



UNIVERSITAS DIPONEGORO

JUDUL

**“MODIFIKASI LAS GTAW SEMI OTOMATIS DENGAN
PENAMBAHAN *FEEDER* LAS GMAW”**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

RIZKY DIMAS SAPUTRA

21050115060024

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2018

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Rizky Dimas Saputra

NIM : 21050115060024

Tanda Tangan :

Tanggal :

SURAT TUGAS



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO

TUGAS PROYEK AKHIR

No. 136 : / X / TA / DIII TM / 2018

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut :

No.	NAMA	NIM	PEMBIMBING
1	Dianes Widodo	21050115060002	Alaya F.H.M, ST, M.Eng NIP 198509272012121002
2	Rizky Dimas Saputra	21050115060024	
3	Efendi Setiawan	21050115060047	
4	Rizki Saputra Utama	21050115060052	

Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Mesin Las GTAW dengan Feeder Otomatis
memanfaatkan Komponen Mesin Las GMAW


Dosen Pembimbing : Alaya F.H.M, ST, M.Eng
NIP. : 198509272012121002

Isi Tugas :

1. Design alat
2. Perhitungan konstruksi
3. Fabrikasi alat
4. Uji coba alat
5. Pembuatan laporan

Proposal TA harus disetujui Dosen Pembimbing dan diserahkan Program Studi paling lambat 2 bulan setelah Surat Tugas ini diterima. Tugas Akhir harus diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak Proposal TA disetujui Dosen Pembimbing, serta diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 30 JAN. 2018
Ketua PSD III Teknik Mesin


Bambang Setyoko, ST, M.Eng
NIP. 196809011998021001
30/1/2018.

Surat Tugas dicetak 3 lbr utk :

1. Dosen Pembimbing TA
2. Mahasiswa ybs.

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

Dengan ini menerangkan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul :
“Modifikasi las GTAW dengan penambahan *Feeder* Las GMAW” yang telah
disusun oleh :

Nama : Rizky Dimas Saputra
NIM : 21050115060024
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro

Telah disetujui dan disahkan di Semarang pada :

Hari :

Tanggal :

Semarang, 2018

Ketua PSD III Teknik Mesin

Dosen Pembimbing

SV Universitas Diponegoro

Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes

Alaya Fadlu H M, ST, M.Eng

NIP. 19620421 198603 1 002

NIP 198509272012121002

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Rizky Dimas Saputra

NIM : 21050115060047

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : “Modifikasi Las GTAW Semi Otomastis dengan penambahan Feeder Las GMAW”

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Ttd.

Pembimbing : Alaya Fadlu H M, ST, M.Eng (.....)

Penguji 1 : Ir. Murni, MT (.....)

Penguji 2 : Drs. Sutrisno, MT (.....)

Semarang,2018

Ketua PSD III Teknik Mesin

SV Universitas Diponegoro

Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes

NIP. 19620421 198603 1 002

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Rizky Dimas Saputra
NIM : 21050115060024
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Fakultas : Sekolah Vokasi
JenisKarya : Tugas Akhir

Demi Pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Non eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya saya yang berjudul :

***“Modifikasi Las GTAW Semi Otomatis dengan penambahan Feeder Las
GMAW”***

Dengan Hak Bebas Royalty / Non eksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihkan media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat : Semarang

Pada Tanggal:13 Agustus 2018

Yang menyatakan,

Rizky Dimas Saputra

HALAMAN MOTTO

“Orang-orang besar tidak mencapai kebesaran mereka karena keberuntungan, namun karena kesempatan yang diberikan kepada mereka, dan yang mereka bentuk sesuai keinginan mereka.”

-Niccolo Machiavelli

“Orang berilmu dan beradab tidak akan diam di kampung halaman, tinggalkan negerimu dan merantaulah ke negeri orang. Merantaulah, kau akan dapatkan pengganti dari kerabat dan kawan. Berlelah-lelahlah, manisnya hidup terasa setelah lelah berjuang.”

-Imam Asy-Syafii’

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul Modifikasi Las GTAW Semi Otomatis dengan penambahan Feeder Las GMAW dengan baik.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis mendapat banyak saran, bimbingan, dan bantuan dari pihak pembimbing, pemateri, maupun teknisi, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesempatan dan kelancaran dalam menyelesaikan Laporan Praktik Kerja Lapangan dengan baik.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si, selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
3. Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes, selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Alaya Fadlu HM, ST, M.Eng, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
5. Bapak Drs. Sutrisno, MT, selaku dosen wali penulis.
6. Seluruh Dosen dan Teknisi yang telah memberikan ilmu selama masa perkuliahan.
7. Orang tua dan keluarga besar penulis atas kasih sayang, perhatian, doa yang selalu menyertai, dan dukungan yang selalu diberikan selama ini.

8. Teman-teman angkatan 2015 Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini.
9. Serta semua pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan penulis satu per satu yang telah membantu selama pelaksanaan tugas akhir.

Dalam penulisan Laporan Praktik Kerja Lapangan ini penulis menyadari masih jauh dari kata sempurna, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Semarang, Agustus2018

Penulis

MODIFIKASI LAS GTAW SEMI OTOMATIS DENGAN PENAMBAHAN FEEDER LAS GMAW

Pengelasan merupakan salah satu bagian terpenting dalam industri manufaktur. Penggunaan jenis sambungan las akan menambah efisiensi waktu maupun ekonomi. Proses pengelasan membutuhkan kemampuan operator yang baik untuk mendapat hasil las yang baik. Modifikasi las GTAW semi otomatis dengan penambahan feeder las GMAW ini merupakan usaha mempermudah proses pengelasan GTAW yang memiliki kualitas hasil las yang sangat baik, dengan menambahkan kawat pengumpan secara semi otomatis. Proses modifikasi dilakukan dengan metode reverse engineering dengan melakukan pengadaan alat pengumpan terlebih dahulu kemudian dilakukan perhitungan torsi dan daya yang dibutuhkan dan tersedia. Setelah diketahui alat yang ada memenuhi untuk dapat mengumpankan kawat pengumpan, kemudian dilakukan modifikasi pada dudukan torch untuk menempatkan torch yang digunakan untuk mengumpan kawat yang dapat dilakukan pengaturan sudut untuk dapat mengumpan kawat menuju torch pembakar las GTAW. Setelah proses modifikasi, mesin las diuji menggunakan plat setebal 1,5 mm dengan beberapa variasi, yaitu besar kuat arus pengelasan, jarak tungsten terhadap benda kerja las, kecepatan pengelasan dan putaran flasher pengumpan kawat. Benda kerja hasil lasan kemudian dianalisis menggunakan uji visual. Hasil las terbaik didapatkan dengan variasi kuat arus sebesar 60 A, jarak tungsten ke benda kerja sebesar 0,5 mm, kecepatan pengelasan sebesar 0,5 mm/s dan kecepatan feeder sebesar 2,4 m/menit.

Kata kunci: GTAW, GMAW, Modifikasi, Uji Visual, Feeder, Reverse Engineering

SEMI AUTOMATIC GTAW MODIFICATION WITH THE ADDITION OF GMAW FEEDER

Welding process is one of the most important in manufacturing industry. Weld joint wearing will bring some economy and time efficiency. Welding process needs operator with excellent capabilities for a good welding results. This semi automatic GTAW modification with the addition of GMAW feeder is an effort to make it easy for a very good results of GTAW. Modification is done by reverse engineering methods, starts with procurement of tools and then calculating available and needed torque and power. After the tools is known to be able to feed the wire, then make modification on torch stand to put the torch and make it able to feed the wire into the GTAW torch. After modification, this machine is tested with a 1,5 mm plate thickness with some variety, that is welding currents, tungsten distance with welding plate, welding speed, and flasher feeder wrench. Welding results then analyze by visual inspection. The best results is getting by the variation of 60 A welding currents, 0,5 mm distance of tungsten and welding plate, 0,5 mm/s welding speed and 2,4 m/minutes speed of feeder.

Keywords: GTAW, GMAW, Modification, Visual Inspection, Feeder, Reverse Engineering

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
SURAT TUGAS	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
LAPORAN TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
HALAMAN MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
MODIFIKASI LAS GTAW SEMI OTOMATIS DENGAN PENAMBAHAN FEEDER LAS GMAW	x
SEMI AUTOMATIC GTAW MODIFICATION WITH THE ADDITION OF GMAW FEEDER.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR NOTASI	xvii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Tugas Akhir	2
1.5 Manfaat Tugas Akhir	3
1.6 Sistematika Penulisan Laporan.....	3
BAB II	5
DASAR TEORI	5

