



Analisis Kekuatan Tarik Plat Baja ST37 Variasi Kuat Arus dengan Metode Shielded Metal Arc Welding

Eka Putra Dairi Boangmanalu ^{a,*}, Jandri Fan HT Saragi ^a, Angga Bahri Pratama ^b, Al Qadry^a

^a Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan, Jl. Almamater No.1, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara 20155, Indonesia

^b Program Studi Teknologi Rekayasa Energi Terbarukan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan, Jl. Almamater No.1, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara 20155, Indonesia

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima 29 November 23

Diterima setelah direvisi 02 Desember 23

Disetujui 11 Desember 23

Kata kunci:

Uji Tarik

SMAW

Kuat Arus

Abstract- This research aims to determine the mechanical properties of materials through tensile testing. The tensile test specimen is from the st37 plate, which is tested based on variations in current strength using the Shielded Metal Arc Welding (SMAW) method. The process is carried out by preparing specimens by ASTM-E8 standards with electric current ratios of 35A, 45A, 55A, 65A, 75A, 85A, and Raw material. Based on the test results, the 85A current strength variation is more dominant in having the highest loading strength than other current strengths, the tensile test specimen using SMAW 85A has a maximum load of 21,561 N, the maximum stress obtained is 94.57 Mpa, the maximum strain is 0.07% and Young's modulus is 2,944.19 Mpa, however, when compared with raw material, the value and mechanical properties are better than variations in current strength, the results obtained are a maximum load of 23,463 N, maximum stress 102.91 Mpa, maximum strain 0.07% and Young's modulus 3,087.52 Mpa.

Intisari- Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat mekanik material melalui pengujian tarik. Spesimen pengujian tarik yaitu dari plat st37, spesimen tersebut diuji berdasarkan variasi kuat arus dengan metode Shielded Metal Arc Welding (SMAW). Proses yang dilakukan dengan mempersiapkan specimen sesuai dengan standart ASTM-E8 dengan perbandingan arus listrik 35A, 45A, 55A, 65A, 75A, 85A dan Raw material. Berdasarkan hasil pengujian, variasi kuat arus 85A lebih dominan memiliki kekuatan pembebanan tertinggi dari pada kuat arus lainnya, specimen pengujian tarik dengan menggunakan SMAW 85 A memiliki pembebanan maksimum sebesar 21.561 N, tegangan maksimum yang diperoleh 94.57 Mpa, regangan maksimum 0.07 % dan modulus young sebesar 2.944.19 Mpa, akan tetapi jika dibandingkan dengan raw material, nilai dan sifat-sifat mekanisnya lebih baik daripada variasi kuat arus, hasil yang diperoleh pembebanan maksimum sebesar 23.463 N, tegangan maksimum 102.91 Mpa, regangan maksimum 0.07 % dan Modulus young 3.087.52 Mpa.

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi tidak bisa dihindari dan selayaknya kita harus berkontribusi untuk setiap perkembangan dan kemajuan di era revolusi industri 4.0. Seiring dengan kemajuan teknologi tersebut, kemajuan material teknik juga sudah membuktikan banyaknya perubahan, material teknik telah menampilkan peran pokok di dunia industri dengan

transformasi, *updating* bahan dan struktur pada logam dan non logam yang dapat digunakan dengan tingkat efisiensi yang tinggi.

Proses penyambungan dua buah logam pada material dengan memanfaatkan energi panas sehingga logam tersebut tersambung dan menyatu disebut pengelasan. Pengelasan juga dapat di defenisikan sebagai ikatan metalurgi pada sambungan logam yang dilakukan pada saat logam tersebut mencair, atau pengelasan juga dapat diartikan sebagai proses penyatuan logam yang terjadi akibat adanya panas baik ada atau tidaknya

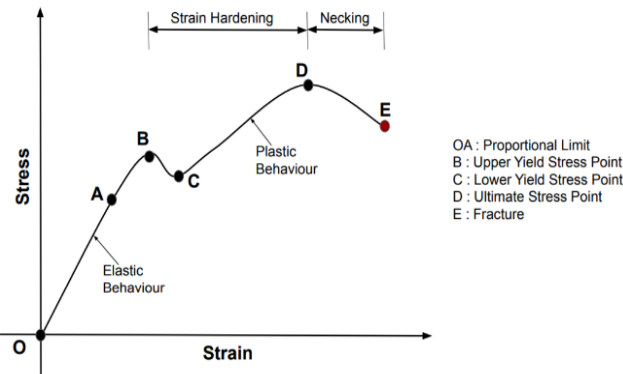
* Corresponding Author:

