Jurnal Inovasi Teknologi Terapan

Vol. xx, No. x, (20xx) e-ISSN : xxxx - xxxx

Analisis Pengaruh Elektroda E309-16 Pada Sambungan Baja Carbon AISI 1045 dan *Stainless Steel* 304 dengan Menggunakan Pengelasan SMAW

Budi Haryanto[1*], Tuparjono[1], Yuli Dharta[1]
[1]Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat
*E-mail : budiaryantoas@gmail.com

Received 9 Januari 2023; Received in revised form 16 Januari 2023; Accepted 20 Januari 2023

Abstract

The bimetallic welding process is a welding process that connects two different types of metal. This study aims to determine the effect of the E309-16 electrode on the connection of two materials using SMAW welding on tensile strength. The materials used were carbon steel AISI 1045 and stainless steel 304. This study used an experimental method with a penetration and filling welding process with a 60° V seam using an E309-16 electrode. The shape of the specimens in this study used the ASTM E8 standard. From the results of the tensile test research conducted, the E309-16 electrode has an influence on the bimetallic welding process on AISI 1045 carbon steel and 304 stainless steelwith a resulting tensile strength of 58.01 Kg/mm – 68.48 Kg/mm, yield strength that is produced by 35.97 Kg/mm – 37.12 Kg/mm, the resulting strain value was 12.50% - 43.00% and was able to withstand a given tensile load of 6450 Kg – 7900 Kg. and the bimetallic welding process using the E309-16 electrode has a more binding effect on the 304 stainless steel material, this is evidenced by the broken specimens in the weld area and the lower carbon content of 304 stainless steel with a carbon content of 0.042% compared to AISI steel material 1045 which has a carbon content of 0.42%.

Keywords*: AISI 1045; Stainless Steel 304; Tensile Strength.*

Abstrak

Proses pengelasan bimetal adalah proses pengelasan yang menyambungkan dua macam jenis logam yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh elektroda E309-16 pada sambungan dua material dengan menggunakan pengelasan SMAW terhadap kekuatan tarik. Material yang digunakan adalah baja karbon AISI 1045 dan stailess steel 304. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan proses las penembusan dan pengisian dengan jenis kampuh V 60° menggunakan elektroda E309-16. Bentuk spesimen pada penelitian ini menggunakan standar ASTM E8. Dari hasil penelitian uji tarik yang dilakukan, elektroda E309-16 memiliki pengaruh pada proses las bimetal terhadap baja carbon AISI 1045 dan *stainless steel* 304 dengan kekuatan tarik yang dihasilkan sebesar 58,01 Kg/mm – 68,48 Kg/mm, kekuatan luluh yang dihasilkan sebesar 35,97 Kg/mm – 37,12 Kg/mm, nilai regangan yang dihasilkan sebesar 12,50 % - 43,00 % dan mampu menahan beban tarik yang diberikan sebesar 6450 Kg – 7900 Kg. dan proses pengelasan bimetal menggunakan elektroda E309-16 memiliki pengaruh yang lebih mengikat pada material *stainless steel* 304, hal ini dibuktikan berdasarkan spesimen yang putus pada area las dan pada kandungan carbon *stainless steel* 304 yang lebih rendah dengan kandungan *carbon* 0,042 % dibandingkann dengan material baja AISI 1045 yang memiliki kandungan *carbon* 0,42 %.

Kata kunci: AISI 1045; *Stainless Steel* 304; *Uji Tarik*.

1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini perkembangan teknologi dalam bidang industri kontruksi baja semakin meningkat. Hal ini dibuktikan dengan maraknya penggunaan logam seperti besi, baja, stainless dan alumunium baik dalam skala kecil maupun skala besar. Seperti halnya penggunaan logam di daerah Bangka Belitung yang semakin banyak digunakan dalam kebutuhan rumah tangga maupun

perusahaan yang ada di Bangka Belitung, hal ini terbukti dengan banyaknya perusahaan yang berproduksi di bidang manufaktur. Pengelasan merupakan bagian yang tidak bisa dipisahkan dalam proses manufaktur sehingga banyaknya penggunaan logam yang semakin meningkat, tetapi hal ini berbanding terbalik dengan proses penggunaan jenis logam yang tepat serta minimnya pengetahuan dalam mengelola dan penggunaan logam serta sumber bahan baku yang tersedia [1].

