

Karakteristik Sambungan Pengelasan SMAW 3G Plate Variasi Arus Listrik Material ST36

Disabella Dayera
Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Papua
Kota Sorong Provinsi Papua Barat Indonesia
disabella.dayera@ukip.ac.id

Alfi Tranggono Agus Salim
Program Studi Perkeretaapian Politeknik Negeri
Madiun Kota Madiun, Provinsi Jawa Timur Indonesia
alfitranggono@pnm.ac.id

M. Hadi Cahyono
Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Papua
Kota Sorong Provinsi Papua Barat Indonesia
mhadiecahyono@gmail.com

Abstrak— Teknologi las merupakan sebuah teknologi penyambungan yang banyak digunakan dalam konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin saat ini. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik sambungan pengelasan kampuh X pada material ST36 dengan metode SMAW berposisi 3G Plate dengan variasi arus listrik las dan elektroda E6013 dari hasil uji tarik (Tensile) dan bending. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Dalam penelitian ini spesimen yang digunakan yaitu kampuh X, dengan metode SMAW, elektroda E6013 dengan diameter 2,6 mm, variasi arus pengelasan yaitu 80A, 90A dan 100A. Hasil pengujian diperoleh bahwa karakteristik sambungan pengelasan kampuh X pada material ST36 untuk rata-rata nilai peak load tegangan tarik kampuh X pada baja ST 36, hasil sambungan Las dengan variasi arus berturut-turut yaitu sebesar 68.260 KN/mm², 65.602 KN/mm², dan 68.657 KN/mm². Rata-rata nilai modulasi tegangan tarik kampuh X pada baja ST 36 hasil sambungan Las dengan variasi arus berturut-turut yaitu sebesar 5,259 KN/mm², 4,820 KN/mm², dan 4,416 KN/mm² selanjutnya terjadi pertambahan panjang sampel maksimum yaitu 19 mm kemudian sampel hasil plating patah serta spesimen yang memiliki muatan maksimum adalah spesimen dengan muatan arus 100 Ampere dengan nilai muatan 24.276 kN sedangkan untuk nilai tegangan bendungnya memiliki beban puncak yaitu 17.227 MPa.

Kata kunci— SMAW, Material ST36, Bending, Las

I. PENDAHULUAN

Perkembangan perindustrian di Indonesia, tidak bisa dipisahkan dari pemanfaatan teknologi pengelasan. Metode pengelasan yang sering dipakai di dunia konstruksi secara umum menggunakan metode pengelasan Shielded Metal Arc Welding atau disingkat SMAW. Metode SMAW pada masa ini selalu digunakan, hal ini disebabkan karena dalam pengoperasiannya sangat praktis dan mudah, serta dapat dipakai dalam berbagai macam posisi pengelasan[1].

Las merupakan salah satu metode penyambungan setempat dari beberapa material yang bersifat padat seperti batang logam dengan menggunakan energi panas.[2] Faktor yang mempengaruhi kualitas hasil pengelasan meliputi proses pembuatan, alat dan bahan yang digunakan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (meliputi: pemilihan mesin

las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh).[3]

Pengelasan yang sering digunakan dalam dunia industry secara umum adalah pengelasan dengan menggunakan busur logam terlindung atau biasa disebut dengan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW).[4] Mesin las SMAW berdasarkan arusnya dibagi menjadi tiga macam antara lain mesin las arus Direct Current (DC), mesin las arus Alternating Current (AC) dan mesin las arus ganda dimana penggabungan pengelasan dengan arus bolak-balik (AC) dan pengelasan dengan arus searah (DC).

Menurut Arifin, 1997 bahwa penentuan kuat arus pengelasan merupakan faktor yang mempengaruhi hasil las. Bila arus listrik yang digunakan rendah akan menyebabkan masalah seperti sukarnya penyalaan busur listrik sehingga tidak stabil. Energi panas yang dihasilkan tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga, hasilnya berupa rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusannya kurang dalam. Sebaliknya bila arus listriknya terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan menghasilkan permukaan penampang las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam sehingga, akan menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan dari hasil pengelasan.[4]

