

# ANALISA PERANAN VARIASI ARUS PENGELASAN SMAW DENGAN MATERIAL ASTM 36 TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

Eko Budi Santoso<sup>1</sup>, Mochammad Choifin<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik  
Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo, Indonesia  
e-mail : ecko.synistergates@gmail.com, mochamad\_choifin@dosen.umaha.ac.id

## ABSTRAK

Pengaruh elektroda terhadap kekuatan tarik dan kekerasan las SMAW pada baja ASTM36 SS 400. Bahan diberi perlakuan pengelasan dengan variasi arus 110 A, 130 A dan 150 A dengan elektroda E7018 diameter 3.2 mm, jenis kampuh yang digunakan kampuh V dengan sudut 60° dengan menggunakan las SMAW DC polaritas terbalik yaitu pemegang elektroda dihubungkan dengan kutub positif dan logam induk dihubungkan dengan kutub negatif, tegangan tarik sambungan las tertinggi terjadi pada kelompok specimen 110 Amper yaitu memiliki nilai rata-rata 1078,4 (N/mm<sup>2</sup>), berikutnya 130 Amper 972,1 (N/mm<sup>2</sup>) dan yang memiliki nilai terendah yaitu 150 Amper 771,5 (N/mm<sup>2</sup>) untuk pengujian kekerasan nilai rata-rata tertinggi daerah las yaitu specimen 130 Amper 204,4 (kg/mm<sup>2</sup>), berikutnya 110 Amper 198,13 (kg/mm<sup>2</sup>) dan nilai terendah 150 Amper 189,93 (kg/mm<sup>2</sup>), untuk struktur mikronya terlihat ferlit dan perlit dan pengujian tersebut yg didominasi terdapat pada struktur perlit.

**Kata kunci:** Arus, Baja ASTM36, E7018, Kekerasan, Kekuatan Tarik, Las SMAW

## PENDAHULUAN

Faktor yang mempengaruhi las salah satunya adalah prosedur pengelasan yaitu suatu perencanaan dalam pelaksanaan penelitian yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai dengan rencana dan spesifikasi dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut. Faktor produksi pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (meliputi: pemilihan jenis mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh), pilihan ketika menggunakan DC polaritas negatif atau positif adalah terutama ditentukan elektroda yang digunakan. Beberapa elektroda SMAW didesain untuk digunakan hanya DC- atau DC+. Elektroda lain dapat menggunakan keduanya DC- dan DC+. Elektroda E7018 dapat digunakan pada DC polaritas terbalik (DC+). Pengelasan ini menggunakan elektroda E7018, maka arus yang digunakan berkisar antara 110, 130, 150 Ampere. Dengan interval arus tersebut, pengelasan yang dihasilkan akan berbeda-beda. Tidak semua logam memiliki sifat mampu las yang baik. Bahan yang mempunyai sifat mampu las yang baik diantaranya adalah baja paduan rendah. Baja ini dapat dilas dengan las busur elektroda terbungkus, las busur rendam dan las MIG (las logam gas mulia). Baja paduan rendah biasa digunakan untuk pelat-pelat tipis dan konstruksi umum, pemakaian material plat besi ASTM 36 (*American Standard Testing Material*) untuk

digunakan sebagai tempat osilasi atau sensor pada CCM (*Continuous Casting Machine*) adalah dengan kawat las E7018 variasi arus 110 A, 130 A dan 150 A karena mengingat pada daerah tersebut sangat membutuhkan keselamatan yang tinggi (*safety*) sehingga jika terjadi hal yang tidak memungkinkan pada operator produksi, sedangkan posisi pengelasan dan kampuh juga akan menentukan cara kita mengelas supaya mendapatkan hasil yang bagus sedangkan posisi pengelasan yang digunakan adalah vertikal dengan menggunakan tipe sambungan *butt-joint* dan kampuh V

## METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan cara yang ditempuh untuk mencapai tujuan dari penelitian. Keberhasilan dalam penelitian ini tergantung dari metode yang digunakan. Agar kegiatan penelitian berhasil dengan baik, maka diperlukan suatu metode atau teknik ilmiah yang terancang dan dapat dipertanggungjawabkan. Jenis Penelitian ini merupakan penelitian *diskriptif kualitatif* adalah metode penelitian *eksperimen*, yaitu kegiatan percobaan secara langsung terhadap benda uji untuk melihat hasil yang terjadi perlakuan yang diberikan terhadap obyek, dalam hal ini adalah base metal plat ASTM36 Panjang 100 mm, Lebar 45 mm, Tebal 16 mm dengan sudut 60° sebanyak 3 test pieces dilas dengan las SMAW dengan menggunakan elektroda E7018 dengan diameter kawat 3,2 mm. Setelah pengelasan dengan variasi arus 110, 130, 150A

yang berbeda selesai hasil pengelasan di dinginkan dengan media udara dan menghilangkan kulit bekas las dengan palu terak, kegiatan selanjutnya adalah menganalisa hasil pengelasan untuk mengetahui sifat mekanis dari proses pengelasan, kegiatan pengelasan di lakukan juru las yang bersertifikat selanjutnya untuk mengetahui sifat mekanis ada 3 (Tiga) uji *mekanis* diantaranya yaitu : Uji Tarik (*Tensile test*), Uji Kekerasan (*Hardness*), Uji Struktur Mikro. Perancangan penelitian ini disebut sebagai poses perancangan yang menentukan proses selanjutnya sampai selesai. Kegiatan – kegiatan atau *fase – fase* dalam proses perancangan berbeda satu dengan yang lain

### Metode Pengumpulan Data

Setelah mengamati pekerjaan *welding* (Pengelasan) SMAW di PT. Ispat Indo Proses pengelasan rata – rata menggunakan elektroda E7018 maka dari itu hasil pengamatan penulis pengelasan SMAW yang dilakukan di bengkel PT. Ispat Indo, belum pernah melakukan pengelasan SMAW dan pengujian dengan memakai elektroda E7018 untuk mengetahui sifat mekanis perbandingan antara elektroda tersebut dengan arus 110,130,150 ampere Yang seharusnya ada variasi pengelasan SMAW dengan elektroda sebagai pembanding untuk material plat besi baja yang rata rata digunakan untuk tempat osilation atau *sensor* yang berfungsi untuk alarm pada terjadinya *over houl* cairan logam di bagian pencetakan (CCM)

#### 1. Studi Literatur

Perencanaan *analisis* proses pengelasan ini berdasarkan literatur yang mempunyai relevansi dengan permasalahan yang akan dihadapi, baik buku teks, jurnal, penelitian dan lain-lain, hal ini dimaksudkan untuk memperoleh data teknik maupun data tesis mengenai segala hal yang berhubungan dengan analisis pengaruh variasi posisi pengelasan dan elektroda yang berbeda terhadap sifat mekanis las SMAW.

#### 2. Pengambilan Data

*Observasi*, yaitu pengumpulan data dengan melakukan penelitian , baik secara langsung maupun tidak langsung. Setelah data telah siap maka dilakukan analisis penelitian kemudian mencari data spesifikasi struktur sifat mekanis dengan melalui pengujian Tarik, Mikro dan Kekerasan yang akan digunakan pada saat menginput data supaya bisa di buat dari hasil penelitian.

### Metode Analisis Data

#### 1. Persiapan Eksperimen

Dalam pelaksanaan eksperimen dalam bangku kerja harus dirancang sedemikian rupa sehingga dalam pelaksanaannya data yang diambil akurat dan dapat menekan kemungkinan dari kesalahan. Untuk itu perlu persiapan yang matang sebelum pelaksanaan antara lain : Peralatan Las SMAW

lengkap, Gerinda tangan, Kikir persegi, Mesin amplas apron, *Wearpak*, Sarung tangan, Tang las, Sepatu las dan Masker

#### 2. Pengujian

##### a. Pengujian Tarik

Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok *raw materials*. Pengujian tarik dimaksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimanakah letak putusnya suatu sambungan las. Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda. Penarikan gaya terhadap beban akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (*deformasi*) bahan tersebut. Proses terjadinya *deformasi* pada bahan uji adalah proses pergeseran butiran kristal logam yang mengakibatkan melemahnya gaya *elektromagnetik* setiap *atom* logam hingga terlepas ikatan tersebut oleh penarikan gaya maksimum. pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinu dan pelan-pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji dan dihasilkan kurva tegangan-regangan