E-mail: ekaboangmanalu@polmed.ac.id

pengaruh tekanan [1]. Dalam proses pengelasan, ada beberapa factor yang mempengaruhi hasil yang di las oleh seorang welder, salah satunya adalah besarnya kuat arus yang digunakan pada saat melakukan pengelasan sehingga pemilihan parameter arus las yang tepat berpengaruh terhadap kekuatan dan perubahan sifat mekanis suatu logam. [2]. Bila arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik. Busur listrik yang terjadi menjadi tidak stabil. Panas yang dihasilkan tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasilnya merupakan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata penembusan kurang dalam. Sebaliknya bila arus terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan penembusan kerapuhan hasil pengelasan [3]. Oleh sebab penelitian ini dilatar belakangi untuk melihat besar kuat arus yang bisa digunakan seorang welder melakukan pekerjaannya khususnya pada proses pengelasan pada logam plat ST37 dengan menguji hasil las pada mesin uji tarik di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan.

1.1 Uji Tarik

Salah satu metode untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari suatu material adalah uji tarik. Dengan menarik suatu bahan, kita akan mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkeraman (grip) yang kuat dan kekakuan yang tinggi (*highly stiff*) dan juga mesin yang presisi [4].



Gambar 1. Kurva Strain dan Stress pada uji tarik

Kurva *strain-stress* diatas menunjukkan kekuatan uji tarik yang diuji pada suatu material. Kurva diatas juga menampilkan hasil pengujian dapat dianalisis dan diketahui yaitu titik luluh, batas elastisitas, batas plastisitas, posisi *necking* dan kekuatan tarik maksimum suatu bahan.

Untuk mencari nilai kekuatan tarik dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$\sigma = F/A \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

σ = Tegangan normal (MPa)

F = Gaya yang bekerja (N)

A = Luas penampang mula-mula komposit (mm²)

Besarnya regangan adalah perpanjangan tarik, ϵ , perubahan panjang sampel dibagi dengan panjang awal. Dinyatakan dalam persamaan berikut

$$\epsilon = \Delta L / L_0 \dots \dots \dots (2)$$

dimana:

ϵ = Regangan.

ΔL = Pertambahan panjang. (mm)

L_0 = Panjang daerah ukur atau panjang awal (*gage length*) (mm)

Pada daerah proporsional yaitu daerah dimana tegangan-regangan yang terjadi masih sebanding, defleksi yang terjadi masih bersifat elastis dan masih berlaku hukum Hooke. [5] Besarnya nilai modulus elastisitas yang juga merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan. Dinyatakan dalam persamaan berikut

$$E = \sigma / \epsilon \dots \dots \dots (3)$$

dimana:

E = Modulus elastisitas (MPa)

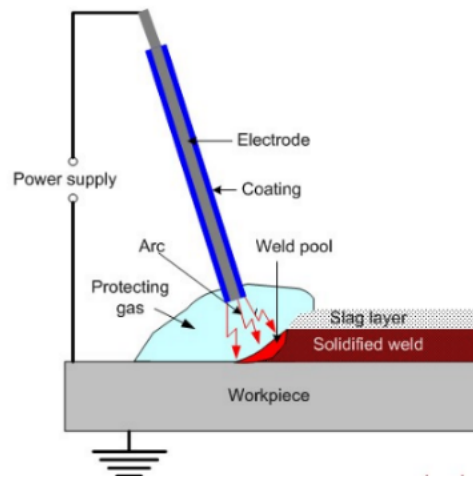
σ = Kekuatan tarik komposit (MPa)

ϵ = Regangan.

1.2 Shielded Metal Arc Welding (SMAW)

Shielded Metal Arc Welding adalah las busur listrik elektroda yang terlindung atau yang sering digunakan dengan singkatan SMAW, las ini memanfaatkan busur nyala listrik yang panas (dengan ketentuan kuat arus) untuk mencairkan sebuah logam.

