

## **PENGARUH KECEPATAN ALIRAN GAS PELINDUNG PADA PROSES LAS MIG MATERIAL BAJA SS-540 TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO**

**Alfian Amin Tohari**

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: Alfiantohari16050754039@mhs.unesa.ac.id

**Yunus**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Mesin, Universitas Negeri Surabaya  
Email: Yunus@unesa.ac.id

### **Abstrak**

Dalam era industri yang semakin maju dan *modern* seperti saat ini tidak bisa terpisahkan dari proses penyambungan las karena memiliki bagian penting dalam konstruksi logam dan manufaktur. Pengelasan mempunyai keunggulan tersendiri dibandingkan sambungan lain karena sambungan las relatif lebih cepat dan kuat. Terdapat berbagai faktor penting yang mempengaruhi hasil lasan supaya mendapat hasil lasan yang baik, salah satunya adalah kecepatan aliran gas pelindung. Untuk mendapatkan kecepatan aliran gas pelindung yang tepat, maka perlu adanya penelitian yang dilakukan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mencari dampak perbedaan kecepatan aliran gas pelindung kepada nilai kekuatan tarik dan perubahan struktur mikro. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan memvariasikan kecepatan aliran gas pelindung pada pengelas *Metal Inert Gas* material baja SS-540 yang nantinya masing-masing variabel akan diuji tarik dan struktur mikro dengan tiga spesimen untuk masing-masing variabel. Spesimen yang sudah diuji tarik dan struktur mikro kemudian dianalisa dampak variabel bebas terhadap variabel terikat. Variabel bebas meliputi kecepatan aliran gas pelindung 10 liter/menit, 20 liter/menit, 30 liter/menit, dan 40 liter/menit. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan (1) Kecepatan aliran gas pelindung berpengaruh terhadap kekuatan tarik baja SS-540. Kecepatan aliran gas pelindung 40 liter/menit nilai kekuatan tarik rata-rata tertinggi sebesar 332,76 Mpa, sedangkan kecepatan aliran gas pelindung 10 liter/menit nilai kekuatan tarik rata-rata terkecil sebesar 302,11 Mpa. (2) Kecepatan aliran gas pelindung dapat mengubah struktur mikro hasil pengelasan dengan bentuk fasa perlit terbesar didapat pada variasi kecepatan aliran gas peindung 40 l/menit dan bentuk fasa perlit terkecil didapat pada variasi kecepatan aliran gas pelindung 10 l/menit.

**Kata Kunci:** Las MIG, Gas Pelindung, SS-540

### **Abstract**

*In an increasingly advanced and modern industrial world like this day it can't be separated from the welding connection since it have an significant part in metal construction and manufacturing. Welding has its own advantages over other joints because welded joints are relatively faster and stronger. There are various important factors that influence the result of the weld in order to get a good weld, one of them is the shielding gas flow rate. To get the right protective gas flow velocity, research must be done. This research aims to determine the effect of variations in the flow rate of protective gas on tensile strength and microstructure. This research used an experimental method by varying the flow velocity of the shielding gas in the Metal Inert Gas welder, SS-540 steel material, where each variable would be tested for tensile and microstructure with three specimens for each variable. The specimens that have been tested for tensile and microstructure are then analyzed for the effect of the independent variables on the dependent variable. The independent variables include the shielding gas flow rates of 10 liter/ minute, 20 liter/ minute, 30 liter/ minute, and 40 liter/ minute. Based from this research, can be conclusion (1) Speed of shielding gas flow has an effect on the tensile strength of SS-540 steel. The flow rate of shielding gas was 40 liter/ minute with the highest averange tensile strength of 332.76 Mpa, while the flow rate of the shielding gas was 10 liter/ minute with the smallest average tensile strength of 302.11 Mpa. (2) The flow rate of the protective gas can change the microstructure of the welding results with the largest form of pearlite phase obtained at the variation of the shielding gas flow rate of 40 l/ minute and the smallest form of pearlite phase obtained at the variation of the flow rate of the shielding gas 10 l/ minute.*

**Keywords:** MIG Welding, Flow Rate, SS-540

## PENDAHULUAN

Dalam dunia industri yang mengalami perkembangan sangat cepat dan *modern* seperti saat ini tidak bisa diabaikan dengan proses sambungan las karena memiliki satu kontribusi vital dalam konstruksi baja dan manufaktur. Pengelasan pada saat ini banyak sekali digunakan, karena sambungan las memiliki kelebihan relatif lebih cepat dan kuat. Cakupan penerapan sambungan las dalam manufaktur sangat banyak diantaranya kapal laut, konstruksi, otomotif, perpipaan, dan industri kereta api (Wirjosumarto, 2000). Sambungan las yang sering dipakai adalah pengelasan SMAW dan GMAW. Terdapat 4 jenis elektoda yaitu elektroda terbungkus, elektroda gas TIG dan MIG, elektroda tanpa gas, elektroda rendam (Heri Sunaryo, 2008).