##### b. Pengujian Kekerasan

Proses pengujian kekerasan dapat diartikan sebagai kemampuan suatu bahan terhadap pembebanan dalam perubahan yang tetap. kekerasan bahan tersebut dapat dianalisis dari besarnya pembebanan yang diberikan terhadap luasan bidang yang menerima pembebanan. Pada penelitian ini digunakan cara mikro *Vickers* dengan menggunakan penekan berbentuk piramida intan. Besar sudut antara permukaan piramida yang saling berhadapan  $136^\circ$ . pada pengujian ini bahan ditekan dengan gaya tertentu dan terjadi cetakan pada bahan uji dari intan. Pengujian ini sering dinamakan uji kekerasan piramida intan, karena menggunakan bentuk piramida intan. Nilai kekerasannya disebut dengan kekerasan HV atau VHN (*Vickers Hardness Number*), didefinisikan sebagai bebandibagi luas permukaan bekas penekanan

##### c. Pengujian Struktur Mikro

Struktur mikro adalah gambaran dari kumpulan fasa-fasa yang dapat diamati melalui teknik metalografi. Struktur mikro suatu logam dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop cahaya, Persiapan yang di lakukan sebelum mengamati *struktur mikro* adalah menempelkan material yang setelah dilakukan pengelasan ke gerinda putar, pengampelasan, pemolesan dan pengetsaan setelah dipilih bahan uji diratakan kedua permukaannya dengan mesin gerinda putar, dalam pendinginan harus selalu terjaga agar tidak timbul panas yang mempengaruhi struktur mikro. Bahan yang halus dan rata itu diberi autosol untuk membersihkan noda yang menempel pada bahan. Langkah terakhir sebelum dilihat struktur mikro adalah mencelupkan *specimen* kedalam larutan etsa dengan penjepit tahan karat dan permukaan menghadap keatas, kemudian *specimen* dicuci dikeringkan dan di lihat struktur mikronya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah pengamatan, pengukuran serta pengujian dilaksanakan terhadap masing-masing benda uji, pada pengelasan las listrik dengan variasi arus 110, 130, 150 A (ampere). Didapatkan data seperti yang akan di tampilkan bersamaan dengan analisa setiap pengujian dan pengamatan

**Uji Komposisi Material**

Spesimen uji yang digunakan adalah jenis ASTM36 dengan ketebalan 16 mm dengan data sebagai berikut :

Kandungan Unsur	Nilai (%)
C	0,181
Si	0,26
Mn	0,789
P	0,09
S	0,009

**Hasil Uji Kekuatan Tarik**

Perhitungan Uji Tarik untuk pengelasan SMAW dengan arus 110 A:

$$P_u : 699,1 \text{ KN} = 699100 \text{ N}$$

$$A_o : W \cdot T = 40 \text{ mm} \cdot 16 \text{ mm} = 640 \text{ mm}^2$$

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

$$\sigma_u = \frac{699100 \text{ N}}{640 \text{ mm}^2} = 1092,3 \text{ N/mm}^2$$

Perhitungan Uji Tarik untuk pengelasan SMAW dengan arus 130 A

$$P_u : 649,8 \text{ KN} = 649800 \text{ N}$$

$$\sigma_u = \frac{649800 \text{ N}}{640 \text{ mm}^2} = 1015,3 \text{ N/mm}^2$$

Perhitungan Uji Tarik untuk pengelasan SMAW dengan arus 150 A:

$$P_u : 540,3 \text{ KN} = 540300 \text{ N}$$

$$\sigma_u = \frac{540300 \text{ N}}{\text{mm}^2} = 844,2 \text{ N/mm}^2$$

Tabel 1. Hasil uji tarik (*Tensile Strength*) (a) arus 110 A (b) 130 A, dan (c) 150 A

No	Besaran dan Satuan	Arus 110 A			Rata-Rata
		110A	110B	110C	
1	Panjang awal (mm)	9	9	9	9
2	Tebal (mm)	16	16	16	16
3	Tegangan luluh ( $\sigma_N$ )	580	480	590	550
4	Tegangan tarik ( $\sigma_y$ )	1092,3	1055,9	1086,9	1078,4
5	Panjang akhir L (mm)	12,5	13,7	13,5	13,2
6	Beban maksimal (KN)	699,1	675,8	695,6	690,2
7	Pertambahan panjang ( $\Delta L$ )	3,5	4,7	4,5	4,2
8	Regangan teknik (%)	0,39	0,52	0,5	0,47

(a)

No	Besaran dan Satuan	Arus 130 A			Rata-Rata
		130A	130B	130C	
1	Panjang awal (mm)	9	9	9	9
2	Tebal (mm)	16	16	16	16
3	Tegangan luluh ( $\sigma_N$ )	450	475	510	478,3
4	Tegangan tarik ( $\sigma_y$ )	945,5	1015,3	955,5	972,1
5	Panjang akhir L (mm)	11,5	12,3	11,9	11,9
6	Beban maksimal (KN)	605,1	649,8	611,5	622,1
7	Pertambahan panjang ( $\Delta L$ )	2,5	3,3	2,9	2,9
8	Regangan teknik (%)	0,28	0,37	0,32	0,32

