

PENGARUH KUAT ARUS DAN LAJU GAS ARGON PADA HASIL PENGELASAN (GTAW) PIPA STAINLESS STEEL TEBAL 4,0 MM TERHADAP UJI KEBOCORAN DENGAN METODE *PENETRANT* TEST DAN UJI TARIK

**Herry Darmadi^{1*}, Agustin Nurya Savitri², Karti³, Sorta Lumbantoruan⁴,
Wahyu Saputra⁵,**

^{1,2,3,4,5}Teknik Mekanika Politeknik Teknologi Kimia Industri Jl. Medan Tenggara VII Kota Medan
Sumatra Utara, (061) 7867810/(061) 7862439

Email : [*herry.darmadi@ptki.ac.id](mailto:herry.darmadi@ptki.ac.id)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebocoran pada sambungan pipa stainless steel SS 304 dengan hasil pengelasan gas tungsten arc welding (GTAW) dengan tungsten berwarna merah dengan menggunakan kawat pengisi Kode ER308LSI dengan menggunakan metode Non Destructive Test (Penetrant Test) dan juga untuk mengetahui pengaruh kuat arus terhadap kekuatan tarik (Tensile Test) pada sambungan. Pada penelitian penetrant test didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan dari tiga hasil pengujian yang baik dan tidak mengalami cacat permukaan hasil pengelasan yaitu pada kuat arus 100 Ampere dengan flow gas argon 20 km/jam. Pada sambungan pipa hasil pengelasan dengan metode pengelasan GTAW, pengujian kekuatan tarik yang didapat nilai rata-rata kekuatan maksimum kuat arus 85 ampere dengan flow gas argon 15 km/jam yaitu 104.56 kg/mm², arus 100 ampere dengan flow gas argon 20 km/jam yaitu 95.33 kg/mm² dan arus 105 ampere dengan flow gas argon 25 km/jam yaitu sebesar 97.68 kg/mm². Tujuan dari penelitian kekuatan tarik ini yaitu untuk mengetahui batas maksimum dari kekuatan tarik sambungan pipa.

Kata kunci— *pipa stainless steel, kuat arus, pengelasan, gas argon, penetrant test, Tensile Test.*

Abstract

This research aims to determine leaks in SS 304 stainless steel pipe connections using gas tungsten arc welding (GTAW) welding with red tungsten using filler wire Code ER308LSI using the Non Destructive Test (Penetrant Test) method and also to determine the effect of current strength on the tensile strength (Tensile Test) of the joint. In the penetrant test research, three test results were obtained which were good and had no surface defects from welding, namely at a current strength of 100 Ampere with an argon gas flow of 20 km/hour. In the pipe joints welded using the GTAW welding method, the tensile strength test obtained an average value of maximum current strength of 85 amperes with an argon gas flow of 15 km/hour, namely 104.56 kg/mm², a current of 100 amperes with an argon gas flow of 20 km/hour namely 95.33 kg/mm² and a current of 105 amperes with an argon gas flow of 25 km/hour, namely 97.68 kg/mm². The aim of this tensile strength research is to determine the maximum limit of the tensile strength of pipe connections.

Keywords— *Crumb rubber, Dryer, Water content dan Burner.*

1. PENDAHULUAN

Gtaw atau sering disebut TIG (Tungsten Inert Gas) adalah salah satu metode pengelasan yang menggunakan busur listrik untuk melelehkan logam yang akan disambungkan. Dalam proses ini, gas inert seperti argon atau helium digunakan untuk melindungi busur dan area pengelasan dari reaksi kimia yang tidak diinginkan dengan udara. prosesnya menggunakan gas pelindung untuk mencegah terjadinya oksidasi pada bahan las yang panas[1]. Untuk menghasilkan busur nyala, digunakan elektroda yang tidak terkonsumsi terbuat dari logam tungsten atau paduannya yang mempunyai titik lebur sangat tinggi. Busur nyala dihasilkan dari arus listrik melalui konduktor dan mengionisasi gas pelindung. Busur terjadi antara ujung elektroda tungsten dengan logam induk. Panas yang dihasilkan busur langsung mencairkan logam induk dan juga logam las berupa kawat las (rod)[2]. Penggunaan kawat las tidak selalu dilaksanakan (hanya jika dirasa perlu sebagai logam penambah). Pencairan kawat las dilaksanakan di ujung kolam las yang sambil proses pengelasan berjalan[3].