Untuk aplikasi pemakaian, diperlukan pengujian lebih lanjut seperti pengujian Tarik, pengujian kekerasan, pengujian struktur mikro. Pengujian Tarik merupakan pengujian yang digunakan untuk mengevaluasi kekuatan suatu material dan, dalam hal ini, lokasi putusnya sambungan las. Beban tarik adalah beban yang diberikan pada suatu benda dengan menerapkan gaya tarik dalam arah yang berlawanan pada salah satu ujungnya. Material akan berubah bentuk (deform) akibat gaya tarik pada beban. Proses deformasi pada bahan uji adalah Bergeraknya butiran kristal logam, mengakibatkan melemahnya gaya elektromagnetik masing-masing atom logam hingga ikatan putus oleh gaya tarik maksimum. Gaya diterapkan terus menerus dan secara bertahap meningkat dalam uji tarik, dan pengamatan dilakukan pada perpanjangan. Selanjutnya pengujian kekerasan yang merupakan kemampuan material untuk memuat dalam perubahan konstan. Besarnya

pembebanan yang diterapkan pada area bidang penerima pembebanan dapat digunakan untuk menentukan kekerasan material. Sedangkan pengujian struktur mikro merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan kumpulan fase terlihat menggunakan teknik metalografi. Mikroskop cahaya dapat mengungkapkan struktur mikro logam. Perakatan material setelah pengelasan pada rotary grinder, pengamplasan, pemolesan, dan etsa setelah pemilihan material uji, perataan kedua permukaan dengan mesin gerinda putar, dan pendinginan harus selalu dijaga agar tidak ada panas yang mempengaruhi mikrostruktur semuanya persiapan dilakukan sebelum mengamati struktur mikro.[5]

Pengkajian lebih lanjut dilakukan dalam penelitian ini mengenai karakteristik sambungan pengelasan dengan metode pengelasan SMAW, sambungan pengelasan kampuh X pada material ST36 berposisi 3G Plate dengan variasi arus listrik las 80A, 90A, 100A menggunakan elektroda E6013 dari hasil uji tarik (Tensile) dan bending.

II. METODOLOGI

Metode penelitian menggunakan metode eksperimen yang dilaksanakan dilaboratorium dengan kondisi dan peralatan yang diselesaikan guna memperoleh data tentang karakteristik arus pengelasan terhadap kekuatan tarik las SMAW dengan elektroda E6013.. Adapun pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

1. Pengujian komposisi dilakukan di workshop kerja bangku dan pengelasan, Politeknik Negeri Madiun.
2. Proses pengelasan dan pembuatan spesimen dilakukan di workshop pribadi (Jln. Suteja KM. 12 N0.K1).

Berikut beberapa tahapan penelitian:

Tahap 1: Pembuatan kampuh X pada plat ST36 dengan menggunakan gerinda tangan, selanjutnya ke pengelasan SMAW dengan variasi arus 80A, 90A dan 100A posisi 3G elektroda E6013 berdiameter 2,6 dengan menggunakan 3 spesimen pada setiap variasi arus.

Tahap 2: Pengujian hasil pengelasan dengan pengujian tarik (*Tensile Test*) dengan menggunakan standar ASTM E8.

buat dalam bentuk tabel dan grafik.

III. HASIL DAN ANALISA

A. Pembuatan Kampuh X

Untuk membuat kampuh X dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Potong sisi pelat dengan sudut bevel antara 30°-35° dengan menggunakan pemotong gas lurus *Straight Cutting Machine*.



Gambar. 1 Pemotongan Sisi Plat

2. Buat *root face* selebar 1 - 3 mm secara merata dengan menggunakan mesin gerinda dan atau kikir rata. Kesamaan tebal lebar permukaan *root face* akan menentukan hasil penetrasi pada akar *root*.
3. selanjutnya ke pengelasan SMAW dengan variasi arus 80A, 90A dan 100A posisi 3G elektroda E6013 berdiameter 2,6



Gambar. 2 Pengelasan Pelat

B. Foto Struktur Makro



Gambar 3. foto makro arus listrik 80 Amper



Gambar 4. foto makro arus listrik 90 Amper



Gambar 5. foto makro arus listrik 100 Amper

C. Variasi Uji Tarik

Dalam penelitian ini dilakukan Pengujian hasil pengelasan dengan pengujian tarik (*Tensile Test*) dengan menggunakan standar ASTM E8. dengan variasi arus 80A, 90 A dan 100A posisi 3G elektroda E6013 berdiameter 2,6. Berikut data hasil percobaan uji Tarik.