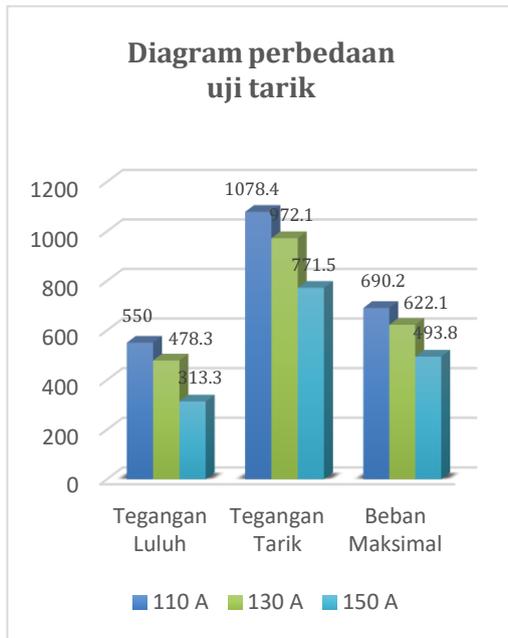
(b)

No	Besaran dan Satuan	Arus 150 A			Rata-Rata
		150A	150B	150C	
1	Panjang awal (mm)	9	9	9	9
2	Tebal (mm)	16	16	16	16
3	Tegangan luluh ( $\sigma_N$ )	280	260	400	313,3
4	Tegangan tarik ( $\sigma_y$ )	720,1	750,3	844,2	771,5
5	Panjang akhir L (mm)	11,3	11,4	11,2	11,3
6	Beban maksimal (KN)	460,9	480,2	540,3	493,8
7	Pertambahan panjang ( $\Delta L$ )	2,3	2,4	2,2	2,3
8	Regangan teknik (%)	0,25	0,27	0,24	0,25

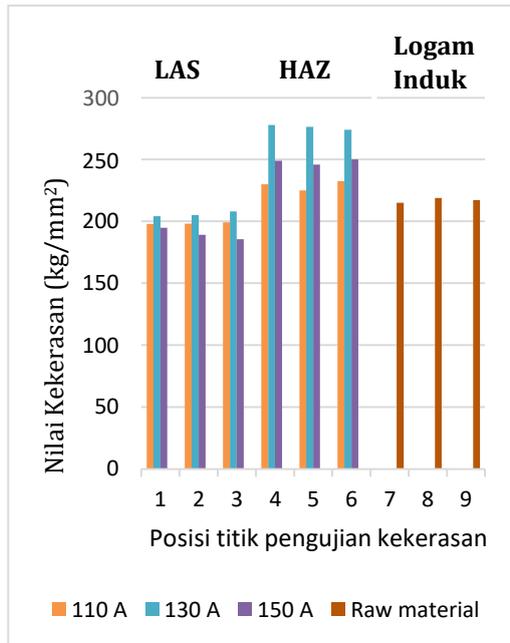
(c)

Tabel 2. Hasil uji kekerasan (*Hradness*) Vickers

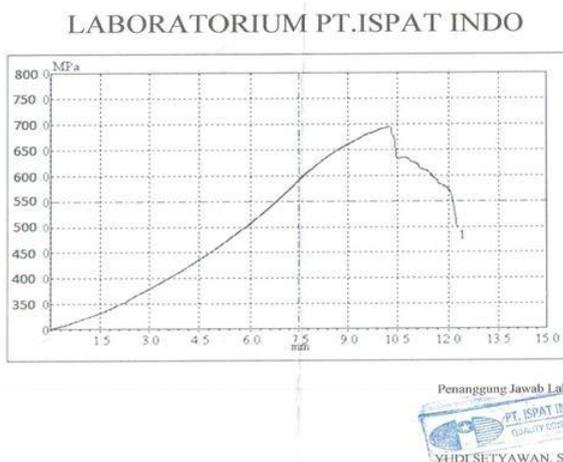
No	Arus (A)	Area	Titik	Result (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1	110	LAS	1	197,9	198,13
			2	198,2	
			3	199,4	
			4	230	
			5	225	
			6	232,5	
			7	215	
			8	219	
			9	217	
2	130	Logam Induk	1	204,3	217
			2	205,2	
			3	208,2	
			4	278	
			5	276,2	
			6	274,2	
			7	215	
			8	219	
			9	217	
3	150	LAS	1	195	189,93
			2	189,2	
			3	185,6	
			4	249	
			5	246	
			6	250,2	
			7	215	
			8	219	
			9	217	