Pipa adalah saluran berbentuk tabung atau selongsong bundar yang terbuat dari bahan logam lainnya dan ditengahnya terdapat lubang sebagai saluran fluida cair, padat atau gas. Dalam sistem instalasi pipa khususnya untuk minyak dan gas alam, digunakan dua istilah yaitu perpipaan (piping) dan transportasi pipa (*pipeline*). Perpipaan digunakan sebagai istilah untuk instalasi pipa yang mengalirkan dari satu tempat ke tempat lain dalam jarak yang berdekatan, sedangkan pipa yang digunakan berukuran relatif kecil. Sedangkan transportasi pipa digunakan sebagai istilah untuk instalasi pipa yang mengalirkan fluida dari satu fasilitas (*plant*) ke *plant* yang lain dan biasanya ukurannya sangat besar.

Baja tahan karat austenitik biasanya memiliki komposisi antara 16-26% kromium (Cr) dan 8-22% nikel (Ni)[4]. Paduan yang umum digunakan untuk fabrikasi las adalah Tipe 304 yang mengandung sekitar 18%Cr dan 10%Ni. Paduan ini dapat dengan mudah dilas menggunakan salah satu proses pengelasan busur (TIG, MIG, MMA dan SAW). Karena tidak memerlukan perlakuan panas sebelum atau sesudah pengelasan.

Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebageian logam induk pengisi dengan atau tanpa tekanan dan tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinyu. Salah satu proses penyambungan logam dengan logam lainnya adalah proses pengelasan, dimana proses pengelasan sangat berhubungan erat dengan energi termal (panas), sehingga dalam prosesnya akan dapat mengubah sifat dasar dari material dasar, untuk itu dalam proses pengelasan perlu diperhatikan beberapa parameter proses pengelasan yang berhubungan dengan kualitas hasil las, seperti memilih jarak pengelasan[5].

Kuat arus pada pengelasan akan mempengaruhi hasil dan kualitas pengelasan, arus las merupakan parameter yang mempengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan logam induk jika arus yang digunakan terlalu rendah dapat menyebabkan susahnya penyalaan busur listrik, busur listrik yang dikeluarkan menjadi tidak stabil, dan panas yang dihasilkan tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasil yang dihasilkan pun menjadi rigi-rigi las kecil dan tidak rata serta penembusan yang kurang dalam.

Elektroda Tungsten adalah elektroda tidak terumpan (*non-consumable electrode*) yang berfungsi sebagai pencipta busur nyala saja yang digunakan untuk mencairkan kawat las yang ditambahkan dari luar dan benda yang akan disambung menjadi satu kesatuan sambungan. Elektroda ini tidak berfungsi sebagai logam pengisi sambungan sebagaimana yang biasa dipakai pada elektroda batang las busur metal maupun elektroda gulungan pada las MIG. Ada beberapa tipe elektroda tungsten yang digunakan pada pengelasan[6].

Tabel 1. Elektroda Tungsten

Klasifikasi AWS	Perkiraan Komposisi	Kode Warna
EWP	Tungset murni	Hijau
CWCe-2	97,3% tungsten, 2% cerium oksida	Oranye
EWLa-1	98,3% tungsten, 1% Lanthanum oksida 98,3% tungsten, 2% thorium oksida	Hitam
EWTh-1		Kuning
EWTh-2	97,3% Tungsten, 2% thorium oksida	Merah
EWZr-1	99,1% tungsten, 0,25% zirconium oksida	Coklat
EWG	94,5% tungsten, sisa tidak disebut	Abu-abu