1. Percobaan Uji Tarik Variasi Arus 80 A

Tabel 1. Hasil Uji Tarik tes 1 Variasi Arus 80 A

Default Test Run Report	
Project Name	Project 1
User Name	MTS
Test Name	MTS STH Tension (Simplified) 11 E6013 2.6 80 Ampere Percobaan 1

Test Run Name	Test Run 1
Test Run Date	27/09/2021 19:53:59

Display Name	Value	Unit
Test Run End Reason	Test Stopped	
Peak Stress	0.4	kN/mm ²
Peak Load	68.278	kN
Strain at Break		mm/mm
Modulus	5.259	kN/mm ²
Width	19.000	Mm
Thickness	8.000	Mm

Pada tabel 1, dapat dilihat bahwa pada waktu pelapisan menit pertama, terdapat pertambahan panjang dengan beban maksimum yaitu 0,4 KN/mm². beban maksimum yang diterima sampel adalah 5, 259 KN/mm². Pada beban ini terjadi pertambahan panjang sampel maksimum yaitu 19 mm kemudian sampel hasil plating patah.

Tabel 2. Hasil Uji Tarik tes 2 Variasi Arus 80 A

Default Test Run Report	
Project Name	Project 1
User Name	MTS
Test Name	MTS STH Tension (Simplified) 11 E6013 2.6 80 Ampere Percobaan 2
Test Run Name	Test Run 2
Test Run Date	27/09/2021 20:13:52

Display Name	Value	Unit
Test Run End Reason	Test Stopped	
Peak Stress	0.4	kN/mm ²
Peak Load	68.269	kN
Strain at Break		mm/mm
Modulus	5.263	kN/mm ²
Width	19.000	Mm
Thickness	8.000	Mm

Pada tabel 2, dapat dilihat bahwa Pada waktu pelapisan menit pertama, terdapat pertambahan panjang dengan beban maksimum yaitu 0,4 KN/mm². Beban maksimum yang diterima sampel adalah 5, 263 KN/mm². Pada beban ini terjadi pertambahan panjang sampel maksimum yaitu 19 mm kemudian sampel hasil plating patah.

Tabel 3. Hasil Uji Tarik tes 3 Variasi Arus 80 A

Default Test Run Report	
Project Name	Project 1
User Name	MTS
Test Name	MTS STH Tension (Simplified) 11 E6013 2.6 80 Ampere Percobaan 2
Test Run Name	Test Run 2
Test Run Date	27/09/2021 20:13:52

Display Name	Value	Unit
Test Run End Reason	Test Stopped	
Peak Stress	0.4	kN/mm ²
Peak Load	68.269	kN
Strain at Break		mm/mm
Modulus	5.263	kN/mm ²
Width	19.000	Mm
Thickness	8.000	Mm

Pada table 3, dapat dilihat bahwa Pada waktu pelapisan menit pertama, terdapat pertambahan panjang dengan beban maksimum yaitu 0,4 KN/mm². Beban maksimum yang diterima sampel adalah 5, 257 KN/mm². Pada beban ini terjadi pertambahan panjang sampel maksimum yaitu 19 mm kemudian sampel hasil plating patah.

2. Percobaan Uji Tarik Variasi Arus 90 A

Tabel 4. Hasil Uji Tarik tes 1 Variasi Arus 90 A

Default Test Run Report	
Project Name	Project 1
User Name	MTS
Test Name	MTS STH Tension (Simplified) 11 E6013 2.6 80 Ampere Percobaan 2
Test Run Name	Test Run 2
Test Run Date	27/09/2021 20:13:52

Display Name	Value	Unit
Test Run End Reason	Test Stopped	
Peak Stress	0.4	kN/mm ²
Peak Load	68.269	kN
Strain at Break		mm/mm
Modulus	5.263	kN/mm ²
Width	19.000	Mm
Thickness	8.000	Mm

Pada waktu pelapisan menit pertama, terdapat pertambahan panjang dengan beban maksimum yaitu 0,4 KN/mm². Beban maksimum yang diterima sampel adalah 4, 682 KN/mm². Pada beban ini terjadi pertambahan panjang sampel maksimum yaitu 19 mm kemudian sampel hasil plating patah.