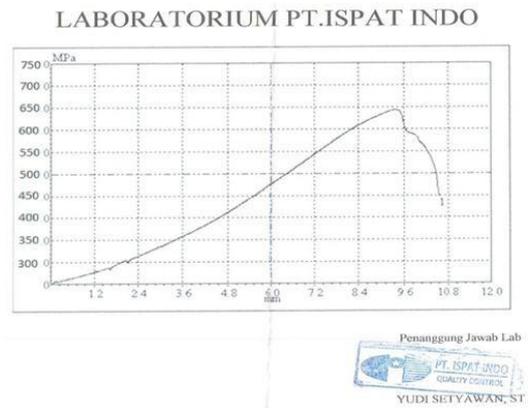
Gambar 1. Perbedaan hasil uji tarik



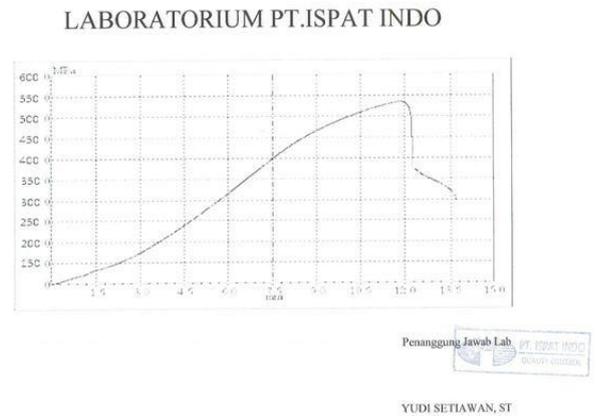
Gambar 2. Perbedaan hasil uji kekerasan



Gambar 3. Hasil uji tarik specimen 110A (110C)



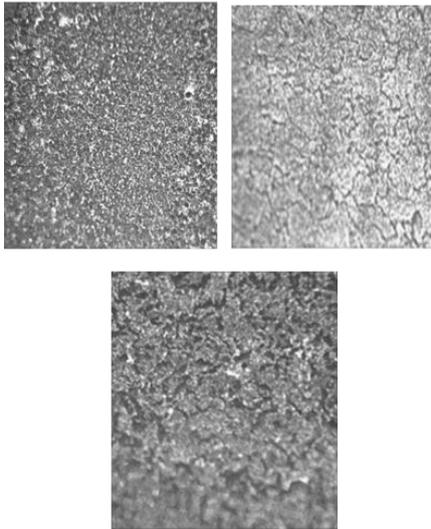
Gambar 4. Hasil uji tarik specimen 130A (130B)



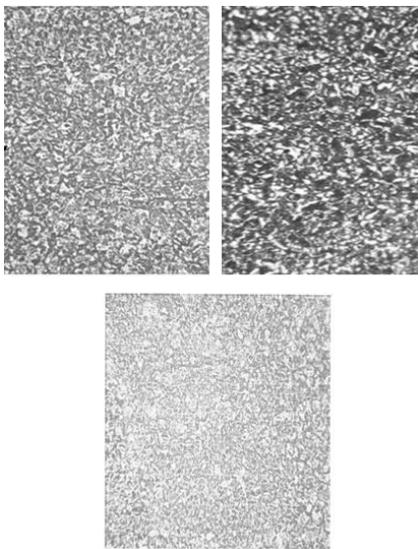
Gambar 5. Hasil uji tarik specimen 150A (150C)



Gambar 6. Specimen benda uji



Gambar 7. Mikro daerah las 110 A, 130 A dan 150A



Gambar 8. Mikro daerah HAZ 110 A, 130 A dan 150A

### PENUTUP

Dari percobaan yang telah dilakukan, kesimpulan yang didapat untuk material jenis baja ASTM36 bentuk plat dalam dua variasi arus pengelasan (110A, 1300A dan 150A) dengan las SMAW :