Kawat logam pengisi las TIG (tungsten inert gas) kawat logam pengisi las TIG dan baja yang dapat digunakan disediakan dalam JIS Z 3316 "Elektroda Las TIG dan kawat untuk baja lunak dan baja campuran rendah" seperti yang diperlihatkan pada tabel kawat logam pengisi mempunyai panjang 1 meter, elektroda las lurus telanjang, dilapisi dengan lapisan tipis tembaga untuk melindungi dari karat[7]. Kawat logam pengisi yang berkarat atau berminyak menyebabkan cacat las, jenis kawat pengisi Tig untuk *stainless steel* kawat las kode ER308LSI merupakan kawat logam las atau *filler rod* yang paling umum digunakan untuk mengelas *stainless steel* tipe 304 maupun tipe seri 308 lainnya, mempunyai kecepatan las lebih tinggi yang secara luas digunakan di bidang manufaktur yang berbahan *stainless steel*, Kawat las seri ER309 dan ER309L digunakan untuk pengelasan logam induk yang berbeda (*dissimilar*) kawat seri ini mampu menangani panas tinggi serta memiliki ketahanan korosi yang baik.

Berikut ini adalah metode singkat dari pengujian yang dilakukan dalam peneliti ini yaitu: *Penetrant Test* merupakan salah satu metode pengujian NDT yang tidak merusak benda kerja yang relatif mudah dan praktis untuk dilakukan[8]. Dimana pengujian yang dilakukan untuk mengetahui adanya cacat pada hasil pengelasan pada permukaan seperti retak, lubang halus atau kebocoran. Efektifitas pengujian cairan penetrant bergantung pada kemampuan dari *penetrant* untuk meresap ke dalam diskontinuitas permukaan dan juga kemampuan untuk mengamati cacat yang terdeteksi, semua jenis kotoran seperti cat, air, *oil*, pernis harus dibersihkan sebelum diaplikasikan *penetrant test*. Jangka waktu ini dikenal sebagai waktu diam, yang berhubungan langsung dengan ukuran dan bentuk diskontinuitas yang dicari. Cepat atau lambatnya pengamatan yang dilakukan bergantung pada ukuran diskontinuitas menentukan kecepatan terjadinya penetrasi dimana diskontinuitas yang rapat, seperti retakan memerlukan waktu penetrasi lebih dari 30 menit untuk terbentuknya indikasi. Adapun bagian-bagian dari *penetrant test* yaitu: *cleaner*, *develover*, *red penetrant*[9].



Gambar 1. Penetrant Test

Pengujian kekuatan tarik merupakan pengujian kemampuan ketahanan material terhadap tegangan yang bertujuan untuk merusak material. Uji tarik ialah salah satu yang digunakan untuk mengetahui kekuatan dari bahan atau material pengujian material dapat dilakukan dengan menggunakan universal *testing machine*, pengujian tarik dilakukan dengan menjepit kedua ujung spesimen pada rangka beban uji tarik. Gaya tarik yang terjadi pada spesimen yang menyebabkan pertambahan panjang dari spesimen uji dan sampai terjadinya patah pada spesimen uji.

Benda uji dijepit pada mesin uji tarik, dengan menarik benda uji atau spesimen maka dapat diketahui bagaimana material dapat bereaksi terhadap beban tarik dan mengetahui pertambahan panjang dari material kemudian beban statik dinaikkan secara bertahap sampai spesimen putus, besarnya beban dan pertambahan panjang dihubungkan langsung dengan *plotter* sehingga diperoleh grafik tegangan dan regangan yang memberikan informasi data berupa tegangan luluh, tegangan *ultimate*, modulus elastisitas, ketangguhan dan keuletan spesimen yang mengalami pengujian.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini penulis menggunakan kerangka konseptual untuk melengkapi metode penelitian dan Metode pengumpulan data dilakukan oleh penulis dengan melakukan tinjauan pustaka dan juga wawancara dengan tim dari perusahaan tempat penulis mengambil data pengamatan juga dilakukan observasi secara langsung dengan alat yang ada di lapangan. Adapun bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini :

Pipa stainless steel SS 304

Merk mesin las	: Daiden Type Tig 200 Volt
Input Voltage	: 200V/50Hz
Voltage Output	: 10-200 A
Max Ampere	: 200V
Dimensi	: 435 mm x 287 mm x 310 mm
Dut Cycle	: 40%200A100% 120A

Spesifikasi Pipa Stainless Steel

Bahan	: Stainless Steel
Kode	: SS 304
Ketebalan	: 4,0 Mm
Diameter	: 2 Inch
Panjang	: 6 Meter

Prosedur pengujian *penetrant test*, Semprotkan cairan *cleaner* keseluruhan permukaan pipa yang dilas.

Setelah dibersihkan semprotkan cairan red penetrant ke bagian permukaan hasil pengelasan tunggu selama 10 menit agar cairan *red penetrant* bisa masuk ke celah celah atau lubang yang mengalami cacat. Setelah dibersihkan semprotkan cairan red penetrant ke bagian permukaan hasil pengelasan tunggu selama 10 menit agar cairan *red penetrant* bisa masuk ke celah celah atau lubang yang mengalami cacat yang terangkat ke permukaan oleh *develover*. Melakukan pengamatan pada sambungan las untuk melihat cacat pada hasil pengelasan. Untuk mendapatkan hasil yang baik saat melakukan pengamatan tunggu waktu minimal 10 menit dan maksimal 30 menit, setelah *developer* diaplikasikan. Foto hasil pengamatan dengan kamera untuk analisis gambar. Prosedur pengujian *tensile test*:

1. Persiapkan benda kerja sesuai standar pengujian.
2. Pengaturan posisi ragum pada mesin uji tarik agar posisi saat mencekan rata atau seimbang.
3. Kemudian benda kerja dijepit pada pencekam mesin uji tarik.
4. Benda uji mendapatkan gaya tarik yang diawali 0 kgf dan terus bertambah hingga putus pada beban maksimum yang dapat ditahan oleh benda kerja.
5. Untuk setiap pertambahan panjang catat besar gaya.

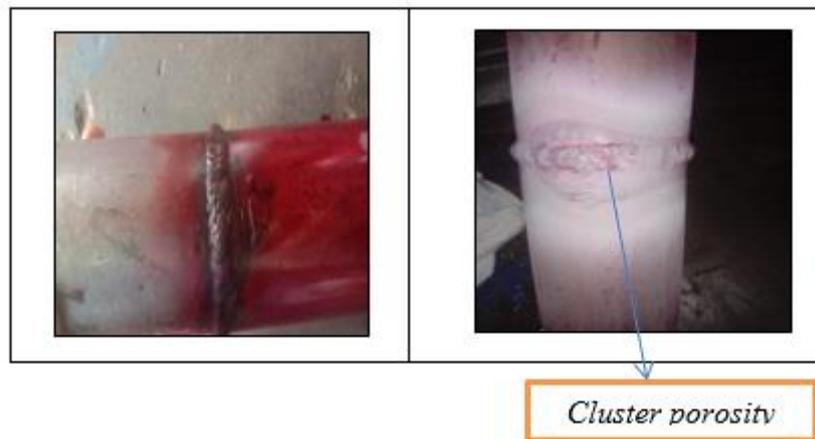
6. Mengolah data gaya dan pertambahan panjang ke bentuk grafik.
7. Foto hasil patahan dengan kamera makro untuk analisis gambar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Penetrant Test

Penetrant test merupakan metode tanpa merusak *Non destructive* untuk mengetahui cacat permukaan hasil pengelasan. Pengujian yang untuk mengetahui retak, lubang halus, atau kebocoran pada hasil sambungan.