Pertumbuhan pembangunan konstruksi logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan, khususnya bidang rancang bangun karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan ketrampilan yang tinggi bagi pengelasnya, agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik [2]. Kekuatan sambungan las merupakan tujuan dari proses penyambungan dalam pengelasan. Kekuatan sambungan ini sangat penting karena menyangkut dengan resiko yang terjadi apabila terjadi retak atau cacat pada sambungan pengelasan maka akan mengakibatkan kegagalan dari konstruksi pada pembangunan di industry baik migas maupun industry non migas [3]. Proses pengelasan memiliki beberapa metode antara lain dengan metode pengelasan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) dan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) [4].

Pengelasan merupakan salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinyu. Salah satu proses penyambungan logam dengan logam yang lain 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 pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan kuat arus, pemilihan elektroda,dan pemilihan jarak pengelasan. Pengelasan yang sering digunakan dalam dunia industri secara umum adalah pengelasan dengan menggunakan metode pengelasan dengan busur nyala logam terlindung atau biasa disebut *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Metode SMAW banyak digunakan pada masa ini karena penggunaannya lebih praktis, lebih mudah pengoperasiannya, dapat digunakan untuk segala macam posisi pengelasan dan lebih efisien [5].

Proses pengelasan bimetal adalah proses pengelasan yang menyambungkan dua macam jenis logam yang berbeda. Pengelasan bimetal mempunyai tingkat kerumitan yang lebih tinggi dibanding dengan pengelasan dengan logam yang sama jenis. Karena logam yang tidak sejenis mempunyai karakteristik yang berbeda satu sama lainnya. Sehingga proses pengelasan logam yang tidak sejenis membutuhkan beberapa teknik tertentu, misalnya pemilihan logam yang akan disambung harus tepat, pemilihan elektroda yang sesuai, pengaturan *heat input* yang tepat, serta pemilihan perlakuan panas pasca pengelasan yang tepat. Untuk itu dibutuhkan suatu cara agar pengelasan bimetal lebih dapat diterima dan pada akhirnya dapat diaplikasikan dengan baik sesuai dengan yang diinginkan [6].

Kelemahan dari pengelasan *dissimilar* adalah timbulnya lonjakan tegangan yang besar disebabkan oleh perubahan struktur mikro pada daerah las yang menyebabkan turunnya kekuatan bahan dan akibat adanya tegangan sisa dan adanya cacat dan retak akibat proses pengelasan [7].

Penggunaan jenis elektroda yang berbeda dan jenis standard pengujian tarik yang berbeda menghasilkan kekuatan tarik yang berbeda. Perbedaan arus pengelasan dengan menggunakan elektroda yang sama juga berpengaruh terhadap kekuatan tarik hasil lasan [8]. Kuat arus las merupakan parameter las yang langsung mempengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan logam induk [9]. Semakin tinggi arus las maka akan semakin besar penembusan dan kecepatan pencairannya [10]. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh jenis elektroda E309-16 pada baja carbon AISI 1045 dan *stainless steel* 304 terhadap kekuatan tarik.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah suatu cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga pelaksanaan dan hasil penelitian bisa untuk dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen.

2.1 Diagram Alir

Proses penelitian ini dilakukan dengan mengikuti rangkaian berupa diagram alir seperti yang terdapat pada Gambar 1.

Gambar 1. Diagram Alir

2.2 Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah tahapan yang harus ditentukan sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan, alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut.