2.1 Pengertian Las.....	5
2.2 Klasifikasi Cara Pengelasan	6
2.3 Jenis-Jenis Pengelasan.....	7
2.4 Las <i>Gas Tungsten Arc Welding</i> (GTAW) / <i>Tungsten Inert Gas</i> (TIG).....	11
2.5 Las <i>Gas Metal Arc Welding</i> (GMAW) / <i>Metal Inert Gas</i> (MIG).....	21
2.6 Daya Motor.....	25
BAB III	26
MODIFIKASI LAS GTAW SEMI OTOMATIS DENGAN PENAMBAHAN <i>FEEDER</i> LAS GMAW	26
3.1 Diagram Alir Modifikasi Mesin Las GTAW dengan menambahkan <i>Feeder</i> Las GMAW.....	26
3.2 Sebelum Modifikasi Mesin Las GTAW Semi Otomatis dengan penambahan Feeder Mesin Las GMAW	27
3.3 Desain Modifikasi Mesin Las GTAW Semi Otomatis dengan penambahan <i>Feeder</i> Mesin Las GMAW	29
3.3 Perencanaan dan Perhitungan Komponen	37
3.4 Fabrikasi	41
3.5 Proses Perakitan	43
BAB IV	48
PENGARUH VARIASI KECEPATAN LINIER TERHADAP KUALITAS HASIL LAS SECARA VISUAL	48
4.1 Tahap-Tahap Mengaktifkan dan Menonaktifkan Mesin Las Modifikasi..	48
4.2 Pengujian Dengan Cara Tak Merusak/NDT.....	49
4.3 Hasil Percobaan	50
BAB V	54
PENUTUP	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Cara Pengelasan.....	7
Gambar 2.2 Las MIG (<i>Metal Inert Gas</i>).....	11
Gambar 2.3 Proses Pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)	12
Gambar 2.4 Skema Las TIG.....	13
Gambar 2.5 <i>Torch</i> TIG	15
Gambar 2.6 Mesin Las <i>Alternating Current/Direct Current</i>	16
Gambar 2.7 Tabung Gas Lindung, Regulator Gas Lindung dan <i>Flowmeter</i>	17
Gambar 2.8 Kabel Elektroda Selang Gas.....	17
Gambar 2.9 Pemegang Elektroda (<i>Electrode Holder</i>)/ <i>Collet</i>	18
Gambar 2.10 <i>Nozzle</i>	19
Gambar 2.11 Elektroda <i>Tungsten</i>	20
Gambar 2.12 Proses Pengelasan las MIG (<i>Metal Inert Gas</i>).....	22
Gambar 2.13 Gambar <i>Feeder</i> Las GMAW.....	24
Gambar 2.14 Gambar Selang Las GMAW	24
Gambar 2.15 Gambar <i>Torch</i>	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Modifikasi Mesin Las GTAW dengan menambahkan Feeder Las GMAW.....	26
Gambar 3.2 Sebelum modifikasi	27
Gambar 3.3 Desain sesudah modifikasi.....	29
Gambar 3.4 <i>Power Supply 24 V</i>	31
Gambar 3.5 Dudukan Plat.....	32
Gambar 3.6 Mesin Las TIG Lakoni.....	33
Gambar 3.7 Benda Las.....	34
Gambar 3.8 <i>Digital Control Power Supply Direct Current 5 A</i>	34
Gambar 3.9 <i>Flasher</i>	35
Gambar 3.10 Mekanisme <i>Roller Feeder</i>	36
Gambar 3.10 Desain Bracket Torch (a) Sebelum (b) sesudah modifikasi.....	42
Gambar 3.11 Desain Panel Informasi	43

Gambar 3.12 Pemasangan <i>Torch</i> MIG ke <i>Bracket Torch</i>	44
Gambar 3.13 Pemasangan Selang <i>Torch</i> ke <i>Feeder</i>	44
Gambar 3.14 Pemasangan <i>power supply</i> dan saklar pada panel kontrol.....	45
Gambar 3.15 Skema kelistrikan	45
Gambar 3.16 Pemasangan Plat Pada Dudukan Plat	46
Gambar 3.17 Regulator dan Flowmeter Gas Argon.....	46
Gambar 3.18 Hasil Perakitan	47
Gambar 4.1 Hasil Pengelasan pada variasi 1	51
Gambar 4.2 Hasil Pengelasan pada variasi 2	52
Gambar 4.3 Hasil Pengelasan pada variasi 3	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Elektroda Tungsten	21
Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin Las TIG	33
Tabel 4.1 Hasil pengujian kualitas pengelasan berdasarkan variasi kecepatan <i>feeder</i>	51

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
P	Daya	Watt
T	Torsi	Nm
N	Putaran Poros	rpm
F	Gaya	N
T_1	Torsi yang dibutuhkan	Nm
T_2	Torsi yang tersedia	Nm
μ	Koefisien Gaya Gesek	
T_{2a}	Torsi motor Aktual	Nm
m	Beban untuk mengeluarkan kawat dari <i>Feeder</i>	kg
g	Percepatan gravitasi	m/s^2
r	jarak benda kepusat rotasi	m
I	Kuat Arus	Ampere
V	Tegangan Motor	Volt
$\cos \varphi$	power factor	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses pengelasan sangat penting untuk hampir setiap produk manufaktur. Bagaimanapun, proses ini sering muncul untuk mengonsumsi sebagian besar biaya dalam produksi dan menciptakan lebih banyak kesulitan produksi daripada yang diharapkan. (ASM INTERNATIONAL, 1993)

Dalam proses pengelasan manual, keterampilan dari juru las sangat memengaruhi kualitas hasil las. Las *Gas Tungsten Arc Welding / Tungsten Inert Gas* (TIG) adalah salah satu jenis las yang memiliki kualitas hasil las yang bermutu tinggi dan peralatan yang relatif murah.

Dengan telah adanya usaha semi-otomatisasi TIG pada tugas akhir di tahun sebelumnya, namun belum ada mekanisme untuk pengumpan kawat las. Maka untuk mendapatkan kualitas hasil las yang lebih baik, kami memanfaatkan alat pengumpan kawat las dari mesin las GMAW. Pengumpan kawat las GMAW merupakan alat yang dapat digunakan terus menerus karena kawat yang ada sangat panjang dan terpasok secara terus menerus.

Penggunaan bahan tambah atau kawat las akan menambah kekuatan sambungan las. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang memadai untuk dapat menjalankan pengumpan kawat las dan juga kemampuan pengumpan kawat las dapat digunakan sejalan dengan sistem semi-otomatis pada las TIG untuk mendapatkan hasil las yang bermutu tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penulisan laporan tugas akhir yang berjudul “Modifikasi Las GTAW Semi Otomatis dengan Penambahan *Feeder* Las GMAW” terdapat beberapa rumusan masalah, antara lain:

1. Bagaimana desain Las GTAW Semi Otomatis dengan Penambahan *Feeder* Las GMAW?
2. Bagaimana membuat Las GTAW Semi Otomatis dengan Penambahan *Feeder* Las GMAW?
3. Bagaimana hasil lasan setelah modifikasi Las GTAW Semi Otomatis?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan laporan tugas akhir yang berjudul “Modifikasi Las GTAW Semi Otomatis dengan Penambahan *Feeder* Las GMAW” penulis menentukan batasan-batasan masalah, antara lain:

1. Modifikasi mesin las semi otomatis dengan menambahkan pengumpan kawat las otomatis.
2. Desain las TIG semi otomatis dengan tambahan pengumpan kawat.
3. Sinkronisasi pengumpan kawat las otomatis dengan las TIG semi otomatis.
4. Pengaruh *feeding wire* terhadap hasil las.
5. Pengaruh putaran *flasher* motor *feeder* terhadap hasil las.
6. Pengaruh jarak tungsten terhadap hasil las.
7. Pengaruh kuat arus terhadap hasil las.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari “Modifikasi Las GTAW Semi Otomatis dengan Penambahan *Feeder* Las GMAW” adalah, antara lain:

1. Mengetahui desain dari las GTAW dengan penambahan *feeder* kawat las GMAW.
2. Mengetahui modifikasi las GTAW yang ditambahkan *feeder* kawat las GMAW.
3. Mengetahui hasil las GTAW yang ditambahkan *feeder* kawat las GMAW.
4. Mempermudah kegiatan pengelasan oleh juru las.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang didapatkan dari “Modifikasi Las GTAW Semi Otomatis dengan Penambahan *Feeder* Las GMAW” adalah, antara lain:

1. Mendapatkan lebih banyak ilmu tentang pengelasan.
2. Mengetahui bagaimana caranya memodifikasi dan juga menyesuaikan dua alat yang dijadikan dalam satu sistem.
3. Menjadikan proses pengelasan lebih cepat dan efisien.
4. Mengurangi resiko kecelakaan akibat kesalahan manusia dalam proses pengelasan.
5. Mendapatkan hasil las bermutu tinggi dengan sistem yang dimudahkan.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Dalam pembuatan laporan tugas akhir ini, sistematika penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, tujuan dan manfaat Tugas Akhir, rumusan dan batasan masalah dalam penulisan laporan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini menguraikan dasar teori pengelasan dan perhitungan yang digunakan dalam proses pembuatan alat.

BAB III MODIFIKASI LAS *GMAW* SEMI OTOMATIS DENGAN PENAMBAHAN *FEEDER* LAS *GMAW*

Bab ini berisi uraian tentang desain, perhitungan dan proses modifikasi mesin las *GTAW* semi otomatis dengan menambahkan pengumpan kawat las *GMAW*.

BAB IV PENGARUH VARIASI KECEPATAN *FEEDER* TERHADAP KUALITAS HASIL LAS SECARA VISUAL

Bab ini berisi tentang hasil uji alat las *GTAW* semi otomatis yang ditambahkan *feeder* las *GMAW* dengan variasi kecepatan *feeder*.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pengertian Las

Berdasarkan definisi dari *Deutsche Industrie Normen* (DIN), las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Definisi ini juga dapat diartikan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa logam dengan menggunakan energi panas (Wiryosumarto, 2000).

Las adalah cara penyambungan dua benda padat melalui pencairan dan perpaduan dengan menggunakan panas. Berdasarkan terminologi tersebut, maka berlaku dua syarat yang menentukan dalam pengelasan, yakni : 1) bahan yang disambung harus dapat mencair oleh panas, 2) bahan yang disambung harus cocok (compatible) satu dengan lainnya. (Widharto, 2013)

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan logam di mana logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa pengaruh tekanan. Atau dapat juga didefinisikan sebagai ikatan metalurgi yang ditimbulkan oleh gaya-tarik menarik antara atom. (Djaprie)

Beberapa keuntungan penggunaan sambungan las (komersial dan teknologi) :

Pengelasan menghasilkan sambungan permanen.

Sambungan lasan dapat lebih kuat dibandingkan material awal jika menggunakan logam pengisi dan teknik pengelasan yang tepat.

Umumnya pengelasan adalah proses penyambungan yang paling ekonomis ditinjau dari penggunaan material dan biaya fabrikasi.

Pengelasan tidak hanya terbatas di lingkungan.

Berdasarkan masukan panas (*heat input*) utama yang diberikan kepada logamdasar, proses pengelasan dapat dibagi menjadi dua cara, yaitu (Wiryosumarto, 2000):

1. Pengelasan dengan menggunakan energi panas yang berasal dari *fusion* (nyala api las), contohnya: las busur (*arc welding*), las gas (*gas welding*), las sinar elektron (*electron discharge welding*), dan lain-lain.
2. Pengelasan dengan menggunakan energi panas yang tidak berasal dari nyala api las (*non fusion*), contohnya: *friction stir welding* (proses pengelasan dengan gesekan), las tempa, dan lain-lain.