A. Arus 85 Ampere



Gambar 2 Sampel Sebelum Pengujian Tarik

Pada sampel uji pertama dengan besar arus 85 Ampere. Setelah diamati hasil pengelasan yang telah dilakukan pengujian terdapat cacat *Cluster Porosity*, adapun penyebab dari timbulnya cacat pengelasan berupa *Cluster porosity* tersebut karena arus pengelasan yang digunakan terlalu rendah, elektroda yang lembab, permukaan material kotor, dan kurangnya gas pelindung.

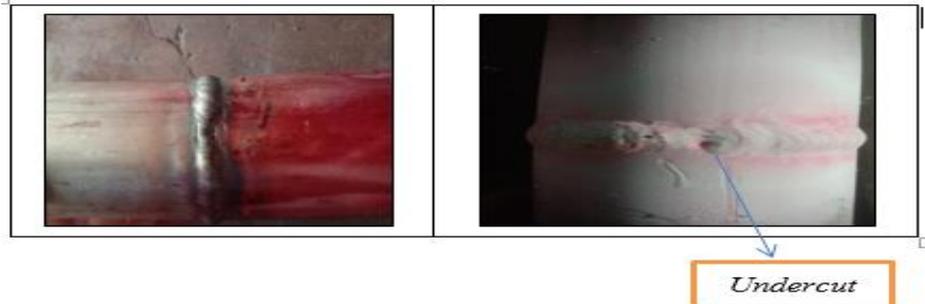
B. Arus 100 Ampere



Gambar 3 Sampel Sebelum Pengujian Tarik

Pada sampel uji kedua dengan besar arus 100 Ampere. Setelah diamati hasil pengelasan yang telah dilakukan pengujian tidak terdapat cacat pengelasan.

C. Arus 150 Ampere



Gambar 4 Sampel Sebelum Pengujian Tarik

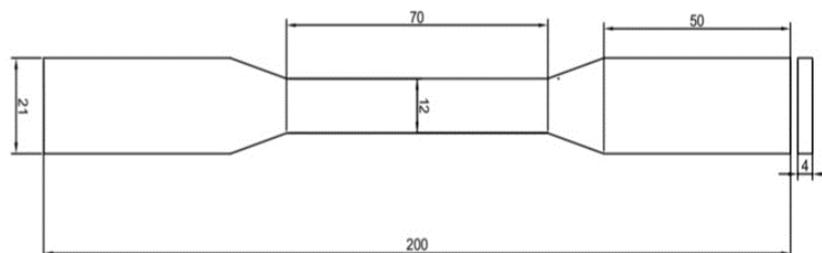
Pada sampel uji tiga dengan besar arus 150 Ampere.

Setelah diamati hasil pengelasan yang telah dilakukan pengujian terdapat cacat tipe *undercut* pengelasan yaitu berubah kubah pada permukaan benda uji. Pe

nyebab terjadinya cacat *undercut* arus pengelasan yang terlalu tinggi, sehingga panas yang berlebih pada saat proses pengelasan.

3.2 Uji Tarik (*Tensile Test*)

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat mekanis dari suatu benda logam terhadap tarikan sifat mekanis tersebut antara lain titik luluh, titik tarik maksimum, titik batas benda mengalami perpatahan. Pengujian dengan pembebanan perlahan-lahan akan menimbulkan pertambahan panjang serta pengecilan lebar dari benda uji sampai dari suatu benda yang diuji mengalami perpatahan. Pengujian tarik ini akan menggunakan spesimen standart ASTM E8 yang dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 5 Bahan Spesimen Uji Tarik