2.2.1 Alat Penelitian

Alat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:
1. Mesin Las DC+
2. Gerinda Tangan
3. Jangka Sorong
4. Mesin Frais
5. Mesin Uji Tarik

2.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini yaitu:
1. Baja *Carbon* AISI 1045
2. *Stainless Steel* 304
3. Elektroda E309-16

2.3 Rancangan Eksperimen

Dalam penelitian yang dilakukan, rancangan eksperimen dalam proses pengelasan harus ditentukan, dalam penelitian ini rancangan eksperimen yang ditentukan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Eksperimen yang Ditentukan

Rancangan Eksperimen	
Kampuh v	60°
Proses penembusan	90 Ampere
Proses Pengisisan	120 Ampere

Rancangan eksperimen menggunakan jenis Kampuh V 60° dalam proses pengelasan penelitian ini, kampuh V 60° ditentukan berdasarkan dari standar

kampuh V yang sering digunakan dalam proses pengelasan. Kemudian dalam proses penembusan digunakan diameter elektroda 2,6 dengan 90 ampere dan dalam proses pengisian digunakan elektroda diameter 3.2 dengan 120 ampere, dimana nilai 90 ampere adalah nilai ampere tertinggi yang ditentukan berdasarkan data spesifikasi dari Elektroda E309-16 diameter 2,6. Dan nilai 120 Ampere adalah nilai ampere tertinggi pada elektroda E309-16 diamter 3,2.

2.4 Proses Pengelasan

Proses pengelasan dilakukan menggunakan Elektroda E309-16 terhadap dua benda kerja yang berbeda yaitu baja AISI 1045 dengan Stainlees Steel 304, Langkah-langkah dalam proses pengelasan sebagai berikut:

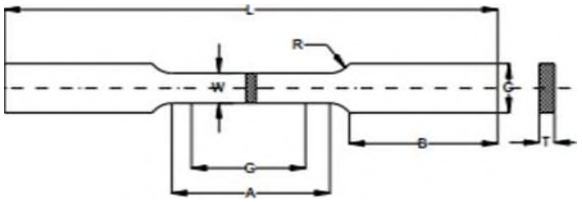
1. Mempersiapkan material baja carbon AISI 1045 dan *Stainless steel* 304 dengan ukuran tebal 10 mm x panjag 100 mm x lebar 50 mm.
2. Mempersiapkan mesin las SMAW DC+.
3. Mempersiapkan elektroda E 309-16.
4. Kampuh yang digunakan adalah jenis kampuh V, dengan sudut 60°.
5. Setelah dibentuk kampuh V, selanjutnya dilakuan proses pengelasan pada material.
6. Pengelasan spesimen sebanyak 7 buah spesimen.
7. Material yang selesai di las lalu di siapkan untuk proses selanjutnya.

Hasil proses pengelasan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Hasil Proses Pengelasan

2.5 Proses Pembentukan Spesimen

Proses pembentukan Spesimen dilakukan setelah proses pengelasan selesai, bertujuan agar saat proses pengelasan lebih masimal dikarenakan ukuran spesimen masih berbentuk plat dengan ukuran 200 mm x 50 mm, dengan demikian, proses pembentukan spesimen yang mengacu pada standar ASTM E8, standar ASTM E8 [4] dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Standar Dimensi Spesimen ASTM E8

Tabel 2. Dimensi Spesimen Uji Tarik

Keterangan	Ukuran
Gage Length (G)	50 mm
Length of Reduced Section	57 mm
Width (W)	12,5 mm
Thickness (T)	10 mm
Radius of Fillet (R)	12,5 mm
Overall Length (L)	200 mm
Width of grip Section	20 mm

Sehingga dihasilkan bentuk spesimen berdasarkan Standar yang telah ditentukan pada Gambar 4.