Las *Metal Inert Gas* (MIG) menggunakan *inert gas* yang berfungsi melindungi elektroda dan lelehan kawat elektroda dari tercampurnya udara luar. Las MIG cocok untuk pengelasan pelat baja tipis maupun tebal, memiliki hasil pengelasan yang lebih baik, tidak adanya kerak maupun *flux* pada hasil pengelasan mempercepat proses pengelasan, sehingga kerap digunakan pada konstruksi bangunan, industri kapal, dan kereta api, pada penelitian kali ini penulis menitik beratkan penelitian pada pengelasan bogie kereta api. Terdapat berbagai faktor penting yang mempengaruhi hasil lasan supaya mendapat hasil lasan yang baik, kecepatan aliran gas pelindung merupakan salah satunya.

Jenis gas pelindung yang digunakan pengelasan MIG memiliki banyak jenis tergantung jenis material yang akan dilas, dalam penelitian ini penulis memilih gas karbon dioksida untuk gas pelindung karena jenis gas karbon dioksida cocok digunakan untuk pengelasan material baja karbon rendah SS-540, selain itu gas karbon dioksida merupakan jenis gas yang harganya murah menjadikannya sering digunakan. Cacat porositas dapat terjadi karena logam cair lasan tidak terlindungi dengan baik, struktur mikro mengalami perubahan, sifat mekanik logam las juga mengalami perubahan (Zainol, 2008).

Pada industri pengelasan kereta api ditemui penggunaan udara luar sebagai media pendinginan yang merupakan pendinginan lambat, khususnya pada pengelasan bagian bogie yang menggunakan baja karbon rendah sebagai komponen utama pengelasan. Pendinginan menggunakan media air tidak dapat digunakan untuk pengelasan baja karbon rendah khususnya jenis baja SS-540 yang merupakan material utama bogie kereta, karena dapat menyebabkan tegangan dalam, patahan, dan getas pada hasil pengelasan.

Baja karbon rendah digunakan dalam pembuatan kereta api karena memiliki sifat mampu las yang baik dan relatif mudah pembentukannya, terutama untuk membuat

komponen gerbong kereta salah satunya bogie. Saat ini masih sangat jarang hasil penelitian yang berkaitan dengan kecepatan aliran gas pelindung pada las MIG dengan perubahan struktur mikro dan kekuatan tarik sebagai variabel terikat yang membuat penelitian ini tergolong baru.

Tujuan utama penelitian ini supaya perubahan struktur mikro dan kekuatan tarik baja SS-540 yang dilakukan pengelasan *Metal Inert Gas* dengan variasi kecepatan aliran gas pelindung sebesar 10 l/menit, 20 l/menit, 30 l/menit, dan 40 l/menit diketahui.

## METODE

Metode eksperimental digunakan untuk melakukan penelitian ini. “metode penelitian yang dipakai untuk mengetahui dampak suatu perlakuan tertentu atas yang lainnya dengan keadaan yang terkontrol” (Sugiyono, 2011). Pada penelitian ini hasil pengelasan benda kerja nantinya akan dapat dilihat nilai kekuatan tarik dan perubahan struktur mikro yang terjadi. Guna memperoleh hasil nilai yang lebih akurat, setiap benda harus dilakukan uji tarik dan uji struktur mikro berdasarkan variasi besar volume gas pelindung.

### Tempat dan Waktu Penelitian

- **Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di selatan runag laboratorium pengelasan A8 Universitas Negeri Surabaya, untuk proses pengelasan dilakukan di bengkel las Politeknik Negeri Malang dan untuk pengujian dilakukan di laboratorium Politeknik Negeri Malang.

- **Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus hingga November 2020.