A. Sampel sebelum dilakukan pengujian dengan kuat arus 85, 100, 150 Ampere



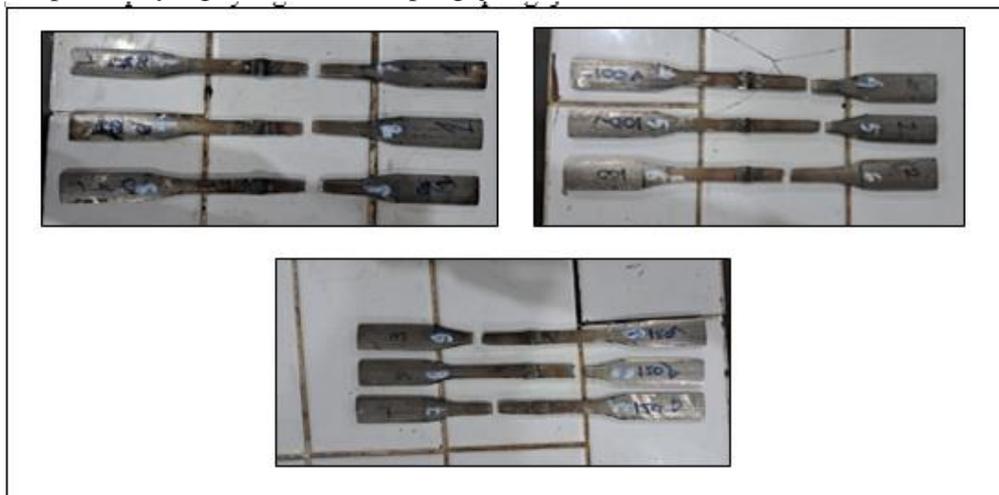
Gambar 6 Sampel Sebelum Pengujian Tarik

B. Spesimen yang telah pasang untuk dilakukan pengujian



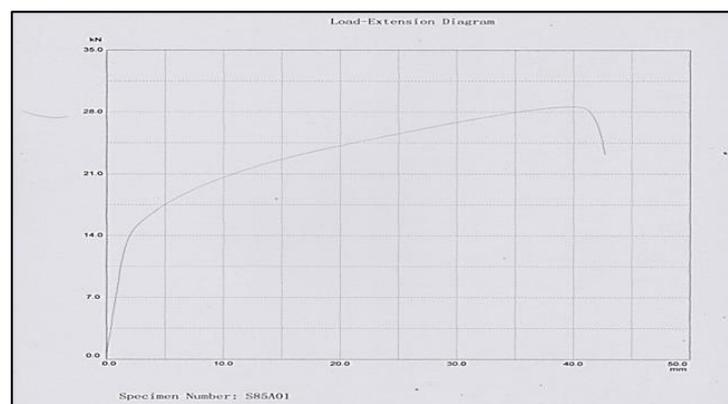
Gambar 7 Pengujian Spesimen

C. Hasil spesimen yang telah dilakukan pengujian tarik



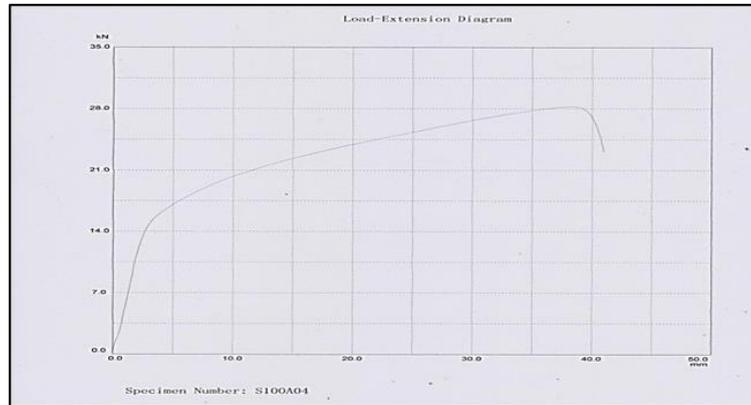
Gambar 8 Hasil Pengujian Spesimen

Setelah dilakukan pengujian tarik data yang didapat dari percobaan dapat dilihat pada gambar dibawah ini