Gambar 4. Hasil Pembentukan Spesimen Penelitian

2.6 Pengujian Tarik

Pada proses pengujian tarik terhadap spesimen yang telah dilakukan pengelasan serta pembentukan bentuk yang ditetapkan berdasarkan ketentuan standar ASTM E8 menggunakan mesin uji tarik, proses uji tarik dilakukan untuk mendapatkan data nilai kekuatan tarik dari spesimen penelitian dengan satuan Kg/mm². Hasil uji tarik terhadap spesimen dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Spesimen Hasil Uji Tarik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian pengelasan ini Spesimen yang sudah selesai dilakukan pengelasan, kemudian dilakukan proses uji coba dengan pengujian tarik menggunakan mesin uji tarik, Hasil data uji tarik yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Tarik

No Spesimen	Luas Penampang mm²	Panjang Awal	Panjang Akhir mm	ε (%)	Pu	Py Kg	σu	σy Kg/mm²	Ket
1	111,18	50	57,75	15,50	6450	4000	58,01	35,97	Putus Di Las
2	117,89	50	62,75	25,50	7100	4300	60,23	36,47	Putus Di Basemetal
3	113,15	50	69,75	39,50	7700	4200	68,05	37,12	Putus Di Basemetal
4	107,10	50	63,00	26,00	7150	4000	66,76	36,41	Putus Di Las
5	108,53	50	56,25	12,50	6700	4000	61,73	36,89	Putus Di Las
6	114,26	50	69,13	38,26	7825	4200	68,48	36,76	Putus Di Basemetal
7	115,51	50	71,50	43,00	7900	4200	66,52	36,36	Putus Di Basemetal

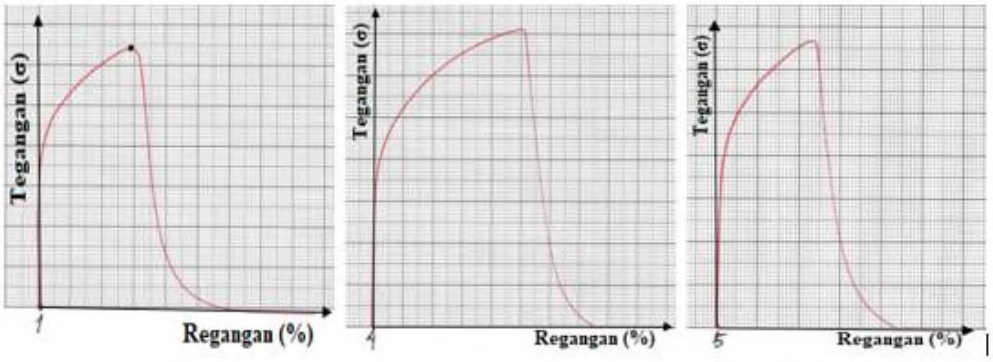
3.1. Analisis Spesimen dari Keterangan Putus

Dari tabel hasil uji tarik di atas dapat di analisis hasil sambungan pengelasan yang telah dilakukan, spesimen 1, 4 dan 5 yang mengalami putus di area las dengan beban *ultimate* pada spesimen 1 sebesar 6450 kg, pada spesimen 4 beban *ultimate* diberikan sebesar 7150 kg, dan pada spesimen 5 beban *ultimate* diberikan sebesar 6700 kg, terdapat perbedaan beban *ultimate* pada spesimen 1,4 dan 5, perbedaan yang spesifik terdapat pada spesimen 4 yaitu mengalami putus dalam beban *ultimate* sebesar 7150 Kg.

