arus berpengaruh terhadap regangan yang dihasilkan dimana regangan tertinggi dihasilkan pada penggunaan arus 140 A yaitu sebesar 31.49%. Semakin tinggi temperatur juga akan memperbesar struktur butiran logam, sehingga mempengaruhi regangan tarik spesimen tersebut. Temperatur tinggi pada saat pengelasan menyebabkan perbandingan kecepatan pendinginan berlangsung lebih cepat dibanding dengan panas pengelasan yang lebih rendah.

Proses pendinginan yang cepat menyebabkan struktur butiran logam menjadi martensit, dengan ukuran butiran yang lebih besar. Ukuran butiran struktur mikro yang lebih besar berakibat pada rendahnya regangan saat terjadi beban tarik.

4. KESIMPULAN

Proses pengelasan pada material ST 37 menggunakan las TIG dengan variasi kuat arus 130 A, 140 A, dan 150 A memberikan pengaruh terhadap nilai kekuatan tarik maksimum dan besarnya nilai regangan yang terjadi akibat pembebanan tarik. Bertambahnya arus yang digunakan pada proses pengelasan menimbulkan terjadinya peningkatan panas yang terjadi pada saat pengelasan. Panas yang tinggi pada area las menimbulkan perbedaan panas yang cukup signifikan dengan area material induk di daerah yang tidak terkena las dan berakibat terjadinya perubahan struktur mikro dari logam. Perubahan struktur mikro akan berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik dan besarnya regangan yang terjadi. Semakin besar arus yang digunakan nilai kekuatan tarik menjadi berkurang tetapi nilai regangannya naik.

REFERENSI

- [1]. *ASTM International. 2010 Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials. ASTM International.*
- [2]. Djamaludin. 2011. *Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Baja ST 37 Terhadap Kekuatan Tarik.* Unes. Semarang.
- [3]. Hendi, S. Dan Syarif, A. *Analisis Pengaruh Media Pendinginan Terhadap Kekuatan Tarik Pada Las TIG.* Unbraw. Malang.
- [4]. George E. Dieter. 1989. Dan Sriyati Djapri, *Metalurgi Mekanik.* Fakultas Teknik Jurusan Metalurgi Mekanik Universitas Indonesia. Jakarta.
- [5]. La Ode. S. 2016. *Pengaruh Sudut Elektroda Pada Proses Pengelasan Terhadap Sifat Mekanika Baja Karbon Rendah.* Teknik Mesin Politeknik Sriwijaya Palembang.
- [6]. Kenyon, W. 1985. *Dasar-Dasar Pengelasan.* Diterjemahkan Oleh Ginting, D. Jakarta: Erlangga.
- [7]. Sonawan, H. dan R. Suratman. 2006. *Pengelasan Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam.* Bandung: Alfabeta.
- [8]. Sriwidharto. 1996. *Petunjuk Kerja Las TIG.* Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- [9]. Widharto, S. 2013. *Welding inspection.* Jakarta: Mitra Wacana Media.
- [10]. Wiryosumarto, H. dan T. Okumura. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam.* Jakarta: Pradnya Paramita