Tabel 5. Hasil Uji Tarik tes 2 Variasi Arus 90 A

Default Test Run Report	
Project Name	Project 1
User Name	MTS
Test Name	MTS STH Tension (Simplified) 11 E6013 2.6 90 Ampere Percobaan 2
Test Run Name	Test Run 2
Test Run Date	27/09/2021 19:55:53

Display Name	Value	Unit
Test Run End Reason	Test Stopped	
Peak Stress	0.4	kN/mm ²
Peak Load	65.603	kN
Strain at Break		mm/mm
Modulus	4.815	kN/mm ²
Width	19.000	mm
Thickness	8.000	mm

Pada waktu pelapisan menit pertama, terdapat pertambahan panjang dengan beban maksimum yaitu 0,4 KN/mm². Beban maksimum yang diterima sampel adalah 4,815 KN/mm². Pada beban ini terjadi pertambahan panjang sampel maksimum yaitu 19 mm kemudian sampel hasil plating patah.

Tabel 6. Hasil Uji Tarik tes 3 Variasi Arus 90 A

Default Test Run Report	
-------------------------	--

Project Name	Project 1
User Name	MTS
Test Name	MTS STH Tension (Simplified) 11 E6013 2.6 90 Ampere Percobaan 3
Test Run Name	Test Run 3
Test Run Date	27/09/2021 20:25:22

Display Name	Value	Unit
Test Run End Reason	Test Stopped	
Peak Stress	0.4	kN/mm ²
Peak Load	65.602	kN
Strain at Break		mm/mm
Modulus	4.821	kN/mm ²
Width	19.000	mm
Thickness	8.000	mm

Pada waktu pelapisan menit pertama, terdapat pertambahan panjang dengan beban maksimum yaitu 0,4 KN/mm². Beban maksimum yang diterima sampel adalah 4,821 KN/mm². Pada beban ini terjadi pertambahan panjang sampel maksimum yaitu 19 mm kemudian sampel hasil plating patah.

3. Percobaan Uji Tarik Variasi Arus 100 A

Tabel 7. Hasil Uji Tarik tes 1 Variasi Arus 100 A

Default Test Run Report	
Project Name	Project 1
User Name	MTS
Test Name	MTS STH Tension (Simplified) 11 E6013 2.6 100 Ampere Percobaan 1
Test Run Name	Test Run 1
Test Run Date	27/09/2021 19:58:23

Display Name	Value	Unit
Test Run End Reason	Test Stopped	
Peak Stress	0.4	kN/mm ²
Peak Load	65.602	kN
Strain at Break		mm/mm
Modulus	4.821	kN/mm ²
Width	19.000	mm
Thickness	8.000	mm

Pada table 7, waktu pelapisan menit pertama, terdapat pertambahan panjang dengan beban maksimum yaitu 0,5 KN/mm². Beban maksimum yang diterima sampel adalah 4,420 KN/mm². Pada beban ini terjadi pertambahan panjang sampel maksimum yaitu 19 mm kemudian sampel hasil plating patah.

Tabel 8. Hasil Uji Tarik tes 2 Variasi Arus 100 A

Default Test Run Report	
Project Name	Project 1
User Name	MTS
Test Name	MTS STH Tension (Simplified) 11 E6013 2.6 100 Ampere Percobaan 2
Test Run Name	Test Run 2
Test Run Date	27/09/2021 20:17:26

Display Name	Value	Unit
Test Run End Reason	Test Stopped	
Peak Stress	0.5	kN/mm ²
Peak Load	68.445	kN

Strain at Break		mm/mm
Modulus	4.418	kN/mm ²
Width	19.000	mm
Thickness	8.000	mm

Pada table 8, waktu pelapisan menit pertama, terdapat pertambahan panjang dengan beban maksimum yaitu 0,5 KN/mm². Beban maksimum yang diterima sampel adalah 4,418 KN/mm². Pada beban ini terjadi pertambahan panjang sampel maksimum yaitu 19 mm kemudian sampel hasil plating patah.

Tabel 9. Hasil Uji Tarik tes 3 Variasi Arus 100 A

Default Test Run Report	
Project Name	Project 1
User Name	MTS
Test Name	MTS STH Tension (Simplified) 11 E6013 2.6 100 Ampere Percobaan 3
Test Run Name	Test Run 3
Test Run Date	27/09/2021 19:58:23

Display Name	Value	Unit
Test Run End Reason	Test Stopped	
Peak Stress	0.5	kN/mm ²
Peak Load	68.763	kN
Strain at Break		mm/mm
Modulus	4.411	kN/mm ²
Width	19.000	mm
Thickness	8.000	mm

Pada table 9, waktu pelapisan menit pertama, terdapat pertambahan panjang dengan beban maksimum yaitu 0,5 KN/mm². Beban maksimum yang diterima sampel adalah 4,411 KN/mm². Pada beban ini terjadi pertambahan panjang sampel maksimum yaitu 19 mm kemudian sampel hasil plating patah.