### Variabel Penelitian

Terdapat 3 jenis variabel yang diterapkan pada penelitian ini sebagai berikut:

- **Variabel Bebas**

Variabel bebas (*independen*) pada penelitian ini merupakan kecepatan aliran gas pelindung 10 l/menit, 20 l/menit, 30 l/menit dan 40 l/menit.

- **Variabel Terikat**

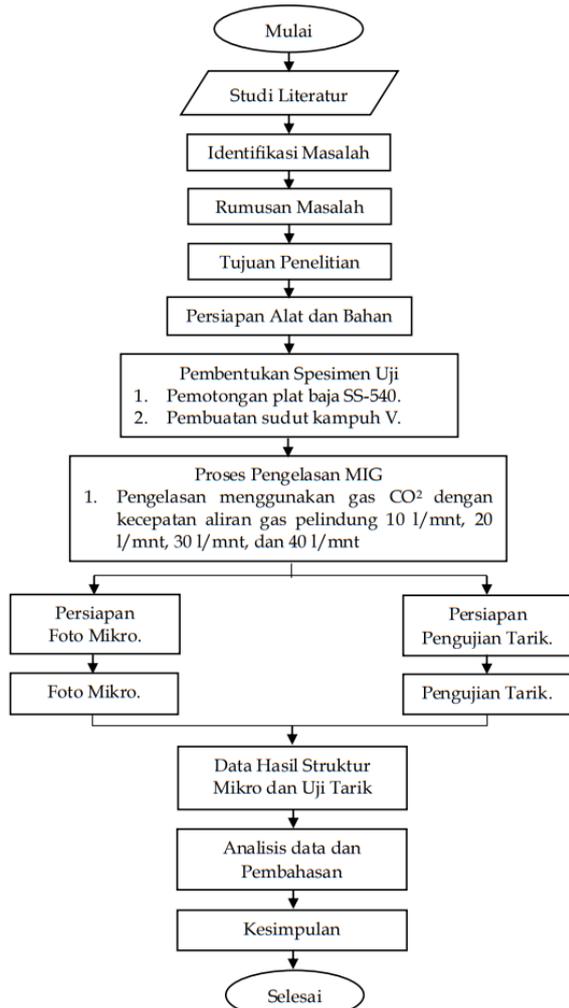
Variabel terikat (*dependen*) pada penelitian ini merupakan perubahan struktur mikro dan besar kekuatan tarik baja SS-540.

- **Variabel Kontrol**

Variabel kontrol pada penelitian ini merupakan pengelasan MIG, material baja SS-540, elektroda ER50S6, gas pelindung CO<sub>2</sub>, media pendingin udara, jenis kampuh V

### Rancangan Penelitian

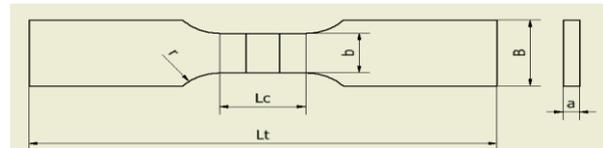
Penelitian ini dilakukan berdasarkan *flowchart* dibawah:



Gambar 1. *Flowchart* penelitian

### Pembuatan Spesimen

- Penandaan pada permukaan material menggunakan penitik dan penggores dengan ukuran 200 mm x 35 mm.
- Melakukan pemotongan dengan mesin las potong sepanjang garis yang telah ditentukan.
- Membuat sketsa material yang diuji berdasarkan standart BKI (DIN 50120) menggunakan penitik dan penggores.
- Meratakan permukaan hasil pemotongan menggunakan mesin frais sesuai sketsa.
- Membuat radius pada spesimen sesuai standart menggunakan mesin gerinda.
- Melakukan pemotongan pada tengah spesimen menggunakan mesin gerinda potong.
- Membuat kampuh V pada masing-masing spesimen yang sudah dipotong menggunakan mesin frais.



Gambar 2. Standart BKI DIN 50120

Tabel 1. Ukuran Standart BKI DIN 50120

Dimensi	Panjang (mm)
a : <i>Specimen thicknes</i>	5
b : <i>Spesimen width</i>	15
Lc : <i>Gauge length</i>	24
B : <i>Head width</i>	25
Lt : <i>Total length</i>	200
R : <i>Radius</i>	35

### Tahapan Pengelasan Spesimen Uji

- Mempersiapkan las MIG.
- Menyiapkan spesimen pada meja kerja.
- Mempersiapkan elektroda dalam penelitian ini menggunakan elektroda jenis ER70S6.
- Memasang *holder* las MIG agar laju pengelasan stabil.
- Mengatur ampere meter mesin las sebesar 180A.
- Mengatur kecepatan wire atau kawat las.
- Mengatur tekanan gas CO<sub>2</sub> yang keluar pada regulator.
- Menyalakan mesin las dan pengelasan siap dijalankan.
- Melakukan proses pengelasan.
- Mendinginkan spesimen dengan udara terbuka.