Pada spesimen 2, 3, 6 dan 7 hasil sambungan pengelasan yang mengalami putus di area *basemeta*l. Pada spesimen 2 beban *ultimate* diberikan sebesar 7100Kg, pada spesimen 3 beban *ultimate* yang diberikan 7700 Kg, pada spesimen 6 beban *ultimate* yang diberikan sebesar 7825 Kg, dan pada spesimen 7 diberikan beban *ultimate* 7900 Kg, pada ke empat spesimen ini diberikan beban awal sebesar 1000 Kg dan pada kisaran beban >7000 Kg mengalami putus akan tetapi putus yang terjadi bukan pada area las melainkan pada *basemetal*. Jika dihubungkan pada spesimen yang putus diarea las dan pada spesimen yang putus di *basemetal* mengalami perbedaan beban *ultimate*, kisaran beban *ultimate* yang putus di *basemetal* dan yang diberikan sebesar 7000-8000 Kg, beban *ultimate* putus pada area las sebesar 6400-6800 Kg, dapat dianalisis pada spesimen yang putus di *basemetal* memiliki beban yang lebih besar dari spesimen yang putus di area las kecuali pada spesimen 4 yang memiliki beban *ultimate* 7150 kg hal ini dikarenakan beberapa faktor yang mempengaruhi pada putus area las dimungkinkan karena cacat las, dan pada 4 spesimen yang patah pada *basemetal stainless* dapat dianalisis dengan melihat kandungan *carbon*, *stainless* memiliki kandungan *carbon* senilai 0,042% lebih rendah dari kandungan *carbon* baja AISI 1045 yaitu 0,42% dimana semakin tinggi kandungan *carbon* pada material maka semakin kuat dan getas, dan sebaliknya semakin rendah kandungan carbon yang dimiliki material memiliki ulet yang tinggi akan tetapi memiliki karakteristik kekuatan rendah. Hal ini yang menyebabkan hasil uji tarik putus dibagian *basemetal Stainless*.

3.2. Analisis Grafik Hasil Uji Tarik Spesimen Putus di Las

Dari hasil uji tarik yang telah dilakukan didapatkan hasil grafik uji tarik spesimen putus di area las dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hasil Uji Tarik Spesimen 1, 4 dan 5

Pada hasil uji tarik didapatkan hasil kurva tegangan-regangan dengan gambar grafik spesimen 1,4 dan 5 yang mengalami putus di area las, dari ketiga spesimen ini memiliki nilai tegangan dan regangan yang berbeda. Dimana pada proses uji tarik spesimen 1 mengalami tegangan sebesar 58,01 dan regangan sebesar 15,50 %, hal ini dikarenakan benda hanya mampu menahan beban ultimate sebesar 6450 Kg. Dari kurva tegangan-regangan spesimen 4 benda hanya mampu menahan beban ultimate sebesar 7150 Kg, hal ini mengalami kenaikan grafik tegangan sebesar 66,76 Kg/mm, dan mengalami pertambahan regangan sebesar 26,00 %. Dari kurva tegangan-regangan spesimen 5 benda hanya mampu menahan beban ultimate sebesar 6700 Kg, hal ini mengakibatkan penurunan grafik tegangan sebesar 61,73 Kg/mm dan pengecilan regangan sebesar 12,50 %.

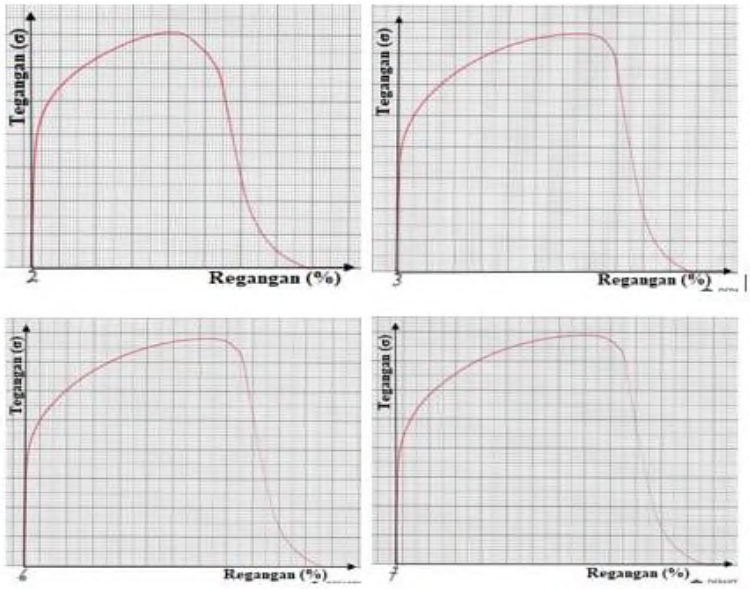
Pada gambar hasil uji tarik didapatkan tegangan tertinggi dialami pada gambar grafik spesimen 4 sebesar 66,76 Kg/mm, dan tegangan terendah dialami gambar grafik 1 sebesar 58,01 Kg/mm. Dari ketiga gambar grafik didapatkan juga regangan terbesar pada spesimen 4 sebesar 26,00 % dan hasil regangan terkecil pada spesimen 5 sebesar 12,50 %.