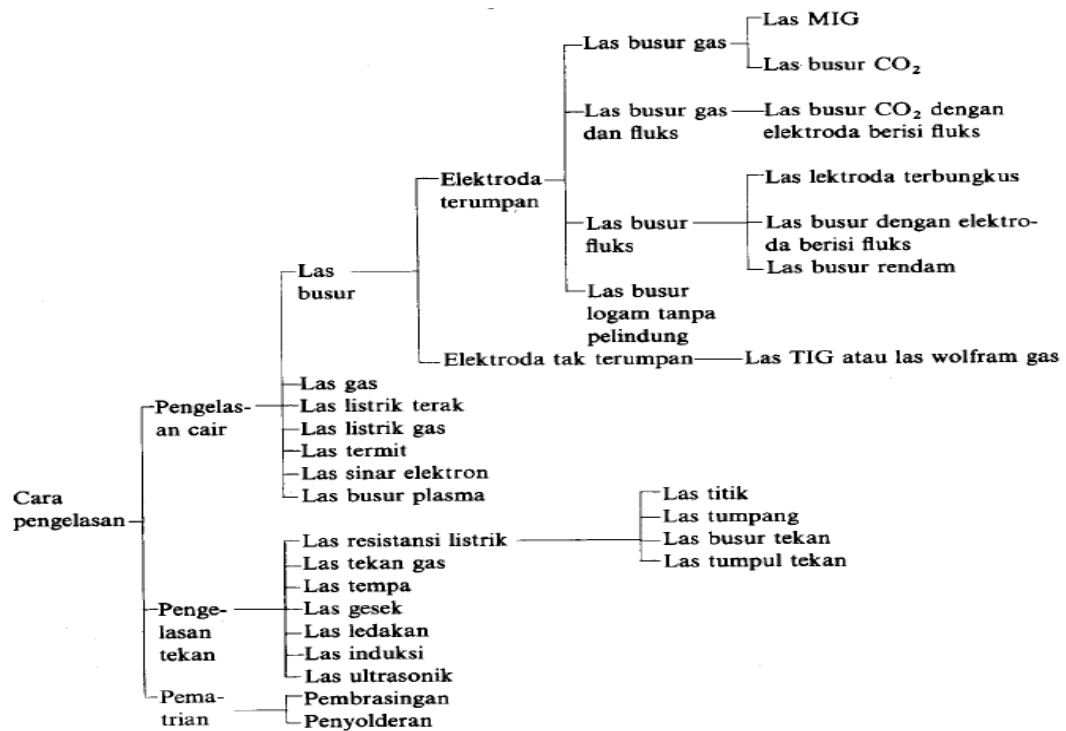
2.2 Klasifikasi Cara Pengelasan

Sampai pada waktu ini banyak sekali cara-cara pengklasifikasian yang digunakan dalam bidang las, ini disebabkan karena belum adanya kesepakatan dalam hal tersebut. Secara konvensional cara-cara pengklasifikasian tersebut dapat dibagi dalam dua golongan yaitu: klasifikasi berdasarkan cara kerja dan klasifikasi berdasarkan energi yang digunakan (Wiryosumarto, 2000).

Klasifikasi yang pertama membagi las dalam kelompok las cair, las tekan, las patri dan lain-lain. Sedangkan klasifikasi yang kedua membedakan adanya kelompok-kelompok seperti las listrik, las kimia, las mekanik dan lain-lain. Bila diadakan klasifikasi yang lebih terperinci lagi, maka kedua klasifikasi tersebut di atas akan terbaaur dan akan terbentuk kelompok-kelompok yang banyak sekali.

Diantara kedua cara klasifikasi tersebut di atas, klasifikasi berdasarkan cara kerja lebih banyak digunakan. Berdasarkan klasifikasi ini, pengelasan dapat dibagi dalam tiga kelas utama yaitu (Wiryosumarto, 2000):

1. Pengelasan cair adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar.
2. Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.
3. Pematrian adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah.



Sumber: Wiryosumarto, 2000

Gambar 2.1 Klasifikasi Cara Pengelasan

2.3 Jenis-Jenis Pengelasan

Dari sekian banyak jenis atau klasifikasi pengelasan, cara pengelasan yang banyak digunakan saat ini adalah pengelasan cair dengan busur dan dengan gas. Adapun dari kedua jenis tersebut akan dijelaskan sebagai berikut (Wiryosumarto, 2000) :

1. Las Busur Listrik

Las busur listrik adalah cara pengelasan dengan mempergunakan busur nyala listrik sebagai sumber panas pencair logam. Klasifikasi las busur listrik yang digunakan hingga saat ini dalam proses pengelasan adalah las elektroda terbungkus (Wiryosumarto, 2000).

Prinsip pengelasan las busur listrik adalah sebagai berikut : arus listrik yang cukup padat dan tegangan rendah bila dialirkan pada dua buah logam yang konduktif akan menghasilkan loncatan elektroda yang dapat menimbulkan panas yang sangat tinggi mencapai suhu 5000°C sehingga dapat mudah mencair kedua logam tersebut (Wiryosumarto, 2000).

Proses pemindahan logam cair seperti dijelaskan di atas sangat mempengaruhi sifat maupun las dari logam, dapat dikatakan bahwa butiran logam cair yang halus mempunyai sifat mampu las yang baik.

Sedangkan proses pemindahan cairan sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Selama proses pengelasan, fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda sebagai zat pelindung yang sewaktu pengelasan juga ikut mencair. Tetapi karena berat jenisnya lebih ringan dari bahan logam yang dicairkan, maka cairan fluks tersebut mengapung di atas cairan logam dan membentuk terak sebagai penghalang oksidasi. Dalam beberapa fluks bahan tidak terbakar, tetapi berubah menjadi gas pelindung dari logam cair terhadap oksidasi (Wiryosumarto, 2000).

2. Busur Logam Gas (*Gas Metal Arc Welding*)

Proses pengelasan dimana sumber panas berasal dari busur listrik antara elektroda yang sekaligus berfungsi sebagai logam yang terumpan (*filler*) dan

logam yang dilas. Las ini disebut juga *metal inert gas welding* (MIG) karena menggunakan gas mulia seperti argon dan helium sebagai pelindung busur dan logam cair (Wiryosumarto, 2000).

3. Las Busur Rendam (*Submerged Arc Welding/SAW*)

Proses pengelasan dimana busur listrik dan logam cair tertutup oleh lapisan serbuk fluks sedangkan kawat pengisi (*filler*) diumpankan secara kontinyu. Pengelasan ini dilakukan secara otomatis dengan arus listrik antara 500-2000 Ampere (Wiryosumarto, 2000).

4. Las Busur Elektroda Terbungkus (*Shielded Metal Arc Welding/SMAW*)

Proses pengelasan dimana panas dihasilkan dari busur listrik antara penghantar arus listrik ke busur dan sekaligus sebagai bahan pengisi (*filler*). Kawat ini dibungkus dengan bahan fluks. Biasanya dipakai arus listrik yang tinggi (10-500 A) dan potensial yang rendah (10-50 V). Selama pengelasan, fluks mencair dan membentuk terak (*slag*) yang berfungsi sebagai lapisan pelindung logam las terhadap udara sekitarnya. Fluks juga menghasilkan gas yang bisa melindungi butiran-butiran logam cair yang berasal dari ujung elektroda yang mencair dan jatuh ke tempat sambungan (Wiryosumarto, 2000).

5. Las Oksi Asetilen (*Oxy Acetilene Welding*)

Las oksidasetilen adalah salah satu jenis pengelasan gas yang dilakukan dengan membakar bahan bakar gas dengan O₂ sehingga menimbulkan nyala api dengan suhu yang dapat mencairkan logam induk dan logam pengisi. Bahan bakar yang biasa digunakan adalah gas asetilen, propan, atau hidrogen. Dari ketiga bahan bakar ini yang paling banyak digunakan adalah gas asetilen, maka dari itu pengelasan ini biasa disebut dengan las oksidasetilen (Wiryosumarto, 2000).

6. Las Busur Tungsten Gas Mulia (*Gas Tungsten Arc Welding/GTAW*)

Proses pengelasan di mana sumber panas berasal dari loncatan busur listrik antara elektroda terbuat dari *wolfram/tungsten* dan logam yang dilas. Pada pengelasan ini logam induk (logam asal yang akan disambung dengan metode pengelasan biasanya disebut dengan istilah logam induk) tidak ikut terumpan (*non-consumable electrode*). Untuk melindungi elektroda dan daerah las digunakan gas mulia (argon atau helium). Sumber arus yang digunakan bisa AC (arus bolak-balik) maupun Direct Current (arus searah) (Wiryo Sumarto, 2000).