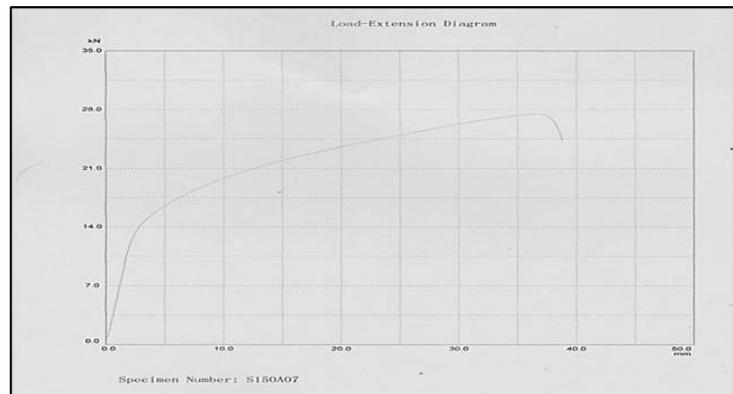
Gambar 9. Sampel 85 Ampere

Pada gambar grafik hasil pengujian yang pertama dapat disimpulkan bahwa hasil pengelasan dari data rata-rata dan grafik dengan beban yang diberikan sebesar 2.916,80 kg dengan perpanjangan sebesar 40.10 mm dengan tegangan patahannya sebesar yaitu 94.40 kg/mm².



Gambar 10. Sampel 100 Ampere

Pada gambar grafik hasil pengujian yang kedua dapat disimpulkan bahwa hasil pengelasan dari data rata-rata dan grafik dengan beban yang diberikan sebesar 2.875,20 kg dengan perpanjangan sebesar 38.33 mm dengan tegangan patahannya sebesar yaitu 79.24 kg/mm².



Gambar 11. Sampel 150 Ampere

Pada gambar grafik hasil pengujian yang pertama dapat disimpulkan bahwa hasil pengelasan dari data rata-rata dan grafik dengan beban yang diberikan sebesar 2.817,61 kg dengan perpanjangan sebesar 38.24 mm dengan tegangan patahannya sebesar yaitu 76.98 kg/mm². Setelah dilakukan pengujian tarik data hasil pengujian yang didapat dari percobaan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2. Data hasil Pengujian Tarik

Sampel	σ_v (kg/mm ²)	σ_u (kg/mm ²)	σ_f (kg/mm ²)	ϵ_v %	ϵ_u %	ϵ_f %	σ_{s-y} (kg/mm ²)	σ_{s-u} (kg/mm ²)	σ_{s-f} (kg/mm ²)	ϵ_v %	ϵ_u %	ϵ_f %	E_v (kg/mm ²)	E_u (kg/mm ²)	E_f (kg/mm ²)
S85A01	32.57	60.77	56.25	0.04	0.65	0.68	34.03	104.56	94.40	0.04	0.50	0.52	726.40	93.95	82.91
S85A02	33.15	58.70	46.31	0.06	0.62	0.66	35.20	100.75	76.98	0.06	0.48	0.51	538.11	95.17	69.90
S85A03	37.40	63.91	50.61	0.06	0.62	0.66	39.66	109.49	84.12	0.06	0.48	0.51	618.27	103.84	76.46
S100A04	33.67	59.90	47.67	0.06	0.62	0.66	35.70	102.78	79.24	0.06	0.48	0.51	558.18	96.89	71.98
S100A05	28.13	32.47	42.50	0.04	0.61	0.65	29.39	88.24	70.07	0.04	0.48	0.50	629.61	86.01	65.53
S100A06	30.74	55.63	41.65	0.05	0.63	0.65	32.35	95.33	68.78	0.05	0.49	0.50	588.24	88.50	63.91
S150A07	32.07	58.33	50.69	0.06	0.59	0.63	33.92	98.08	82.60	0.06	0.46	0.49	555.43	98.92	80.52
S150A08	33.76	56.94	55.08	0.06	0.52	0.53	35.91	92.12	84.30	0.06	0.42	0.43	531.28	109.27	103.83
S150A09	31.33	58.33	53.44	0.05	0.59	0.62	32.99	97.68	86.65	0.05	0.46	0.48	588.53	98.90	85.99