Proses pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dilakukan dengan menggunakan energi listrik (AC/DC), energi listrik dikonversi menjadi energi panas dengan membangkitkan busur listrik melalui sebuah elektroda. Busur listrik diperoleh dengan cara mendekatkan elektroda las ke benda kerja/logam yang akan dilas pada jarak beberapa milimeter, sehingga terjadi aliran arus listrik dari elektroda ke benda kerja, karena adanya perbedaan tegangan antara elektroda dan benda kerja (logam yang akan dilas)[6]. Metode SMAW juga dapat kita lihat pada gambar 2.

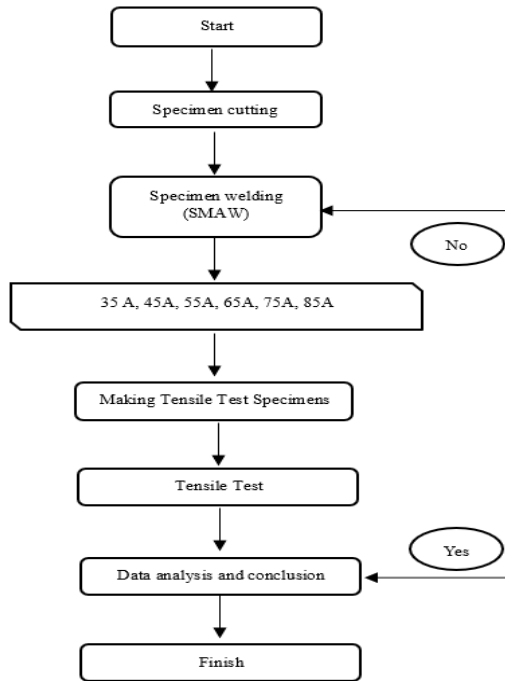


Gambar 2. Metode Shielded Metal Arc Welding

2. Metode Penelitian

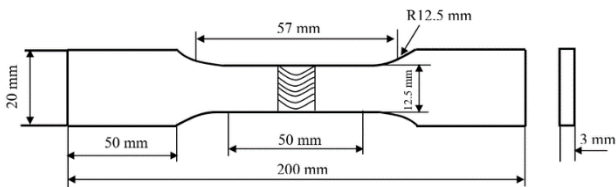
Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Proses yang dilakukan yaitu dengan mempersiapkan specimen (plat) sesuai dengan standart ASTM-E8 dengan perbandingan komposisi

arus listrik 35A, 45A, 55A, 65A, 75A, 85A dan Raw material, atau lebih lengkapnya pada gambar 3.



Gambar 3. Alur Penelitian

Pengujian tarik ini merupakan jenis pengujian merusak specimen yang diuji. Untuk memenuhi kriteria atau standarisasi pengujian, penelitian ini menggunakan standart ASTM-E8. Adapun standart specimen uji pada penelitian ini pada gambar dibawah ini.



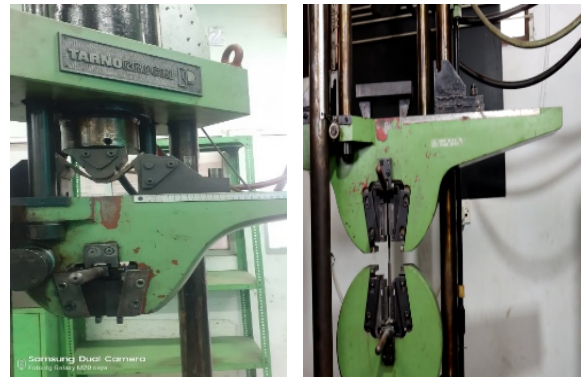
Gambar 4. Spesimen ASTM-E8

3. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin Las DC Inverter ARC Welder ZX7-4.00SX dan *Computer Servo Universal Tensile Machine* di Labolatorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan dengan kapasitas maksimum mesin 100000 N.