### Pengujian Tarik

Pengujian tarik diterapkan guna mendapat nilai kekuatan tarik (*tensile strength*) maksimum suatu material, pengujian tarik dilakukan dengan memberi gaya tarik kedua sisi spesimen, pemberian beban tarik dibebankan senilai P. Dalam penelitian kali ini penulis menggunakan material baja SS-540. Kekuatan tarik dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

Diamana:

$\sigma$  = Tegangan (kg/mm<sup>2</sup>)

F =Beban (kg)

A<sub>0</sub> =Luas Penampang (mm<sup>2</sup>)

### Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan untuk mengetahui perubahan fasa wilayah *Heat Affected Zone* (HAZ) pengelasan, pengamatan perubahan struktur mikro dapat dilakukan memakai mikroskop optic melalui

pengamatan 500x hingga 1500x untuk material baja. Struktur mikro dari baja dapat berubah dengan perubahan panas ataupun dengan proses pembuatan serta perbedaan perlakuan variasi pada setiap variabel pengelasan yang diuji (Widhartha, 2007).

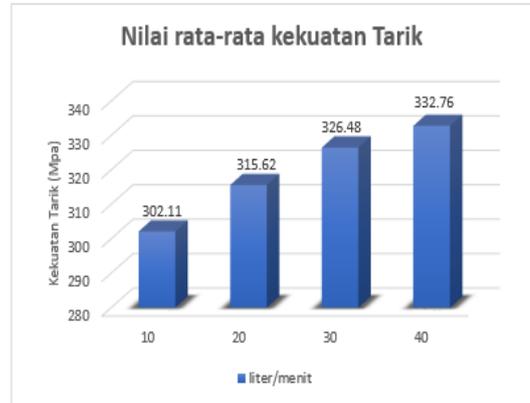
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Hasil Pengujian Tarik

Variabel (l/menit)	Sampel	Beban tarik maks (kg)	Nilai kekuatan tarik (Mpa)
10	1	2340.2	305.78
	2	2307.2	301.47
	3	2288.8	299.06
	Rata-rata		302.11
20	1	2413.4	315.35
	2	2431.2	317.67
	3	2401.8	313.83
	Rata-rata		315.62
30	1	2517.4	328.94
	2	2475.2	323.42
	3	2503.2	327.08
	Rata-rata		326.48
40	1	2551.6	333.40
	2	2524	329.80
	3	2564.4	335.08
	Rata-rata		332.76
Baja SS-540	1	2726,20	356,24

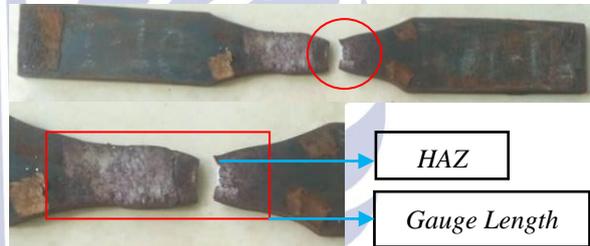
Pengujian tarik dilakukan sebanyak 3 kali pada masing-masing variabel kecepatan aliran gas pelindung, sehingga perhitungan kekuatan tarik dilakukan sebanyak tiga kali. Berdasarkan diagram diatas dapat dilakukan analisa nilai besaran rata-rata kekuatan tarik setiap variabel dari masing-masing variasi kecepatan aliran gas pelindung pengelasan MIG baja SS-540 memiliki hasil kekuatan tarik yang berbeda, dimana variasi kecepatan aliran gas pelindung 10 l/menit pengelasan MIG baja SS-540 sebesar 302,11 Mpa, kecepatan aliran gas pelindung 20 l/menit pengelasan MIG baja SS-540 sebesar 315,62 Mpa, kecepatan aliran gas pelindung 30 l/menit pengelasan MIG baja SS-540 sebesar 326,48 Mpa, kecepatan aliran gas pelindung 40 l/menit pengelasan MIG baja SS-540 sebesar 332,72 Mpa.