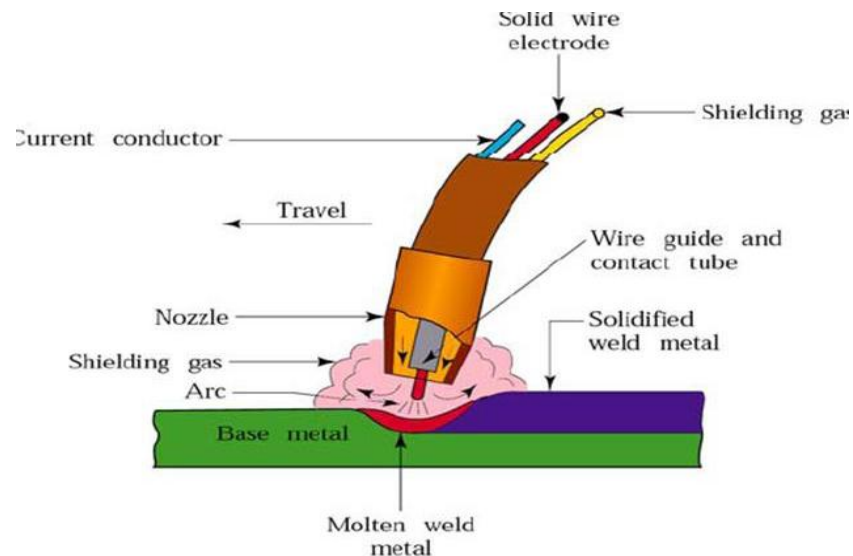
7. Las Listrik Terak (*Electroslag Welding*)

Proses pengelasan di mana energi panas untuk melelehkan logam dasar (*base metal*) dan logam pengisi (*filler*) berasal dari terak yang berfungsi sebagai tahanan listrik ketika terak tersebut dialiri arus listrik. Pada awal pengelasan, fluks dipanasi oleh busur listrik yang mengenai dasar sambungannya. Kemudian logam las terbentuk pada arah vertikal sebagai hasil dari campuran antara bagian sisi dari logam induk dengan logam pengisi (*filler*) cair. Proses pencampuran ini berlangsung sepanjang alur sambungan las yang dibatasi oleh pelat yang didinginkan dengan air (Wiryo Sumarto, 2000).

8. Las *Metal Inert Gas* (MIG)

Dalam las logam gas mulia, kawat las pengisi yang juga berfungsi sebagai elektroda diumpankan secara terus menerus. Busur listrik terjadi antara kawat pengisi dan logam induk. Skema dari alat las ini ditunjukkan dalam Gambar 2.2. Gas pelindung yang digunakan adalah gas argon, helium atau campuran dari keduanya. Untuk memantapkan busur kadang-kadang ditambahkan gas O₂ antara

2 sampai 5%, atau CO, antara 5 sampai 20%. Proses pengelasan MIG ini dapat secara semi otomatis atau otomatis. Semi otomatis dimaksudkan pengelasan secara manual, sedangkan otomatis adalah pengelasan yang seluruhnya dilaksanakan secara otomatis. Elektroda keluar melalui tangkai bersama-sama dengan gas pelindung (Wiryo Sumarto, 2000).



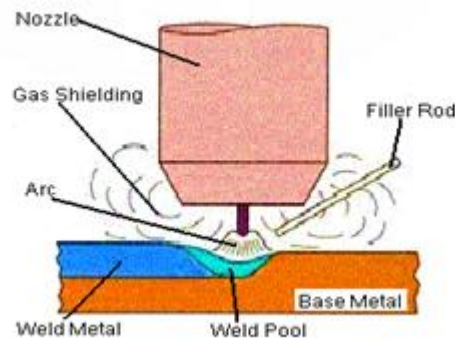
www.skemalasMIG.com

Gambar 2.2 Las MIG (*Metal Inert Gas*)

2.4 Las Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) / Tungsten Inert Gas (TIG)

Las gas tungsten arc welding (GTAW) adalah pengelasan dengan memakai busur nyala api yang menghasilkan elektroda tetap yang terbuat dari tungsten (*wolfram*), sedangkan bahan penambah terbuat dari bahan yang sama atau sejenis dengan bahan yang dilas dan terpisah dari *torch*. Untuk mencegah oksidasi, maka dipakai gas pelindung yang keluar dari *torch* biasanya berupa gas argon dengan kemurnian mencapai 99,99%. Pada proses pengelasan ini peleburan logam terjadi karena panas yang dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda dan logam induk.

Proses pengelasan *gas tungsten arc welding* (GTAW) dapat dilihat seperti pada gambar 2.3 (Aljufri, 2008).



Sumber: Aljufri, 2008

Gambar 2.3 Proses Pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)

Tungsten Inert Gas (TIG) adalah suatu proses pengelasan busur listrik elektroda tidak terumpan, dengan menggunakan gas mulia sebagai pelindung terhadap pengaruh udara luar. Pada proses pengelasan TIG peleburan logam terjadi karena panas yang dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda dengan logam induk. Pada jenis pengelasan ini logam pengisi dimasukkan ke dalam daerah arus busur sehingga mencair dan terbawa ke logam induk. Las TIG dapat dilaksanakan secara manual atau secara otomatis dengan mengotomatiskan cara pengumpanan logam pengisi (Aljufri, 2008).

1. Prinsip Kerja Las TIG/GTAW

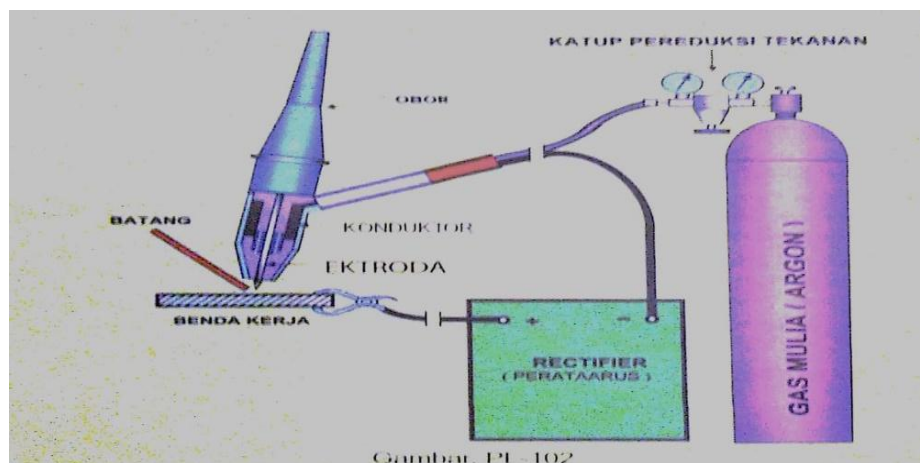
Pada gambar 2.4 menunjukkan skema atau cara pelaksanaan pengelasan GTAW. Prosesnya menggunakan bahan tungsten sebagai elektroda tidak terkonsumsi, elektroda ini digunakan hanya untuk menghasilkan busur nyala listrik. Bahan penambah berupa batang las atau *rod* yang dicairkan oleh busur nyala tersebut, mengisi kampuh bahan induk. Untuk mencegah oksidasi

digunakan gas mulia (seperti argon, helium) dan CO₂ sebagai gas pelindung. (Widharto, 2013).

Pengelasan TIG dengan sudut *torch* 90⁰ menghasilkan nilai kekerasan paling tinggi. Sedangkan dengan sudut 60⁰ material memiliki kekuatan bending dan kekuatan tarik paling tinggi.

Secara umum dapat dikatakan bahwa arus pengelasan menentukan penetrasi las karena berbanding langsung, atau paling tidak secara eksponensial. Arus busur juga mempengaruhi tegangan. Jika voltasenya tetap maka jika arus naik maka panjang busur juga bertambah. Karenanya untuk mempertahankan panjang busur pada kepanjangan tertentu, perlu untuk merubah penyetelan tegangan manakala arus distel. Terdapat 4 (empat) komponen dasar atau komponen utama dari las GTAW, yaitu (Widharto, 2013):

1. Torch
2. Elektroda tidak terkonsumsi (tungsten)
3. Sumber arus las
4. Gas pelindung



Gambar. PI -102

Sumber :Widharto, 2013

Gambar 2.4 Skema Las TIG

1. Kelebihan Las GTAW/TIG

Berikut ini adalah beberapa keuntungan penggunaan GTAW/TIG (Widharto, 2013):

Menghasilkan sambungan bermutu tinggi, biasanya bebas cacat.

Dapat digunakan dengan atau tanpa bahan tambahan (*filler metal*)

Penetrasi (tembusan) pengelasan akan dapat dikendalikan dengan baik.

Dapat menggunakan sumber tenaga yang relatif murah.

Memungkinkan untuk mengendalikan variabel atau parameter las secara akurat.

Efisien untuk pengelasan pelat < 10 mm.

2. Kekurangan/kelemahan Las GTAW/TIG

Berikut ini adalah beberapa kekurangan dari proses pengelasan GTAW/TIG (Widharto, 2013):

a. Gas lindung kurang efektif jika lingkungan pengelasan berangin agak kencang

b. Elektroda dapat teroksidasi manakala jumlah gas lindung berkurang

c. Memerlukan keterampilan tangan dan koordinasi juru las lebih tinggi dibandingkan dengan las GMAW (MIG) atau SMAW.berkurang karena terhembus angin.

3. Peralatan Las TIG

Pada proses pengelasan las *tungsten inert gas* (TIG) atau GTAW adabeberapa peralatan umum yang digunakan antara lain sebagai berikut (Widharto, 2013):

a. Torch welding

Torch GTAW memegang elektroda tak terkonsumsi (tungsten) yang menyalurkan arus pengelasan ke busur listrik, serta menjadi sarana penyalur gas pelindung ke zona busur. *Torch* dipilah sesuai dengan kemampuan menampung arus las maksimum ke busur nyala tanpa mengalami *overheating*. Sebagian besar *Torch* didesain untuk mengakomodasi segala ukuran elektroda serta berbagai tipe dan ukuran *nozzle* seperti pada gambar 2.5 (Widharto, 2013).

Pada umumnya *torch* untuk pengelasan manual memiliki sudut kepala (*heat angle*), yakni antara sudut elektroda dan pegangan (*handle*) 120° dan jenis-jenis *Torch* lainnya seperti *Torch* dengan sudut kepala yang dapat diatur, sudut kepala siku (90°), dan kepala bentuk pensil. *Torch* GTAW manual memiliki switch dan katup tambahan yang dipasang pada pegangannya yang digunakan untuk mengendalikan arus dan aliran gas pelindung, sedangkan *Torch* untuk mesin GTAW otomatis hanya dapat diatur pada permukaan sambungan, sepanjang sambungan dan jarak antara *torch* dan bahan yang akan dilas (Widharto, 2013).



Sumber : Widharto, 2013

Gambar 2.5 Torch TIG

b. Mesin las Alternating Current/Direct Current

Mesin las *Alternating Current/Direct Current* merupakan gabungan dari pesawat las arus bolak balik dan searah. Dengan pesawat ini akan lebih banyak kemungkinan pemakaiannya karena arus yang keluar dapat arus searah maupun bolak balik. Mesin las jenis ini misalnya *transformator-recifier* maupun pembangkit listrik tenaga diesel. (Petunjuk Praktikum Pengelasan, 2012).