Gambar 5. Mesin Las DC Inverter ZX7-4.00SX

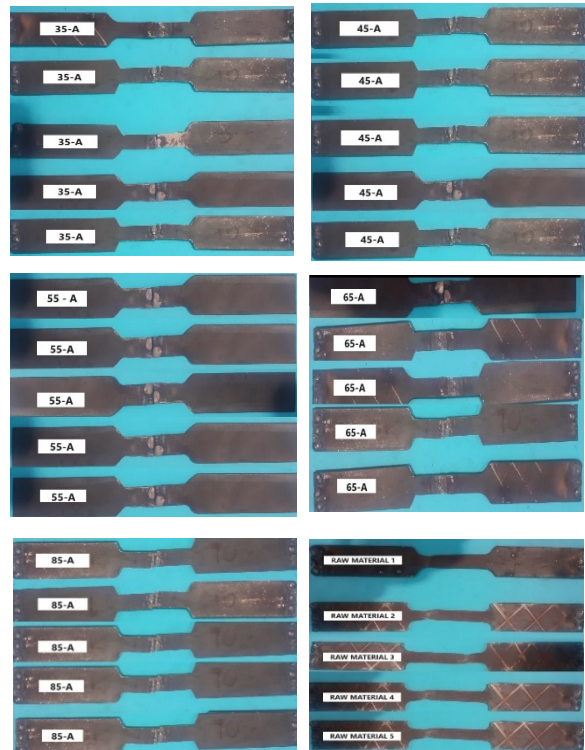


Gambar 6. Mesin Uji Tarik

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah baja plat ST-37



Gambar 7. Spesimen Pengujian dan Proses pengelasan



Gambar 8. Spesimen Pengujian

4. Prosedur Pengujian

4.1. Persiapan Pengujian

a) Chuck Chuck: Memiliki peranan penting yang merupakan komponen mesin uji Tarik yang berfungsi sebagai pemegang benda kerja atau spesimen. Oleh karena itu sebelum melakukan pengecekan terlebih dahulu terhadap *chuck*.

b) Tuas pemutar: Berfungsi sebagai pemutar atau penggerak poros, dimana poros ini memutar roda-roda gigi pada mesin uji tarik yang berfungsi menarik *chuck* bagian bawah sehingga benda uji ikut tertarik. Pada saat benda uji tertarik disinilah terjadi pembebanan tarik pada benda uji.

c) Load Cell: Berfungsi sebagai pengukur tegangan tarik atau pembebanan yang terjadi pada spesimen. Pemasangan Load Cell harus sesumbu dengan *chuck* bagian atas dan bawah.

d) Indikator: Berfungsi menampilkan beban tarik dari Load Cell dan sebagai penghubung ke komputer.[7].

4.2. Prosedur Pengujian

Adapun prosedur pengujian untuk pengambilan data dalam pengujian tarik adalah sebagai berikut:

1. Tahap persiapan
2. Sediakan spesimen dengan komposisi kuat arus yang sudah ditentukan
3. Setting beban dan pencatat grafik pada mesin.
4. Berikan beban secara kontinyu sampai spesimen putus
5. Record besarnya beban
6. Setelah putus ambil spesimen dan ukur panjang dan luasan penampang yang putus
7. kerjakan langkah di atas untuk pengambilan data seluruh spesimen.

5. Hasil dan Pembahasan

Hasil yang diperoleh dari pengujian tarik telah didapatkan sifat-sifat mekanik dari specimen plat ST37 dengan variasi kuat arus: 35A, 45A, 55A, 65A, 75A, 85A dan Raw material.

5.1. Data hasil pengujian tarik

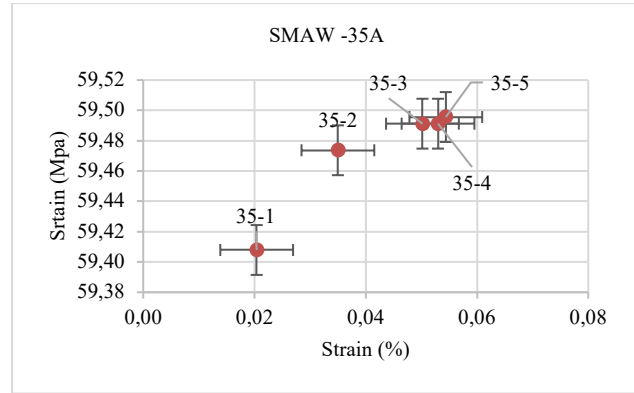
Hasil pengujian tarik spesimen pertama dengan kuat arus 35 Ampere disajikan pada table 1.