Spesimen hasil uji tarik yang putus di area las pada spesimen 1, 4 dan 5 dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7. Spesimen Putus di Area Las

3.3. Analisis Grafik Hasil Uji Tarik Spesimen Putus di *Basemetal*

Dari hasil uji tarik yang telah dilakukan didapatkan hasil grafik uji tarik spesimen putus di area *basemetal* dapat dilihat pada Gambar 8.



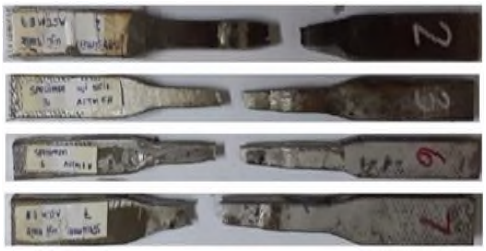
Gambar 8. Grafik Hasil Uji Tarik Spesimen 2, 3, 6 dan 7

Pada hasil uji tarik didapatkan kurva tegangan-regangan gambar grafik spesimen 2, 3, 6 dan 7 mengalami putus di area *basemetal*,. Dari ke empat gambar grafik pada spesimen ini dihasilkan kurva tegangan dan regangan yang berbeda, dikarenakan perbedaan kemampuan spesimen menahan beban *ultimate* dimana grafik spesimen 2 mengalami tegangan sebesar 60,23 Kg/mm² dan regangan sebesar 25,50%, hal ini dikarenakan spesimen 2 hanya mampu menahan beban *ultimate* sebesar 7100 Kg, pada grafik spesimen 3 memiliki nilai tegangan dan regangan sebesar 68,05 kg/mm² dan 39,50 % , hal ini dikarenakan spesimen 3 hanya mampu menahan beban *ultimate* sebesar 7700 kg, sehingga pada kurva tegangan-regangan spesimen 3 mengalami kenaikan tegangan sebesar 68,05 kg/mm² dan regangan mengalami pertambahan panjangan sebesar 39,50%. Pada grafik spesimen 6 benda hanya mampu menahan beban *ultimate* sebesar 7825 kg, dari kurva tegangan-regangan grafik spesimen 6 ini menunjukan bahwa mengalami kenaikan tegangan sebesar 68,48 kg/mm², namun terjadi penurunan regangan sebesar 38,26 %. Pada grafik spesimen 7 benda hanya mampu menahan beban *ultimate* sebesar 7900 Kg dari beban awal yang diberikan yaitu 1000 kg, dari kurva tegangan-regangan yang dapat dilihat bahwa grafik spesimen 7 mengalami penurunan tegangan sebesar 66,52 Kg dan mengalami kenaikan regangan sebesar 43,00 %.

Dilihat dari kurva tegangan-regangan ke empat spesimen yang mengalami putus di area *basemetal* tegangan tertinggi didapat pada grafik spesimen 6 yaitu sebesar 68,48 kg/mm dan tegangan terkecil di dapat pada spesimen 2 sebesar 60,23 kg/mm. Regangan terbesar terdapat pada grafik spesimen 7 sebesar 43,00 %, dan regangan terkecil terdapat pada grafik spesimen 2 sebesar 25,50 %.

Pada gambar grafik hasil uji tarik spesimen 2, 3, 6 dan 7 mengalami putus di *basemetal*, hasil analisis pada 4 grafik di atas mengalami nilai regangan (σ) yang lebih besar jika di bandingkan dengan hasil grafik regangan spesimen 1, 4 dan 5 yang mengalami putus di area las lebih kecil. Hal ini membuktikan bahwa semakin besar nilai regangan pada kurva uji tarik tegangan-regangan membuktikan bahwa material tersebut memiliki sifat ulet.