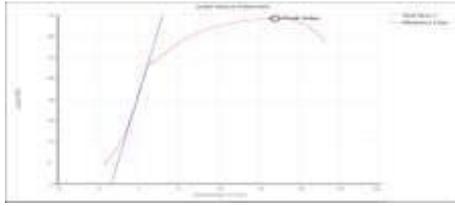
D. Pembahasan Hasil Uji Tarik

Dari hasil penelitian yang terdapat pada lampiran data di atas, dengan pengujian 4able (Tensile Test) dengan menggunakan standar ASTM E8. Dengan variasi arus 80A, 90A dan 100A posisi 3G elektroda E6013 berdiameter 2,6. Didapatkan nilai rata-rata pada tabel berikut :

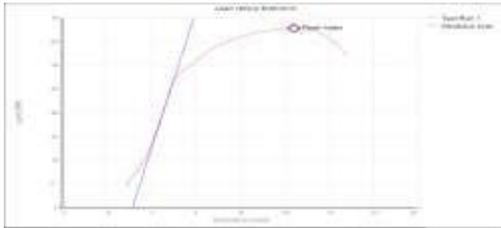
Tabel 10. Nilai rata-rata hasil Uji Tarik

No	80 A		90 A		100 A	
	Peak Load	Modulus	Peak Load	Modulus	Peak Load	Modulus
1	68.278	5.259	65.601	4.826	68.765	4.420
2	68.269	5.263	65.603	4.815	68.445	4.418
3	68.233	5.257	65.602	4.821	68.763	4.411
Rata-rata	68.260	5.259	65.602	4.820	68.657	4.416

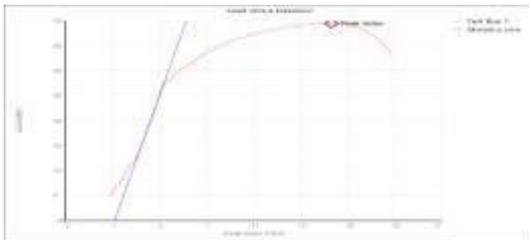
Dari tabel 10, menunjukkan rata-rata nilai peak load tegangan tarik kampuh X pada baja ST 36 hasil sambungan Las dengan variasi arus 80 A yaitu yakni 68.260 KN/mm², Variasi 90 A yaitu 65.602 KN/mm², dan Variasi 100 A yaitu 68.657 KN/mm². Dan rata-rata nilai modulus tegangan tarik kampuh X pada baja ST 42 hasil sambungan Las dengan variasi arus 80 A yaitu yakni 5,259 KN/mm², Variasi 90 A yaitu 4,820 KN/mm², dan Variasi 100 A yaitu 4,416 KN/mm². Selanjutnya dari hasil percobaan dapat dilihat pada gambar grafik berikut.



Gambar 6. Grafik kuat tarik terhadap pengaruh waktu Variasi Arus 80 A



Gambar 7. Grafik kuat tarik terhadap pengaruh waktu Variasi Arus 90 A



Gambar 8. Grafik kuat tarik terhadap pengaruh waktu Variasi Arus 100 A

Dari pembahasan dan gambar grafik di atas, maka dapat disimpulkan bahwa Rendahnya tegangan dan regangan uji tarik pada kampuh X hasil sambungan las SMAW pada baja disebabkan oleh faktor Variasi arus elektroda. Jika dilihat dari penjelasan diatas pada sambungan kampuh konsentrasi kekuatan hanya terdapat pada pada sambungan kampuh konsentrasi kekuatan hanya terdapat pada satu sisi benda uji dan titik putus berada disisi yang lain, oleh karena itu sambungan kampuh x pada arus 100 A lebih ulet, seperti grafik yang digambarkan pada gambar 5.

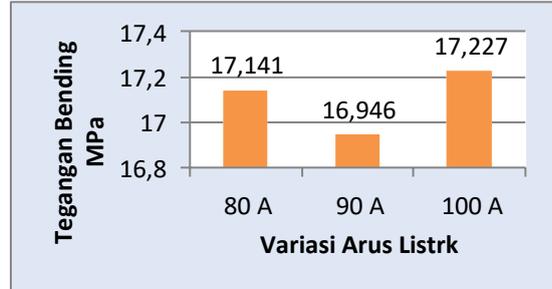
Grafik hasil pengujian tarik pada kampuh x tersebut, menggambarkan bahwa konsentrasi kekuatan terdapat tidak hanya pada satu sisi benda uji, melainkan titik putus berada pada bagian tengah benda uji, oleh karena itu sambungan kampuh X pada variasi 100 A lebih getas, seperti yang digambarkan grafik hasil penelitian.