Table 1. Data Pengujian yang pertama

Spesimen	Elongation (mm)	Strain (%)	Stress (Mpa)	Force (N)	Modulus Young (Mpa)
1	1.02	0.02	59.41	13.545.00	2.912.15
2	1.75	0.04	59.47	13.560.00	1.699.25
3	2.51	0.05	59.49	13.564.00	1.185.08
4	2.65	0.05	59.49	13.564.00	1.122.48
5	2.72	0.05	59.50	13.565.00	1.093.67

Dari hasil pengujian tarik yang pertama diperoleh kekuatan maksimum pembebanan sebesar 13.565 N, kemudian tegangan maksimum yang

diperoleh 59.50 Mpa, regangan maksimum 0.05 % dan Modulus young sebesar 2.912.15 Mpa.



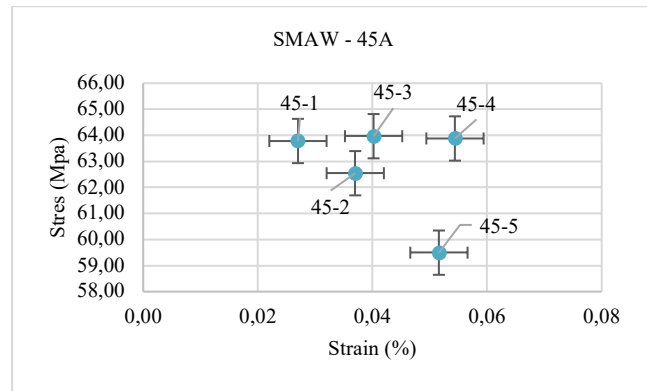
Gambar 9. Diagram stress strain pada pengujian tarik 35 Ampere

Hasil pengujian tarik spesimen kedua dengan kuat arus 45 Ampere disajikan pada table 2.

Table 2. Data Pengujian yang kedua

Spesimen	Elongation (mm)	Strain (%)	Stress (Mpa)	Force (N)	Modulus Young (Mpa)
1	1.35	0.03	63.78	14.542.00	2.362.25
2	1.85	0.04	62.54	14.260.00	1.690.37
3	2.01	0.04	63.96	14.584.00	1.591.17
4	2.72	0.05	63.88	14.564.00	1.174.21
5	2.58	0.05	59.50	13.565.00	1.153.02

Hasil pengujian tarik yang kedua diperoleh kekuatan maksimum pembebanan sebesar 14.584 N, kemudian tegangan maksimum yang diperoleh 63.96 Mpa, regangan maksimum 0.05 % dan Modulus young sebesar 2.362.25 Mpa.



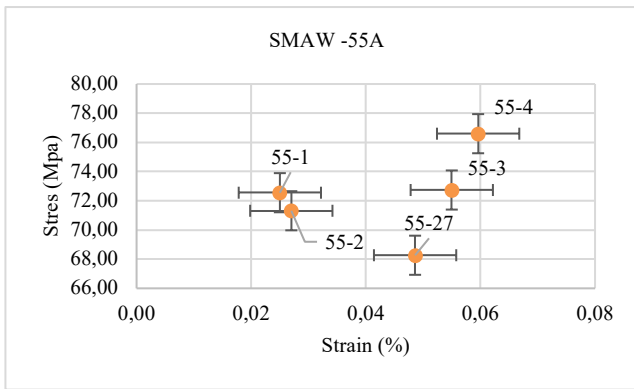
Gambar 10. Diagram stress strain pada pengujian tarik 45 Ampere

Hasil pengujian tarik berikutnya spesimen ketiga dengan kuat arus 55 Ampere disajikan pada table 3.

Table 3. Data Pengujian specimen yang ketiga

Spesimen	Elongation (mm)	Strain (%)	Stress (Mpa)	Force (N)	Modulus Young (Mpa)
1	1.25	0.03	72.55	16.542.00	2.902.11
2	1.35	0.03	71.32	16.260.00	2.641.33
3	2.75	0.06	72.74	16.584.00	1.322.49
4	2.98	0.06	76.60	17.464.00	1.285.18
5	2.43	0.05	68.27	15.565.00	1.404.68

Pengujian tarik yang ketiga memperoleh hasil kekuatan maksimum pembebanan sebesar 17.464 N, kemudian tegangan maksimum yang diperoleh 76.60 Mpa, regangan maksimum 0.06 % dan Modulus young sebesar 2.902.11 Mpa.