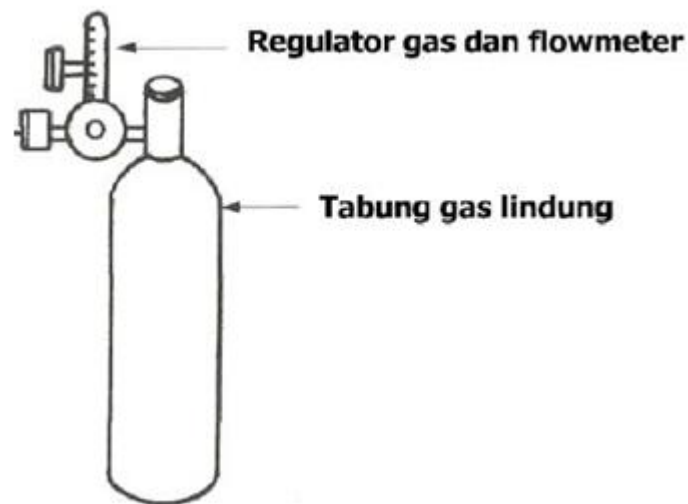


Sumber : Tim Fakultas Teknik UNY, 2004

Gambar 2.6 Mesin Las Alternating Current/Direct Current

c. Tabung Gas Lindung, Regulator Gas Lindung dan *Flowmeter*

Tabung gas lindung adalah tabung tempat penyimpanan gas lindung seperti argon dan helium yang digunakan di dalam mengelas gas tungsten. Regulator gas lindung adalah pengatur tekanan gas yang akan digunakan di dalam pengelasan gas tungsten. Pada regulator ini biasanya ditunjukkan tekanan kerja dan tekanan gas di dalam tabung. Sedangkan *Flowmeter* dipakai untuk menunjukkan besarnya aliran gas lindung yang dipakai di dalam pengelasan gas tungsten (Tim Fakultas Teknik UNY, 2004)



Sumber : Tim Fakultas Teknik UNY, 2004

Gambar 2.7 Tabung Gas Lindung, Regulator Gas Lindung dan *Flowmeter*

d. Kabel Elektroda Selang Gas dan Perlengkapannya

Kabel elektroda dan selang gas berfungsi menghantarkan arus darimesin las menuju stang las, begitu juga aliran gas dari mesin las menuju stang las. Selang gas dan perlengkapannya berfungsi sebagai penghubung gas dari tabung menuju pembakar las. Sedangkan perangkat pengikat berfungsi mengikat selang dari tabung menuju mesin las dan dari mesin las menuju pembakar las (Tim Fakultas Teknik UNY, 2004).

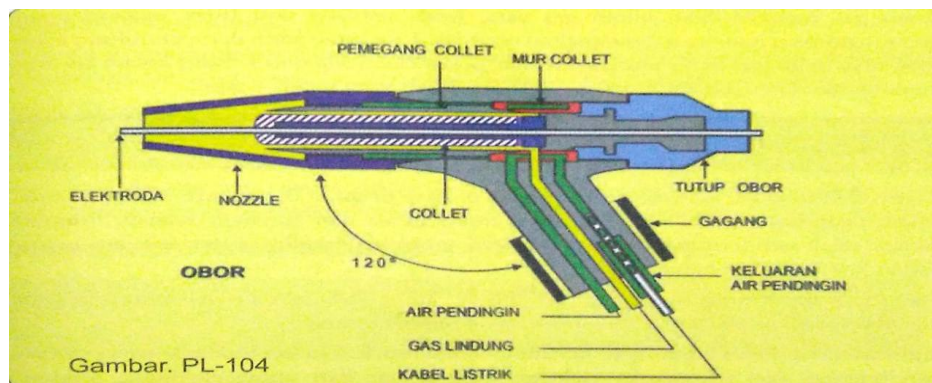


<http://wijayamesin.blogspot.co.id>

Gambar 2.8 Kabel Elektroda Selang Gas

e. Collet

Segala ukuran diameter elektroda dapat dipegang oleh piranti pemegang elektroda (*electrode holder*) yang disebut *Collet* atau *Chuck*. Piranti ini terbuat dari paduan tembaga. Collet ini akan menggenggam erat elektroda saat penutup *torch* diikat erat. Hubungan baik antar elektroda dengan bagian dalam diameter collet penting untuk penyaluran arus las dan pendingin elektroda.



Sumber :Sriwidharto, 2006

Gambar 2.9 Pemegang Elektroda (*Electrode Holder*)/Collet

f. Nozzle

Nozzle berfungsi untuk mengarahkan gas pelindung pada pengelasan. *Nozzle* antar *cup* ini dapat dipasang pada kepala *torch*, dan juga terpasang pada kepala *torch* piranti pengatur aliran gas (*diffuser*) atau piranti jet yang terpatent. Fungsi *diffuser* adalah untuk meluruskan arah aliran gas. Bahan *nozzle* adalah bahan tahan panas (*heat resisting material*) dalam berbagai ukuran dan bentuk. Pemasangannya pada kepala *torch* menggunakan ulir atau genggaman friksi (*tight fit*). *Nozzle* terbuat dari keramik, metal, keramik berlapis metal, *quartz* yang dicor atau bahan lain. Bahan keramik adalah bahan yang paling umum digunakan karena murah namun sangat mudah pecah, oleh karenanya harus sering diganti (Widharto, 2013).

Nozzle quartz bersifat bening/transparan, karenanya memungkinkan juru las melihat dengan jelas elektroda dan busur nyala listrik sewaktu mengelas. Namun karena kontaminasi dari uap metal, menyebabkan *nozzle* tersebut menjadi buram (*opaque*) dan mudah pecah. *Nozzle* yang terbuat dari metal yang didinginkan dengan air berumur lebih panjang dan biasanya digunakan untuk GTAW secara manual dan otomatis dimana arus pengelasan yang relatif besar. Suatu piranti yang berfungsi memastikan aliran gas lindung menjadi laminar disebut lensa gas. Lensa gas ini mengandung *diffuser* penghalang yang berpori (*porous barrier diffuser*) yang dipasang ketat melingkari elektroda atau *collet*. Lensa gas menghasilkan aliran gas yang lebih panjang dan tidak terganggu yang memungkinkan juru las menempatkan *torch* las 1 inchi atau lebih dari permukaan bahanyang dilas sehingga lebih mudah melihat posisi elektroda dan kondisi kolam las, serta memudahkan pengelasan di sudut-sudut dan celah yang relatif sempit (Widharto, 2013).



Sumber :Widharto, 2013

Gambar 2.10 *Nozzle*

g. Elektroda Tungsten

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 luaran 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 metalmaupun elektroda gulungan pada las MIG (Tim Fakultas Teknik UNY, 2004).



Sumber :TimFakultas Teknik UNY, 2004

Gambar 2.11 Elektroda Tungsten

Titik lebur metal *tungsten* adalah 6.170°F (3.410°C). Pada saat *tungsten* mendekati suhu tersebut, sifatnya menjadi *thermonic* (sumber pemasok elektron). Suhu tersebut dihasilkan melalui tahanan listrik, jika saja bukan karena pengaruh pendinginan dari penguapan elektron yang keluar dari ujung elektroda, elektroda tersebut akan mencair oleh panas yang dihasilkan dari tahanan listrik tersebut. Pada kenyataannya suhu pada ujung elektroda jauh lebih dingin dari pada bagian dari elektroda diantara ujungnya dan bagian *collet* yang paling dingin (Widharto, 2013).

Ada beberapa tipe elektroda *tungsten* yang biasa dipakai di dalam pengelasan sebagaimana dijelaskan pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Elektroda Tungsten

KLASIFIKASI AWS	WARNA (a)	ELEMEN PEMADU	OKSIDA PEMADU	PERSENT NOMINAL DARI OKSIDA PEMADU (%)
EWP	HIJAU	-	-	-
EW Ce - 2	JINGGA	CERIUM	CaCO₂	2
EW La - 1	HITAM	LANTHANUM	La₂ O₃	1
EW Th - 1	KUNING	THORIUM	Th O₂	1
EW Th - 2	MERAH	THORIUM	Th O₂	2
EW Zr - 1	COKLAT	ZIRCONIUM	Zr O₂	0.25
EWG	ABU ABU	TIDAK DISPEKIFIKASI (b)	-	-

Sumber :Widharto, 2013

Tabel di atas disusun berdasarkan klasifikasi AWS dimana kode-kodenya dapat dijelaskan sebagai berikut:

E : elektroda

W : *wolfram* atau tungsten

P : tungsten murni (*pure tungsten*)

G : umum (*general*) dimana komposisi tambahan biasa tidak disebut.