1. Data dari nilai rata-rata kekuatan tarik, tegangan luluh dan regangan untuk spesimen variasi arus 150 A dengan menggunakan kawat las E7018 mempunyai nilai yang paling rendah jika dibandingkan dengan kelompok lainnya yaitu sebesar 771,5 (N/mm<sup>2</sup>) untuk kekuatan tarik, dan mengalami penurunan sebesar 313,3 (N/mm<sup>2</sup>) untuk tegangan luluh, dari hal regangan pun mengalami penurunan lagi sebesar 0,25 %. Dari kelompok variasi arus 110 A yang memiliki nilai rata-rata untuk tegangan tarik sebesar 1078,4 (N/mm<sup>2</sup>), memiliki nilai rata-rata tegangan luluh sebesar 550 (N/mm<sup>2</sup>), dan memiliki nilai regangan 0,47 %, yang

dimana memiliki nilai paling tinggi diantara hasil uji specimen variasi arus, sedangkan untuk variasi arus yang terakhir yaitu variasi arus 130 A berada pada tengah-tengah dari variasi arus 110 A dan 150 A hasil tes uji Tarik dan memiliki nilai rata-rata sebesar untuk tegangan tarik memiliki nilai rata-rata sebesar 972,1 (N/mm<sup>2</sup>), nilai rata-rata pada tegangan luluh sebesar 478,3 (N/mm<sup>2</sup>), dan memiliki nilai regangan sebesar 0,32 %.

2. Data nilai kekerasan untuk specimen variasi arus yaitu yg memiliki nilai pada variasi arus 130 A pada daerah las yaitu 204,4 (kg/mm<sup>2</sup>), pada arus 110 A yaitu 198,13 (kg/mm<sup>2</sup>), dan pada arus 150 A yaitu 189,93 (kg/mm<sup>2</sup>), sehingga pada variasi arus 130 A memiliki nilai kekerasan paling tinggi.
3. Dari data dan hasil analisa pada specimen material tipe ASTM 36 SS 400 pada logam yg yang menggunakan variasi arus dilakukan pengamatan struktur mikro, terdapat struktur ferit dan perlit dengan didominasi oleh struktur perlit yang berwarna hitam dan gelap dibandingkan dengan struktur ferit yang didominasi warna putih atau terang.

### UCAPAN TERIMA KASIH

1. Bapak Rektor Universitas Maarif Hasyim Latif (UMAHA) Sidoarjo.
2. Bapak Moch. Choifin, ST.MT selaku Ketua Prodi Teknik Mesin UMAHA Sidoarjo
3. Bapak Mamik Fatkul H. ST selaku teman yang membantu penelitian ini
4. Bapak Dr. Dony perdana ST. MT Dosen Teknik Mesin UMAHA Sidoarjo
5. Semua pihak yang telah memberikan bantuan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

### DAFTAR PUSTAKA

- ASM. (1989). *Metallurgy and Microstructures*, ASM Handbook Committee. Ohio : Metal Park.
- Arifin, S. (1997). *Las Listrik dan Otogen*. Jakarta : Ghalia Indonesia
- Bintoro, A.G. (2005). *Dasar-Dasar Pekerjaan Las*. Yogyakarta : Kanisius
- Cary, H.B. (1994). *Modern Welding Technology*. New Jersey : A Simon & Schuster Company, Englewood Cliffs.
- Perdana, D. (2016). *Analisa Pengaruh Variasi Arus Pengelasan GTAW pada Material Plat SS 400 Disambung Dengan Material Plat SUS 304 Terhadap Sifat Mekanis*. Sidoarjo : Universitas Maarif Hasyim Latif.
- Prasetyo, H. (2006). *Kekuatan Tarik Dari Sambungan Las Baja Tahan Karat AISI 304 dengan Baja Karbon Rendah SS 400*.
- Santoso, T.B. (2011). *Pengaruh Arus Listrik Pengelasan terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Las SMAW dengan Elektroda E7016*.
- Setyo, R.P. (2013). *Pengaruh Kecepatan Pengelasan dan Jenis Elektroda Terhadap Kekuatan Tarik Hasil*

Pengelasan SMAW Baja ST60. Jurnal  
Teknik Mesin. Malang : Universitas  
Brawijaya.

Sonawan, H., & Suratman, R. (2004). *Pengantar  
Untuk Memahami Pengelasan Logam*.  
Bandung : Alfabeta

Suharto. (1991). *Teknologi Pengelasan Logam*.  
Jakarta : Rineka Cipta

Wirjosumarto, H. (2000). *Teknologi Pengelasan  
Logam*. Jakarta : Erlangga