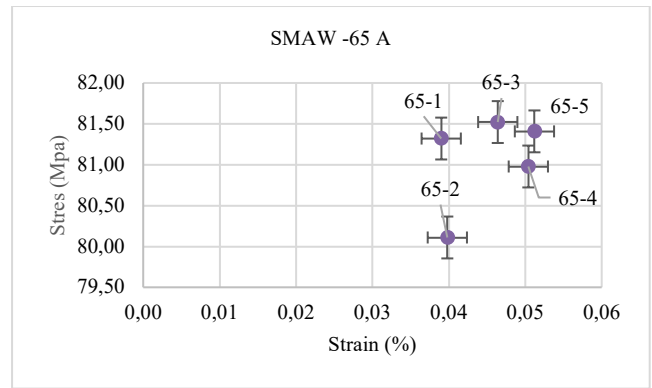
Gambar 11. Diagram stress strain pada pengujian tarik 55 Ampere

Hasil selanjutnya pada pengujian keempat dengan kuat arus 65 Ampere disajikan pada table 4.

Table 4. Data Pengujian yang keempat

Spesimen	Elongation (mm)	Strain (%)	Stress (Mpa)	Force (N)	Modulus Young (Mpa)
1	1.95	0.04	81.32	18.541.00	2.085.13
2	1.99	0.04	80.11	18.265.00	2.012.81
3	2.32	0.05	81.52	18.587.00	1.756.94
4	2.52	0.05	80.98	18.463.00	1.606.71
5	2.56	0.05	81.41	18.561.00	1.590.00

Hasil pengujian tarik yang keempat diperoleh hasil kekuatan maksimum pembebanan sebesar 18.587 N, kemudian tegangan maksimum yang diperoleh 81.52 Mpa, regangan maksimum 0.05 % dan Modulus young sebesar 2.085.13 Mpa.



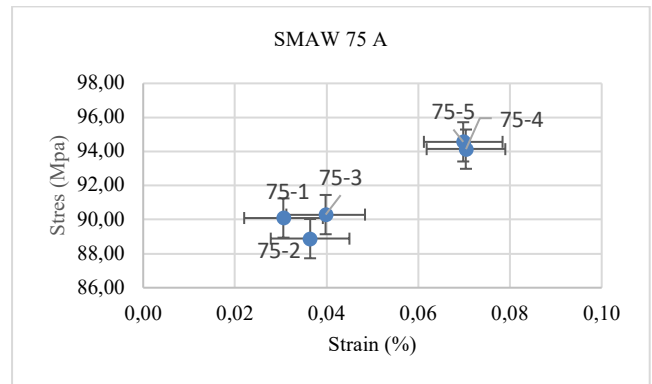
Gambar 12. Diagram stress strain pada pengujian tarik 65 Ampere

Hasil pengujian tarik selanjut pada spesimen kelima dengan kuat arus 75 Ampere disajikan pada table 5.

Table 5. Data Pengujian tarik yang kelima

Spesimen	Elongation (mm)	Strain (%)	Stress (Mpa)	Force (N)	Modulus Young (Mpa)
1	1.53	0.03	90.09	20.541.00	2.944.19
2	1.82	0.04	88.88	20.265.00	2.441.80
3	1.99	0.04	90.29	20.587.00	2.268.69
4	3.52	0.07	94.14	21.463.00	1.337.16
5	3.49	0.07	94.57	21.561.00	1.354.81

Pengujian tarik yang kelima memperoleh hasil kekuatan maksimum pembebanan sebesar 21.561 N, kemudian tegangan maksimum yang diperoleh 94.57 Mpa, regangan maksimum 0.07 % dan Modulus young sebesar 2.944.19 Mpa.



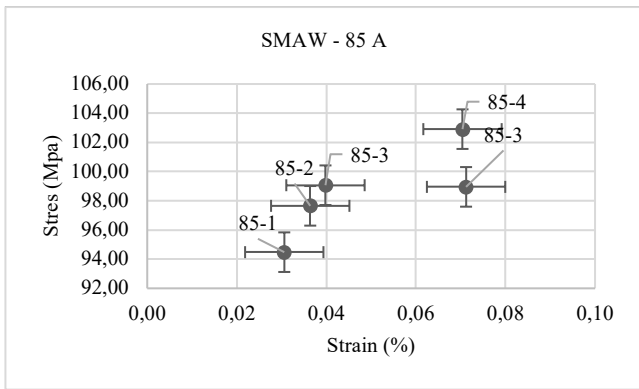
Gambar 13. Diagram stress strain pada pengujian tarik 75 Ampere

Hasil pengujian tarik selanjutnya pada spesimen keenam dengan kuat arus 85 Ampere disajikan pada table 6.