### Analisa Pengaruh kecepatan aliran gas pelindung

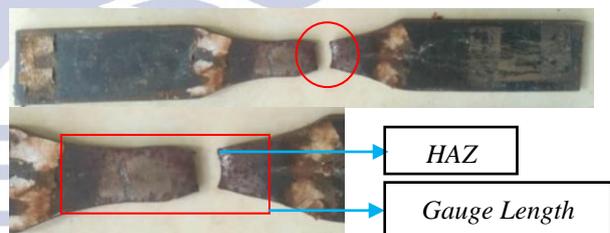


Gambar 3. Diagram Nilai Kekuatan Tarik

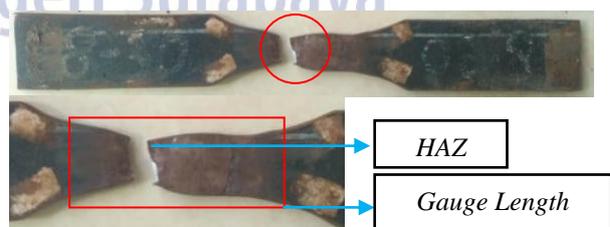
Berdasarkan Gambar 3 nilai rata-rata kekuatan tarik tertinggi didapatkan pada tiap-tiap besar aliran gas pelindung 40 l/menit memperoleh hasil 332,72 Mpa, sedangkan nilai rata-rata kekuatan tarik terendah didapatkan pada variasi kecepatan aliran gas pelindung 10 l/menit. Untuk mengetahui titik putus pengujian tarik dapat dilihat pada foto spesimen dibawah:



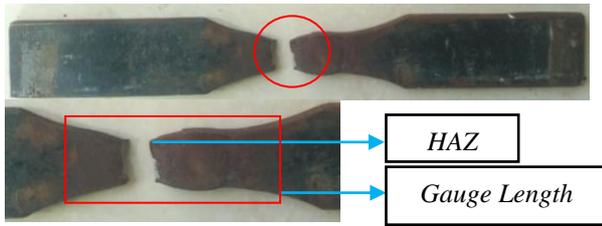
Gambar 4. Spesimen Uji Tarik 10 l/menit



Gambar 5. Spesimen Uji Tarik 20 l/menit



Gambar 6. Spesimen Uji Tarik 30 l/menit



Gambar 7. Spesimen Uji Tarik 40 l/menit

### Struktur Mikro

Untuk mengetahui perubahan fasa struktur mikro pada daerah HAZ tiap-tiap variasi kecepatan aliran gas pelindung dilakukan pengamatan menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran 1500x. Struktur mikro ferit memiliki karakteristik tampak putih sebaliknya perlit tampak kehitaman (Vlack, 1985). Semakin besar kecepatan aliran gas pelindung sehingga hasil panas yang dihasilkan menjadi tinggi, Suhu yang bertambah tinggi berpengaruh pada pembentukan perlit (Salahuddin, 2011). Untuk lebih jelas perubahan struktur mikro dapat diamati berdasarkan foto struktur mikro dibawah:



Gambar 8. Struktur Mikro 10 l/menit

Pada gambar 8 tampak mikro struktur HAZ pengelasan besar aliran gas pelindung 10 liter/menit tampak butiran ferit berwarna putih atau terang sangat dominan yang terwujud pada fase perlakuan pendinginan yang lama pada *austenite hipoeutectoid* (komposisi baja karbon kurang dari 0,8%) memiliki sifat ulet (Suratman, 1994). Terlihat butiran perlit yang samar-samar dari hasil tingginya efek panas yang dihasilkan dari hasil las kecepatan aliran gas pelindung 10 l/menit (Salahuddin, 2011).



Gambar 9. Struktur Mikro 20 l/menit

Pada gambar 9 tampak mikro struktur HAZ pengelasan besar aliran gas pelindung 20 liter/menit tampak butiran ferit berwarna putih atau terang lebih

domain dibandingkan perlit berwarna kelabu atau gelap terwujud dari fase perlakuan pendinginan yang lama pada *austenite hipoeutectoid*. Terlihat butiran perlit yang mulai tampak dari hasil tingginya efek panas yang dihasilkan dari hasil las kecepatan aliran gas pelindung 20 l/menit.