2.5 Las Gas Metal Arc Welding (GMAW) / Metal Inert Gas (MIG)

Las Listrik gas metal atau *gas metal arc welding* (GMAW) adalah proses las listrik yang menggunakan busur listrik yang berasal dari elektroda, yang dipasok terus-menerus secara tetap dari suatu mekanisme, ke kolam las. Untuk mencegah terjadinya oksidasi, pengelasan ini dilindungi oleh gas lindung yang dapat berupa gas aktif, misalnya CO₂, sehingga disebut *metal active gas* (MAG), atau gas *inert* (misalnya argon) sehingga disebut *metal inert gas* (MIG), karenanya GMAW juga disebut MIG MAG welding. Pengelasan ini dapat dilaksanakan secara semi otomatis atau otomatis sepenuhnya. Jenis las ini dapat digunakan untuk mengelas baja karbon, baja paduan rendah berkekuatan tinggi, *stainless steel*, aluminium,

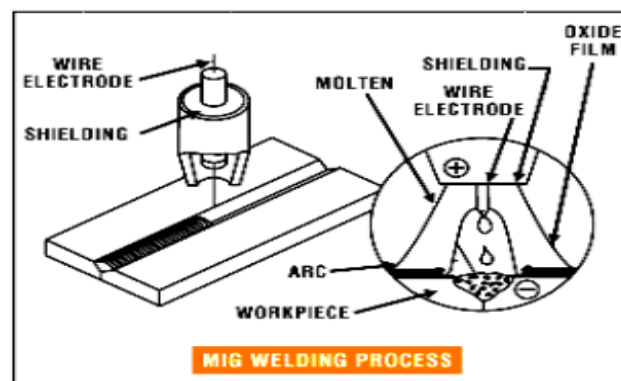
tembaga, titanium, dan paduan nikel dalam segala posisi, dengan merubah jenis gas lindung, elektroda dan variabel las lainnya. (Widharto, 2013)

Prinsip Kerja

Proses pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*), panas dari proses pengelasan ini dihasilkan oleh busur las yang terbentuk diantara elektroda kawat (*wire electrode*) dengan benda kerja. Selama proses las MIG (*Metal Inert Gas*), elektroda akan meleleh kemudian menjadi deposit logam las dan membentuk terjadi oksidasi dan melindungi hasil las selama masa pembekuan (*solidification*).

Proses pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*), beroperasi menggunakan arus searah (*Direct Current*), biasanya menggunakan elektroda kawat positif. Ini dikenal sebagai polaritas “terbaik” (*reversepolarity*). Polaritas searah sangat jarang digunakan karena transfer logam yang kurang baik dari elektroda kawat ke benda kerja. Hal ini karena pada polaritas searah, panas terletak pada elektroda. Proses pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*), menggunakan arus sekitar 50 A hingga mencapai 600 A, biasanya digunakan untuk tegangan las 15 volt hingga 32 volt. (Tim Fakultas Teknik UNY, 2004)

Adapun proses Las MIG dapat dilihat dalam gambar dibawah ini :



Sumber :Tim Fakultas Teknik UNY, 2004

Gambar 2.12 Proses Pengelasan las MIG (*Metal Inert Gas*)

Kelebihan Las MIG/GMAW

Berikut ini adalah beberapa keuntungan penggunaan GMAW/MIG (Widharto, 2013):

1. Dapat digunakan untuk berbagai jenis metal komersil
2. Dapat digunakan mengelas terus menerus tanpa berhenti karena elektroda yang berupa awat yang sangat panjang dan tergulung dalam suatu klos, dipasok dengan kecepatan pemaokan yang tetap.
3. Hasil pengelasan relatif lebih bersih karena tidak ada *slag*.

Kekurangan Las MIG/GMAW

Berikut ini adalah beberapa kekurangan penggunaan GMAW/MIG: (Widharto, 2013)

1. Unitnya lebih mahal, lebih rumit penggunaannya dan kurang *portable*. Lebih sulit digunakan di lokasi sempit/terbatas dan susah dicapai dibanding SMAW.
2. Pengelasan ini anti tiupan angin sehingga harus selalu terlindung (dalam ruangan).

b. Peralatan Las MIG

Pada proses pengelasan las *metal inert gas* (MIG) atau GMAW ada beberapa peralatan umum yang digunakan antara lain sebagai berikut (Widharto, 2013):

a. Feeder Las GMAW



Gambar 2.13 Gambar Feeder Las GMAW

Berfungsi untuk mengumpankan kawat las yang disalurkan melalui selang dan *torch*.

b. Selang las



Gambar 2.14 Gambar Selang Las GMAW

Selang las berfungsi untuk menyalurkan kawat las dari *feeder* ke *torch*.

c. Torch

Torch adalah sebuah alat yang berfungsi mengeluarkan kawat las dan mengarahkan ke bahan las untuk dibakar bersama *torch* las tig.



Gambar 2.15 Gambar Torch

2.6 Daya Motor

Rumus umum yang digunakan untuk menentukan daya motor sebagai berikut

:

$$P = \frac{T \cdot N \cdot 2\pi}{60} \quad (2.2)^1$$

Dimana :

P = Daya (watt)

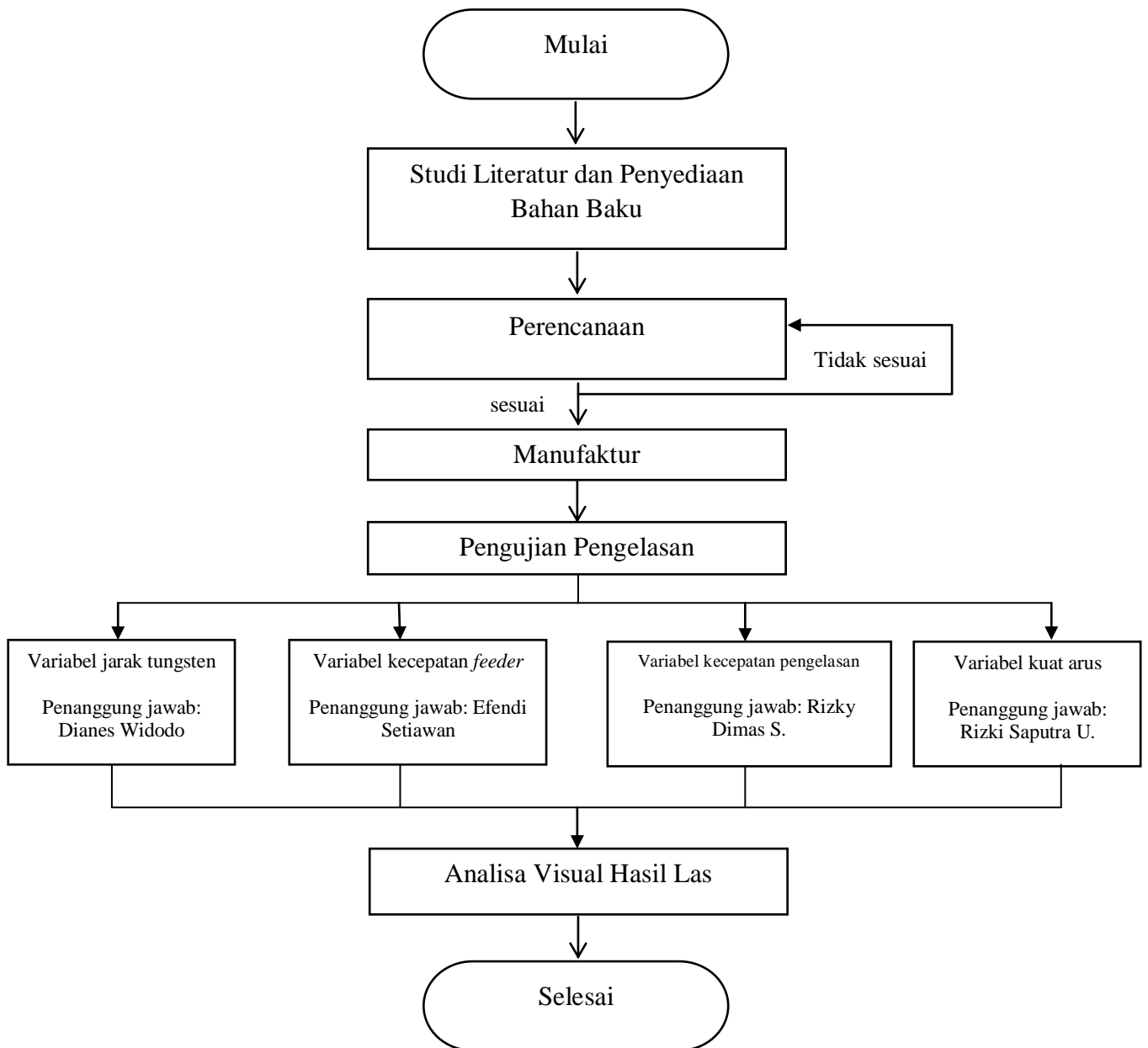
T = Torsi (Nm)

N = Putaran poros (rpm)

¹ Khurmi 2005. *Machine Design*. p531

BAB III
MODIFIKASI LAS GTAW SEMI OTOMATIS DENGAN
PENAMBAHAN *FEEDER* LAS GMAW

3.1 Diagram Alir Modifikasi Mesin Las GTAW dengan menambahkan *Feeder* Las GMAW



Gambar 3.1 Diagram Alir Modifikasi Mesin Las GTAW dengan menambahkan *Feeder* Las GMAW

3.2 Sebelum Modifikasi Mesin Las GTAW Semi Otomatis dengan penambahan Feeder Mesin Las GMAW



Gambar 3.2 Sebelum modifikasi

Komponen utama pada Las Portable :

1. Flowmeter	6. <i>Power Supply 12 V</i>
2. Panel Control	7. <i>Torch TIG</i>
3. Tabung Gas Argon	8. <i>Pulley</i>
4. <i>Bracket</i>	9. <i>V-belt</i>
5. Mesin Las Lakoni	

Alat sebelum dimofikasi merupakan alat las GTAW semi otomatis tanpa kawat tambah. Alat ini menggunakan sistem arduino untuk menggerakkan torch, mengatur kecepatan torch, mengaktifkan dan menonaktifkan mesin las. Adapun komponen utama yang sudah ada adalah :

1. Power Supply 12 V

Power Supply yang akan dipakai menggunakan spesifikasi sebagai berikut:

Panjang : 82 mm

Lebar : 70 mm

Kuat Arus : 10A

Tegangan : 12 V

Alasan penggunaan *power supply* ini adalah sebagai penyedia arus listrik DC yang dibutuhkan Motor *Wiper* agar bias bergerak dan dikombinasikan dengan *relay* dan saklar sehingga motor *wiper* bisa bergerak maju dan mundur. Kriteria yang dicapai adalah sebagai berikut:

Kuat arus yang digunakan : 5 A

Tegangan yang digunakan : 12 V

2. Pulley

Pulley digunakan untuk mentransmisikan putaran dari motor ke poros penggerak mesin las. *Pulley* yang digunakan adalah $1/1/2$ dimana :