Table 6. Data Pengujian tarik yang keenam

Spesi men	Elonga tion (mm)	Strain (%)	Stress (Mpa)	Force (N)	Modulus Young (Mpa)
1	1.53	0.03	94.48	21.541.00	3.087.52
2	1.82	0.04	97.65	22.265.00	2.682.79
3	1.99	0.04	99.07	22.587.00	2.489.09
4	3.52	0.07	102.91	23.463.00	1.461.76
5	3.56	0.07	98.95	22.561.00	1.389.77

Hasil pengujian tarik berikutnya diperoleh data kekuatan maksimum pembebanan sebesar 23.463 N, kemudian tegangan maksimum yang diperoleh 102.91 Mpa, regangan maksimum 0.07 % dan Modulus young sebesar 3.087.52 Mpa.



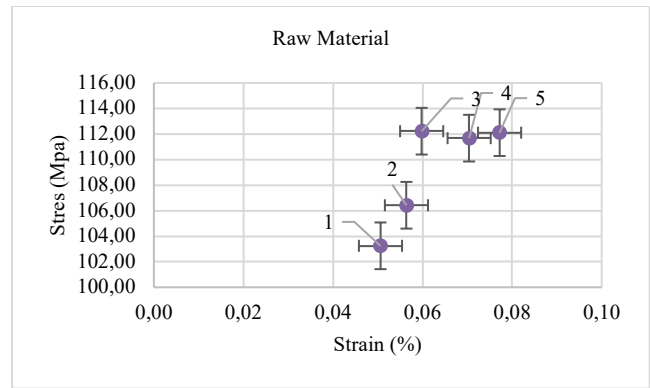
Gambar 14. Diagram stress strain pada pengujian tarik 85 Ampere

Hasil pengujian tarik selanjutnya pada spesimen yang terakhir tanpa menggunakan las atau *raw material* yang dapat kita lihat pada table 7.

Table 7. Data Pengujian tarik yang ketujuh

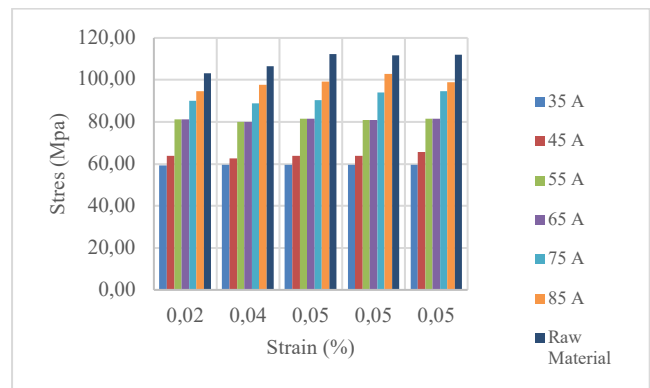
Spes imen	Elongati on (mm)	Strain (%)	Stress (Mpa)	Force (N)	Modulus Young (Mpa)
1	2.53	0.05	103.25	23.541.00	2040.51
2	2.82	0.06	106.43	24.265.00	1886.98
3	2.99	0.06	112.22	25.587.00	1876.65
4	3.52	0.07	111.68	25.463.00	1586.36
5	3.86	0.08	112.11	25.561.00	1452.20

Hasil pengujian tarik pada raw material diperoleh kekuatan maksimum pembebanan sebesar 25.587 N, kemudian tegangan maksimum yang diperoleh 112.22 Mpa, regangan maksimum 0.08 % dan Modulus young sebesar 2.040.51 Mpa.



Gambar 15. Diagram stress strain pada pengujian raw material

Hasil yang diperoleh jika data pengujian digabungkan maka diperoleh kekuatan maksimum pembebanan diperoleh dari raw material atau lebih lengkapnya pada grafik dibawah ini.