4 . KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Pada pengelasan kuat arus 85 A dengan *flow* gas 15 km/jam terdapat cacat *posrosity*, kuat arus 100 A dengan *flow* gas 20 km/jam tidak terdapat cacat pada permukaan arus dan gas sesuai permukaan logam bersih, kuat arus 150 A dengan *flow gas* argon 25 km/jam terdapat cacat *undercat* arus yang digunakan berlebih. Pada pengelasan pipa *stainless steel* dengan kuat arus 85 A dengan *flow* gas 15 km/jam diperoleh kekuatan tarik dengan nilai rata-rata sebesar 104.56 kg/mm², pada Pada pengelasan pipa *stainless steel* dengan kuat arus 100 A dengan *flow gas* 20 km/jam diperoleh kekuatan tarik dengan nilai rata-rata sebesar 95.33 kg/mm², Pada pengelasan pipa *stainless steel* dengan kuat arus 150 A dengan *flow gas* 25 km/jam diperoleh kekuatan tarik dengan nilai rata-rata sebesar 97.68 kg/mm².

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Solihat and M. Muhlisin, "ANALISIS KUAT TEKAN, DENSITAS DAN PENYERAPAN AIR PADA BETON ABU SAMPAH," *Cakram*, vol. 4, no. 1, pp. 39–44, 2021.
- [2] R. M. Ratlalan, "The Effect of Variation of Drilling Machine Rotation Type KB 20 S On ST-40 Material Pengaruh Variasi Putaran Drilling Machine Tipe KB 20 S Terhadap Material ST-40," *Jurnal Sains dan Teknik Terapan*, vol. 6, no. 1, pp. 48–54, 2025, [Online]. Available: <https://journal.akom-bantaeng.ac.id/index.php/jstt>
- [3] K. Pasau and S. Salu, "PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN GTAW TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA MILD STEEL," *Journal of Energy, Materials, & Manufacturing Technology (JEMMTEC) e-ISSN*, vol. 02, no. 02, pp. 42–49, 2023, [Online]. Available: <https://journal.atim.ac.id/>
- [4] B. Hartawan, T. Marjuni, A. Ansyori, and A. Prastyo, "Pengaruh Variasi Temperatur Artificial Aging Terhadap Kekerasan Aluminium 6061 Daur Ulang," *Jurnal Mekanova : Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, vol. 10, no. 2, pp. 563–569, 2024.
- [5] M. Halim Asiri, "Uji Tarik Material Baja Karbon Rendah ASTM A36 Hasil Pengelasan SMAW Pada Berbagai Model Kampung," *Jurnal Mekanova : Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, vol. 10, no. 2, 2024.
- [6] Y. Yanto and M. Anas Hafidz Setiawan, "BESARNYA TEGANGAN LONGITUDINAL DAN TEGANGAN TANGENSIAL YANG TERJADI PADA DINDING BEJANA BERTEKANAN DI UNIT BPV (BACK PRESSURE VESSEL) AKIBAT ADANYA TEKANAN FLUIDA DARI DALAM PADA PT. XYZ," *JURNAL VOKASI TEKNIK*, vol. 1, no. 3, pp. 8–18, 2023, doi: 10.12345/xxxxx.
- [7] E. Christiani Sitepu, "ANALYSIS OF LORRY WHEEL TRACTION WHEN MOVING FRESH FRUIT BUNCHES FROM THE RAMP LOADING STATION AT PT. TASIK RAJA," *Reprokimia*, pp. 43–48, 2023.
- [8] M. Hutagalung, "PENGARUH KECEPATAN LAJU ALIRAN GAS PELINDUNG PENGELASAN GMAW PADA BAJA KARBON RENDAH TERHADAP HASIL PENGUJIAN TEKAN," *JURNAL VOKASI TEKNIK*, vol. 2, no. 1, pp. 14–20, 2024.
- [9] J. Sihombing, D. I. Situngkir, and G. Gultom, "The Effect of Coffee Ground's Activated Carbon On Reducing COD And TSS In Liquid Waste PT. XYZ," *REPROKIMIA*, vol. 3, no. 2, pp. 9–14, 2025.