Spesimen hasil uji tarik yang putus di area *basemetal* adalah spesimen 2, 3, 6 dan 7 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Spesimen Putus di Area *Basemetal*

4. SIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulam pada penelitian dengan judul "Analisis Pengaruh Elektroda E309-16 Pada Sambungan Baja *Carbon* AISI 1045 dan *Stainless Steel* 304 Dengan Menggunakan Pengelasan SMAW" sebagai berikut:

Dari penelitian hasil uji tarik yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan pengaruh elektroda E309-16 pada proses las bimetal terhadap baja carbon AISI 1045 dan *stainless steel* 304 memiliki kekuatan tarik sebesar 58,01 Kg/mm – 68,48 Kg/mm, dan memiliki kekuatan luluh sebesar 35,97 Kg/mm – 37,12 Kg/mm, dengan nilai regangan 12,50 % - 43,00 % dan mampu menahan beban tarik sebesar 6450 Kg – 7900 Kg.

Pengaruh elektroda E309-16 pada proses las *bimetal* memiliki pengaruh yang lebih mengikat pada material *stainless steel* 304, hal ini dibuktikan berdasarkan spesimen yang putus pada area las dan pada kandungan *carbon stainless steel* 304 yang lebih rendah dengan kandungan *carbon* 0,042 % dibandingkann dengan material baja AISI 1045 yang memiliki kandungan *carbon* 0,42 %.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Wibowo, A., & Suwito, D. (2016). Pengaruh Jenis Elektroda, Pengutupan Langsung Dan Pengutupan Terbalik Terhadap Kekuatan Tarik Pada Baja ST-41. *JTM (Jurnal Teknik Mesin)*, *04*(02), 33–36.

[2] Miftahul Huda ST. MPD, & Setiawan, F. (2016). V Dan Kuat Arus Dengan Las (SMAW) Pada Baja a36 Terhadap. 1–9.

[3] Azwinur., & Muhazir. (2019). Pengaruh Jenis Elektroda Pengelasan SMAW Terhadap Sifat Mekanik Material Ss400. *Jurnal Polimesin*, *17* (1), 19–25.

[4] Urmartono, A., setiyo., & Irawan, D. (2018). Analisa Pengaruh Perbedaan Metode Pengelasan SMAW Dan GTAW Terhadap Sifat Mekanis Material Hg 30. *Jurnal Keilmuan Dan Terapan Teknik*, *7*(2), 131–142.

[5] Zulfadly, Z., & Ghony, M. A. (2022). Variasi Ampere Terhadap Kekuatan Tarik Pada Hasil Pengelasan Dengan Posisi *Down Hand*. *Jurnal Ilmiah Teknik*, *1*(01), 39-50.

[6] Mustafid, S., Hartono, P., & Robbi, N. (2016). Analisis Pengaruh Hasil Pengelasan Bimetal Baja S45c Dan Stainless Steels 304 Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro. *Jurnal Teknik Mesin*, *6*(02).

[7] Nasrul L, M. Y., Suryanto, H., & Qolik, A. (2016). Pengaruh Variasi Arus Las SMAW Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Sambungan Dissimilar Stainless Steel 304 Dan St 37. *Jurnal Teknik Mesin*, *24*(1), 1–12.

[8] Arifin, J., Purwanto, H., & Syafa'at, I. (2017). Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan. *Momentum*, *13*(1), 27–31.

[9] Santoso, J. (2006). Pengaruh arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan las SMAW dengan elektroda E7018. *Universitas Negeri Semarang*.

[10] Panggaben, C., Budiarto, U., & Santosa, A. (2017). Pengaruh Variasi Arus Dan Polaritas Terhadap Kekuatan Tarik, Tekuk dan Kekerasan Hasil Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Pada Baja SS 400. *Jurnal Teknik Perkapalan*, *5*(4), 785.