Gambar 16. Diagram stress strain semua data pengujian

Grafik penggabungan semua data pada gambar 16 yang telah diuji menunjukkan beban maksimum, tegangan maksimum, regangan maksimum diperoleh dari kekuatan pengujian raw material, akan tetapi jika dilihat dari variasi kuat arus, maka specimen dengan kekuatan, regangan dan tegangan maksimum diperoleh kuat arus sebesar 85 Ampere.

6. Kesimpulan

Pengujian tarik dengan specimen plat st 37 telah dilakukan dengan berbagai jenis variasi kuat arus yaitu sebesar 35A, 45A, 55A, 65A, 75A, 85A dan raw material. Hasil pengujian tarik yang pertama diperoleh kekuatan maksimum dengan pembebanan sebesar 13.565 N, kemudian tegangan maksimum yang diperoleh 59.50 Mpa, regangan maksimum 0.05 % dan modulus young sebesar 2.912.15 Mpa, kemudian hasil yang diperoleh melalui spesimen yang kedua ditemukan kekuatan maksimum pembebanan sebesar 14.584 N, tegangan maksimum 63.96 Mpa, regangan maksimum 0.05 % dan modulus young sebesar 2.362.25 Mpa. Hasil Pengujian tarik yang ketiga memperoleh hasil kekuatan maksimum pembebanan sebesar 17.464 N, kemudian tegangan maksimum yang diperoleh 76.60 Mpa, regangan maksimum 0.06 % dan modulus young sebesar 2.902.11 Mpa. Hasil pengujian tarik yang keempat diperoleh hasil kekuatan maksimum pembebanan sebesar 18.587 N, kemudian tegangan maksimum yang diperoleh 81.52 Mpa, regangan maksimum 0.05 % dan

modulus young sebesar 2.085.13 Mpa. Pengujian tarik yang kelima memperoleh hasil kekuatan maksimum pembebanan sebesar 21.561 N, kemudian tegangan maksimum yang diperoleh 94.57 Mpa, regangan maksimum 0.07 % dan Modulus young sebesar 2.944.19 Mpa. Hasil pengujian tarik keenam diperoleh data kekuatan maksimum pembebanan sebesar 23.463 N, kemudian tegangan maksimum yang diperoleh 102.91 Mpa, regangan maksimum 0.07 % dan Modulus young sebesar 3.087.52 Mpa.

Referensi

- [1] A. Sebayang, E. Tarigan, and S. Siahaan, “Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Baja ST 37 dengan Menggunakan Metode Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dan Metal Inert Gas (MIG) Menggunakan Arus 140 A dan 120 A,” *J. Ilm. Core It*, vol. 9, no. 6, p. 7, 2021.
- [2] K. Logam, I. Dan, and L. Las, “Pengaruh variasi arus pengelasan smaw terhadap kekerasan logam induk dan logam las 1),” vol. 7, no. 2, pp. 138–147, 2020.
- [3] P. Dan and J. Elektroda, “Analisa Kekuatan Tarik Baja ST 37 Dengan Variasi Kuat Arus , Media,” no. 1, pp. 33–36, 2018.
- [4] E. Suryono *et al.*, “Analisa Uji Tarik Las Smaw Terhadap Sambungan Square Butt Joint Dengan Variasi Ketebalan Plat St 37,” *Teknika*, vol. 6, no. 3, pp. 117–124, 2020.
- [5] H. Firmansyah, A. Purnowidodo, and S. Setyabudi, “Pengaruh Mechanical Bonding pada Aluminium dengan Serat Karbon terhadap Kekuatan Tarik Fiber Metal Laminates,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 127–134, 2018, doi: 10.21776/ub.jrm.2018.009.02.9.
- [6] J. Mekanikal, M. Jurusan, and T. Mesin, “ANALISIS KEKUATAN TARIK, KEKERASAN, DAN STRUKTUR MIKRO PADA PENGELASAN SMAW STAINLESS STEEL 312 DENGAN VARIASI ARUS LISTRIK Awal Syahrani*, Naharuddin**, Muhammad Nur*** *&**,” vol. 9, no. 1, pp. 814–822, 2018.
- [7] T. Test, T. Strenght, and L. Cell, “ANALISIS PENGUJIAN TARIK (TENSILE TEST) PADA BAJA ST37,” vol. 03, no. 01, pp. 9–13, 2016.