Gambar 10. Struktur Mikro 30 l/menit

Pada gambar 10 tampak mikro struktur HAZ pengelasan besar aliran gas pelindung 30 liter/menit tampak butiran ferit berwarna putih atau terang sedikit lebih dominan dari perlit berwarna kelabu atau gelap yang terwujud dari fase perlakuan pendinginan yang lama pada *austenite hipoeutectoid* memiliki sifat ulet. Terlihat butiran perlit yang mulai terlihat jelas dari hasil tingginya efek panas yang dihasilkan dari hasil las kecepatan aliran gas pelindung 30 l/menit.



Gambar 11. Struktur Mikro 40 l/menit

Pada gambar 11 hasil struktur mikro HAZ pengelasan kecepatan aliran gas pelindung 40 l/menit tampak butiran perlit berwarna kelabu atau gelap sudah terlihat jelas, fasa perlit terbentuk akibat pendinginan lambat atau pendinginan dengan suhu ruang yang bersifat getas karena banyak mengandung unsur C, berkontribusi mengurangi keuletan sambungan las (Harsono, 2000). Terlihat butiran perlit yang terlihat jelas dari hasil tingginya efek panas yang dihasilkan dari hasil las kecepatan aliran gas pelindung 30 l/menit (Salahuddin, 2011).

### PENUTUP

#### Simpulan

Berlandaskan penelitian dari hasil pengujian yang telah diselesaikan beserta analisa data dan melakukan pengkajian pengaruh kecepatan aliran gas pelindung terhadap kekuatan tarik dan perubahan struktur mikro baja

SS-540, sehingga dapat menyimpulkan sebagaimana berikut:

- Proses pengelasan MIG dengan menggunakan variasi kecepatan aliran gas pelindung berpengaruh terhadap kekuatan tarik. Dimana kekuatan tarik rata-rata terbesar dihasilkan dari variasi kecepatan aliran gas pelindung 40 l/menit dengan hasil 332,76 Mpa. Sedangkan hasil kekuatan tarik rata-rata terendah dihasilkan dari variasi kecepatan aliran gas pelindung 10 l/menit. Kecepatan aliran gas pelindung 10 l/menit mempunyai kekuatan tarik paling rendah yaitu sebesar 302,11 Mpa
- Proses las MIG dengan variasi kecepatan aliran gas pelindung dapat mengubah struktur mikro hasil pengelasan dengan bentuk fasa perlit terbesar didapat pada variasi kecepatan aliran gas peindung 40 l/menit dan bentuk fasa perlit terkecil didapat pada variasi kecepatan aliran gas pelindung 10 l/menit.

#### Saran

Sehubungan mengenai penelitian yang membahas proses pengelasan MIG dengan variasi kecepatan aliran gas pelindung penulis memberikan saran yaitu:

- Perlu dilakukan penelitian dengan jumlah spesimen yang lebih banyak pada setiap variabel untuk mendapatkan perbedaan nilai kekuatan tarik yang lebih akurat.
- Perlu dilakukan penelitian dengan besar nilai variabel kontrol dengan selisih perbedaan nilai lebih kecil antar variabel agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Soeryanto, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin di Universitas Negeri Surabaya, Priyo Heru Adiwibowo, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin di Jurusan Teknik Mesin Universitas Surabaya, Dr. Yunus, M.Pd. selaku dosen pembimbing, Arya Mahendra Sakti, S.T., M.T. selaku dosen penguji 1, Novi Sukma Drastiawati, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji 2, kedua orangtua yang telah mendukung secara moril maupun finansial, kawan-kawan Teknik Mesin kelas B angkatan 2016 atas waktu 4,5 tahun selama masa kuliah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Harsono Wiryosumarto, Toshie Okumura. 2008. Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta.
- Heri Sunaryo. 2008. Teknik Pengelasan Kapal. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.

Salahuddin Junus. 2011. Pengaruh Aliran Gas Terhadap Cacat Porositas dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan MIG pada Paduan Alumunium 5083. Universitas Jember. Jember.

Sri Widharto. 2007. Menuju Juru Las Tingkat Dunia. Pradya Paramitha. Jakarta.

Sugiyono. 2011. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta. Bandung.

Van Vlack, L. H. 1985. *Element of Material Science and Engineering*. Erlangga. Jakarta

Zainol, Paper. 2008. Pengauh Kemurnian Gas Pelindung pada Pengelasan Alumunium 5083 terhadap Kualitas Hasil Pengelasan dan Struktur Mikro.