Maju

- *Pulley Driver 1* : 60rpm
- *Pulley Driven 1/2* : 70 rpm

Mundur

- *Pulley Driver 1* : 43 rpm
- *Pulley Driven 1/2* : 54 rpm

3. V-belt

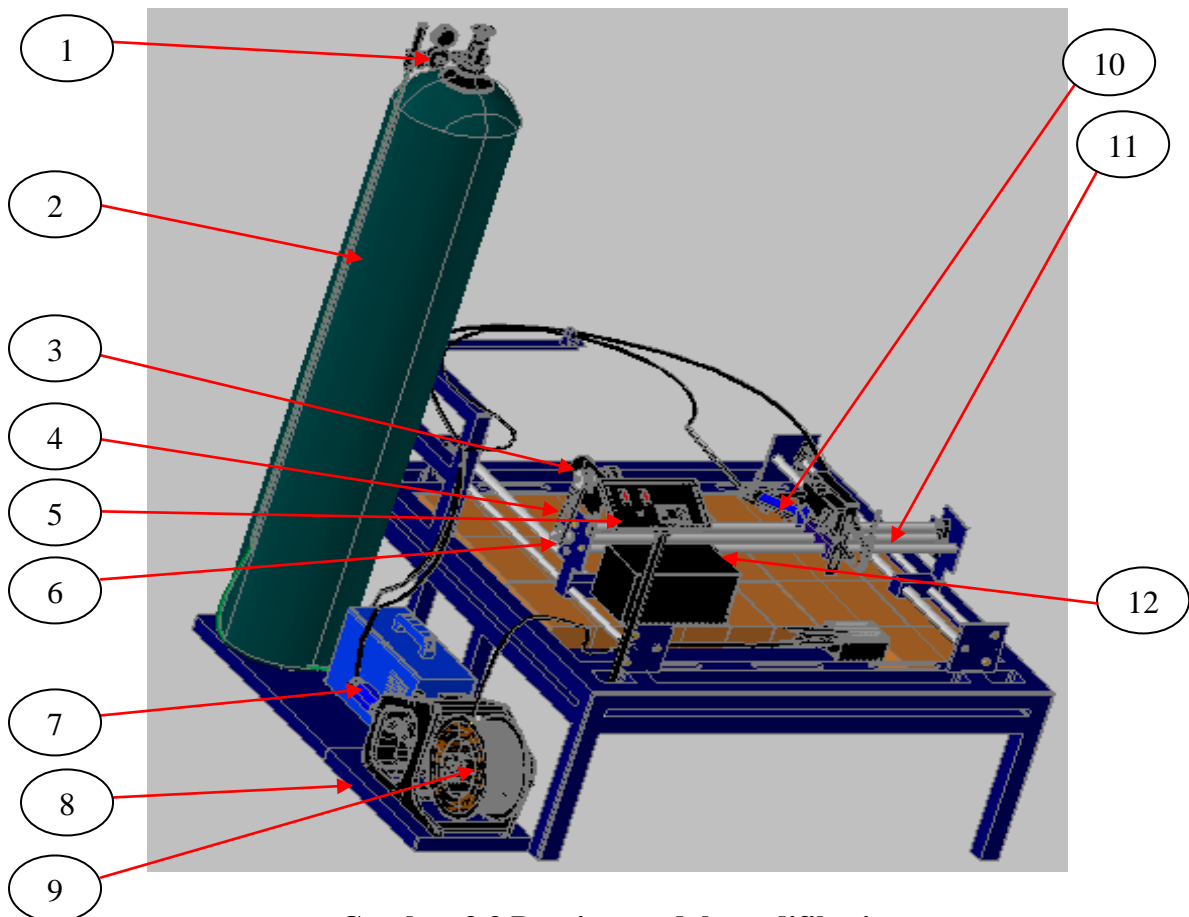
V-belt digunakan sebagai penghubung transmisi yang terbuat dari karet dengan penampang berbentuk trapesium (V). Penggunaan v-belt dimaksudkan untuk menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relative rendah dibanding dengan transmisi roda gigi-rantai.

V-belt yang digunakan menggunakan v-belt dengan tipe A, dengan dimensi:

Panjang : 515 mm

3.3 Desain Modifikasi Mesin Las GTAW Semi Otomatis dengan penambahan Feeder Mesin Las GMAW

Berikut merupakan desain mesin las modifikasi:



Gambar 3.3 Desain sesudah modifikasi

Komponen utama pada mesin las hasil modifikasi adalah sebagai berikut:

1. <i>Flowmeter</i>	7. Selang Las MIG
2. Tabung Gas Argon	8. Dudukan Mesin Las
3. Motor Wiper	9. Gulungan Kawat Las MIG
4. V-Belt	10. Torch Las MIG
5. Panel Control	11. Pulley
6. Pulley	12. Bracket , Power Supplay 24 V dan 12 V

Pada mesin ini menggunakan motor *wiper* sebagai penggerak, pada dasarnya pemilihan motor *wiper* karena dengan motor *wiper* akan didapatkan tenaga yang lebih besar sehingga dapat memutar *pulley*, begitu juga karena mesin las *portable* ini membutuhkan motor dengan ukuran kecil sehingga dapat berpindah tempat dengan mudah.

Kemudian tenaga putarnya ditransmisikan ke poros dengan menggunakan *V-belt* dan *Pulley* tenaga dari motor direduksi sehingga menghasilkan tenaga putar yang diinginkan pada poros sehingga *torch* bisa bergerak maju mundur sesuai keinginan. Dimana pada poros terpasang *torch* yang akan digunakan untuk pengelasan *TIG*, sebelum itu lempengan plat untuk las harus di pasang pada dudukan plat agar plat tidak bergeser saat pengelasan.

Pada modifikasi mesin las ini menambahkan feeder kawat pengumpan milik mesin las GMAW. Pada dasarnya pemilihan feeder mesin las GMAW dikarenakan feeder ini dapat digunakan mengelas terus menerus tanpa berhenti karena kawat pengumpan sangat panjang dan dipasok dengan kecepatan yang tetap.

1. *Holder* dan *Torch*

Torch merupakan alat untuk menyalakan busur las dan juga mengeluarkan perlindungan gas, dalam modifikasi ini ditambahkan *feeder* kawat pengumpan las

yang kemudian disatukan dalam penyalaan las. *Holder* merupakan alat yang digunakan sebagai tempat duduk *torch* dalam pengelasan.

2. *Power Supply* 24 V

Power Supply 24 V yang akan dipakai menggunakan spesifikasi sebagai berikut:

- Panjang : 160 mm
- Lebar : 97,5 mm
- Kuat Arus : 5A
- Tegangan : 24 V

Alasan penggunaan *power supply* ini adalah sebagai penyedia arus listrik *Direct Current* yang dibutuhkan Motor *Feeder* agar bisa bergerak dan dikombinasikan dengan *flasher* dan saklar sehingga motor *feeder* bisa mengumpalkan kawat dengan kecepatan yang diinginkan. Kriteria yang dicapai adalah sebagai berikut:

- Kuat arus yang digunakan : 5 A
- Tegangan yang digunakan : 24 V

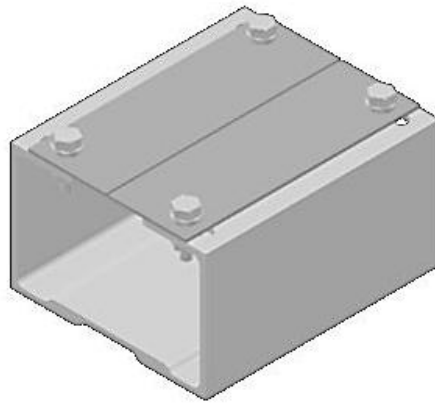


Gambar 3.4 *Power Supply* 24 V

3. Dudukan Plat

Dudukan plat ini digunakan agar benda kerja tidak bergerak saat pengelasan dengan cara menggunakan baut. Dimensi yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Bahan : Baja Karbon Sedang
- Panjang : 120 mm
- Lebar : 100 mm
- Tinggi : 63mm



Gambar 3.5 Dudukan Plat

4. Mesin Las TIG Inverter Lakoni

Trafo Las TIG/MMA Inverter Lakoni Hawk 200E, merupakan mesin las yang dapat digunakan untuk mengelas *stainless steel* dengan menggunakan *Tungsten Inert Gas* arus *Direct Current*. Menggunakan Gas Argon untuk melindungi dari kontaminasi zat yang bisa mengganggu pengelasan. Selain itu mesin ini juga tetap dapat berfungsi untuk mengelas besi atau baja dengan metode MMA hingga 200 Ampere non-stop.

Mesin las ini menggunakan teknologi inverter dengan komponen daya MOSFET atau IGBT. Inverter merubah arus *Alternating Current* dari sumber

tegangan menjadi *direct current* yang kemudian diperkuat menjadi 100 kHz. Hal ini menyebabkan ukuran *transformer* menjadi 30% lebih kecil.

Daya Listrik	1500 watt
Arus Output	10 - 200 Ampere (TIG)
Gas	Argon
Efficiency	85%
Ketebalan Las	0.3 – 10mm
Pendingin	Kipas
Duty Cycle	60% (200A), 100% (160A)
Kelengkapan	Earth Clamp, Kabel Las, TIG Torch

Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin Las TIG



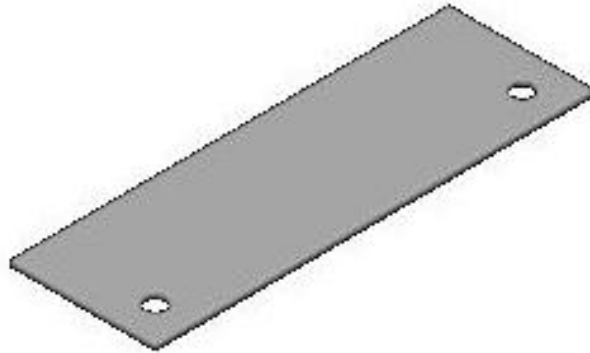
Gambar 3.6 Mesin Las TIG Lakoni

5. Benda Las

Benda las adalah benda kerja yang akan dilas yang telah dipotong dan diluruskan sebelumnya, dengan dimensi sebagai berikut :

- Bahan : Baja Karbon Sedang

- Panjang : 120 mm
- Lebar : 40 mm
- Tebal : 1,5 mm



Gambar 3.7 Benda Las

6. Panel Kontrol

Panel kontrol berfungsi sebagai tempat dari beberapa komponen yaitu, *Digital Control Power Supply Direct Current 5 A*, dan beberapa saklar untuk mengatur *feeding wire*, gerak *torch* las serta pengaturan arahnya. Panel kontrol terbuat dari bahan akrilik bening yang memiliki ketebalan 3mm.