E. Pengujian Bending

Berdasarkan hasil uji bending material ST36 untuk setiap variasi arus listrik dengan mengacu pada proses perhitungan data maka didapatkan output nilai rata-rata spesimen yang di muat dalam tabel sebagai berikut :

No	Parameter	b (mm) lebar	d (mm) tebal	Muatan maksimum rata-rata (kN)
1	Arus 80 Amper	41	8	21.994
		42	8	
2	Arus 90 Amper	38	8	20.735
		40	8	
3	Arus 100 Amper	43	8	24.276
		43	8	

Nilai dari pengujian ini dihitung nilai rata – ratanya dan di masukan ke dalam grafik sebagai berikut :



Gambar 9. Grafik tegangan bending

Dari gambar 9, kita dapat melihat bahwa material dengan arus 80 Amper nilai tegangannya sebesar 17.141 MPa sedangkan pada material 90 Amper nilai tegangannya mengalami penurunan yaitu 16.946 MPa dan pada material dengan besaran arus 100 Amper, material ini kembali mengalami kenaikan dan sekaligus menjadi beban puncak pada pengujian ini yaitu sebesar 17.227 MPa.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan data, penulis memperoleh kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yaitu :

1. Karakteristik sambungan pengelasan kampuh X pada material ST36 metode SMAW berposisi 3G Plate variasi arus listrik las 80A, 90A, 100A elektroda E6013 dari hasil uji tarik (*Tensile*) ditemukan rata-rata nilai peak load tegangan tarik kampuh X pada baja ST 36 hasil sambungan Las dengan variasi arus 80 A yaitu yakni 68.260 KN/mm², Variasi 90 A yaitu 65.602 KN/mm², dan Variasi 100 A yaitu 68.657 KN/mm².
2. Rata-rata nilai modulasi tegangan tarik kampuh X pada baja ST 36 hasil sambungan Las dengan variasi arus 80 A yaitu yakni 5,259 KN/mm², Variasi 90 A yaitu 4,820 KN/mm², dan Variasi 100 A yaitu 4,416 KN/mm² dan terjadi pertambahan panjang sampel maksimum yaitu 19 mm kemudian sampel hasil plating patah.
3. Rendahnya tegangan dan regangan uji tarik pada kampuh X hasil sambungan las SMAW pada baja disebabkan oleh faktor Variasi arus elektroda.
4. Spesimen yang memiliki muatan maksimum adalah spesimen dengan muatan arus 100 Amper dengan nilai muatan 24.276 kN dan untuk nilai tegangan bendingnya memiliki beban puncak yaitu 17.227 MPa.

Dengan proses perhitungan yang telah dilakukan maka keseluruhan data dimasukkan kedalam tabel dan di rata-ratakan untuk setiap komposisi arus listrik yang di gunakan

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami sampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Hamid, "Analisa Pengaruh Arus Pengelasan Smaw Pada Material Baja Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Material Hasil Sambungan," *J. Teknol. Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 26–36, 2016, [Online]. Available:

- <https://media.neliti.com/media/publications/142425-ID-analisa-pengaruh-arus-pengelasan-smaw-pa.pdf>.
- [2] S. Widharto, "Petunjuk Kerja Las Cetakan Keenam." PT Pradnya Paramita. Jakarta, 2006.
- [3] H. Wiryosumarto, "Teknologi Pengelasan Logam, Erlangga, Jakarta," *Logam, Alfa Beta, Bandung*, 2000.
- [4] I. I. Pamungkas, N. Mulyaningsih, and K. Suharno, "Pengaruh Variasi Arus Pengelasan SMAW Terhadap Kekutan Tarik Baja Karbon SS400," *J. Mer-C*, vol. 2, no. 2, pp. 16–21, 2019.
- [5] E. B. Santoso and M. Choifin, "ANALISA PERANAN VARIASI ARUS PENGELASAN SMAW DENGAN MATERIAL ASTM 36 TERHADAP KEKUATAN TARIK ," *Mechonversio Mech. Eng. J.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–6, 2021.