7. *Digital Control Power Supply Direct Current 5 A*

Digital Control Power Supply Direct Current 5 A berfungsi untuk mengatur tegangan dari power supply direct current ke motor *feeder* dan mengatur kecepatan linier dari *motor wiper*.



Gambar 3.8 *Digital Control Power Supply Direct Current 5 A*

8. *Flasher*

Flasher berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik secara otomatis dengan kemampuan 60-200 kedipan tiap menit. *Flasher* dalam penggunaan las berfungsi untuk mengatur kecepatan keluar dari bahan tambah.



Gambar 3.9 *Flasher*

9. *Feeder* ESAB Feed 402

Feeder merupakan sebuah alat dalam rangkaian pengelasan yang berfungsi untuk mengumpulkan kawat las. *Feeder* terdiri dari beberapa bagian utama, antara lain:

a. Motor

Motor digunakan untuk memutar *roller feeder* yang mengumpulkan kawat torch. Motor ini digerakkan menggunakan *power supply direct current* 24v 5A.

b. Gulungan Kawat

Gulungan kawat 15 Kg dengan spesifikasi AWS A5.18-05 : ER70S-6 dengan ketebalan 1 mm. Kode AWS A5.18-05 : ER70S-6 memiliki arti sebagai berikut :

AWS = American Welding Standart

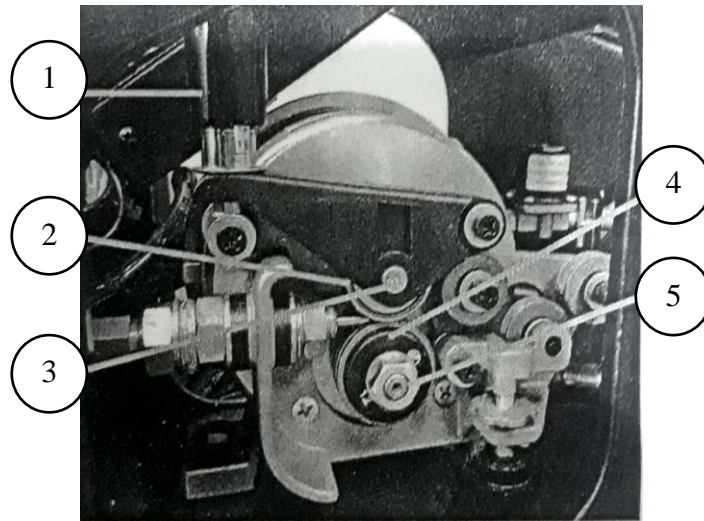
A5.18-05 = elektroda low alloy steel

E = Elektroda

R = Rod (Dapat digunakan untuk GMAW, tanpa flux)

- 70 = minimum Tensile Strength 70 KSI
 S = Elektroda construction Solid
 6 = Chemical composition carbon steel

c. *Roller*



Gambar 3.10 Mekanisme *Roller Feeder*

Keterangan :

1. Tuas pengunci *roller*
2. *Roller* Atas
3. Baut pengunci *roller* atas
4. *Roller* bawah
5. *Shaft* yang terhubung dengan motor

Roller berfungsi untuk mengumpankan kawat dari gulungan kawat disebelah kanan (dari gambar) menuju *torch*. Terdapat 2 *roller* yang menjepit kawat dengan *roller* bawah terhubung dengan motor, sedangkan *roller* atas yang dijepit oleh tuas penjepit. Kawat dari gulungan sebelah kanan diarahkan menuju *roller* ke selang dan *torch* untuk diarahkan ke mesin las.

3.3 Perencanaan dan Perhitungan Komponen

Perencanaan dan perhitungan komponen mesin bertujuan agar mesin aman untuk digunakan. Bagian-bagian yang perlu diperhitungkan antara lain :

3.3.1 Perhitungan Kapasitas Mesin

Untuk memperhitungkan kapasitas mesin yang akan dibuat, ada beberapa faktor yang mempengaruhi kapasitas mesin las *portable* adalah sebagai berikut :

- a. Torsi *Feeder* yang tersedia
- b. Torsi *Feeder* yang dibutuhkan
- c. Daya *Feeder* yang tersedia
- d. Daya *Feeder* yang dibutuhkan

Untuk mencapai target kapasitas dan hasil yang diharapkan, maka diperlukan perhitungan matang dari masing-masing faktor yang mempengaruhinya.

3.3.2 Perhitungan Torsi Yang Dibutuhkan

a. Perhitungan Gaya Yang Dibutuhkan

Gaya minimal (F) pada motor *Feeder* diperoleh dengan cara mengukur gaya kerja yang terjadi untuk menyalurkan kawat las dari gulungan kawat sampai dengan torch yang diarahkan keluar untuk dibakar bersama torch las TIG, pengukuran beban dilakukan dengan menggunakan neraca pegas. Adapun pengukuran gaya yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

➤ Diketahui:

- Beban untuk mengeluarkan kawat dari *Feeder* = 9,5 kgf (didapat menggunakan neraca pegas)

b. Perhitungan Torsi Yang Dibutuhkan

Torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Jadi, torsi adalah kemampuan mesin untuk melakukan kerja. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut.

$$T = F \times r \text{ (N.m)}$$

Dimana :

$$T = \text{Torsi benda berputar (N.m)}$$

$$F = \text{gaya dari benda yang berputar (N)}$$

$$r = \text{jarak benda kepusat rotasi (m)}$$

Maka untuk perhitungan Torsi yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

➤ Diketahui :

Dari hasil perhitungan, maka diperoleh jarak benda kepusat rotasi sebesar (*roller* yang digerakkan) 260 mm = 0,26 m

➤ Ditanya :Berapa Torsi yang dibutuhkan?

➤ Penyelesaian:

- Setelah nilai gaya (F) dan jarak gaya dengan pusat putar diketahui, maka dapat dicari nilai torsi dengan sebagai berikut:

$$T_1 = F \times r \text{ (N.m)}$$

$$T_1 = 9,5\text{kgf} \times 0,26 \text{ m}$$

$$T_1 = 2,47\text{kgf}$$

$$T_1 = 24,23 \text{ Nm}$$

Jadi torsi minimal yang bekerja pada *Feeder* adalah sebesar 24,23 Nm

3.3.3 Perhitungan Torsi Motor yang tersedia

➤ Diketahui:

$$N = 160 \text{ rpm (spesifikasi)}$$

$$P = 120 \text{ W (spesifikasi)}$$

$$r = 19,85 \text{ mm} = 0,01985 \text{ m (jari-jari roller feeder)}$$

Ditanya : Berapa Torsi motor yang tersedia?

➤ Penyelesaian :

$$P = \frac{2\pi \cdot N \cdot T_2}{60}$$

$$120 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 160 \cdot T_2}{60}$$

$$T_2 = 7,16 \text{ Nm}$$

➤ Torsi motor aktual dipengaruhi oleh gaya gesek antara roller feeder dan kawat las :

$$T_{2a} = T_2 \cdot \mu \quad (\mu = 0,7, \text{ baja pada baja}) \quad (\text{Jurnal } \textit{Science Tech} \text{ vol.3, no.2, 2017})$$

$$= 7,16 \cdot 0,7$$

$$= 5,012 \text{ Nm}$$

$$F_2 = \frac{T}{r}$$

$$= \frac{5,012}{0,01985}$$

$$= 252,49 \text{ N}$$

$$= 25,74 \text{ kgf}$$

Jadi, kesimpulannya meskipun Torsi *feeder* yang dibutuhkan lebih besar dari Torsi *feeder* yang tersedia namun roller masih bisa bergerak dikarenakan gaya yang tersedia lebih besar dibandingkan gaya yang dibutuhkan karena $F_2 > F_1$ yaitu $25,74 \text{ kgf} > 9,5 \text{ kgf}$.

3.3.4 Perhitungan Daya Motor Yang Dibutuhkan

Daya motor merupakan besarnya kerja motor selama kurun waktu tertentu. Daya merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor itu sendiri. Adapun rumus dari perhitungan daya itu sendiri adalah sebagai berikut:

$N_{\text{motor}} = 2,307 \text{ rpm}$ (Didapatkan dari hasil pengukuran menggunakan alat ukur tachometer)

$$P = \frac{2\pi \cdot N \cdot T}{60}$$

Maka, daya motor yang dibutuhkan :

$$P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2,307 \cdot 24,23}{60}$$

$$= 5,85 \text{ Watt}$$

3.3.5 Perhitungan Daya Motor Yang Tersedia

Dengan menggunakan rumus :

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

Dimana :

$P = \text{Daya (Watt)}$

$V = \text{Tegangan Motor (V)}$

$I = \text{Kuat Arus Motor (A)}$

$\cos \varphi = 1$

Maka perhitungan daya motor yang tersedia adalah sebagai berikut:

➤ Diketahui :

- Tegangan motor *Direct Current* = 24 V (didapat menggunakan alat multimeter)

- Kuat Arus motor *Direct Current* = 5 A (didapat menggunakan alat multimeter)

➤ Ditanya: Berapa daya motor yang ada?

➤ Penyelesaian :

- Maka daya motornya:

- $P = V_p \times I \times \cos \phi$

$$= 24 \text{ V} \times 5 \text{ A} \times 1$$

$$= 120 \text{ Watt}$$

Jadi, Daya yang tersedia lebih besar dari daya yang dibutuhkan = 120 Watt > 5,85 Watt

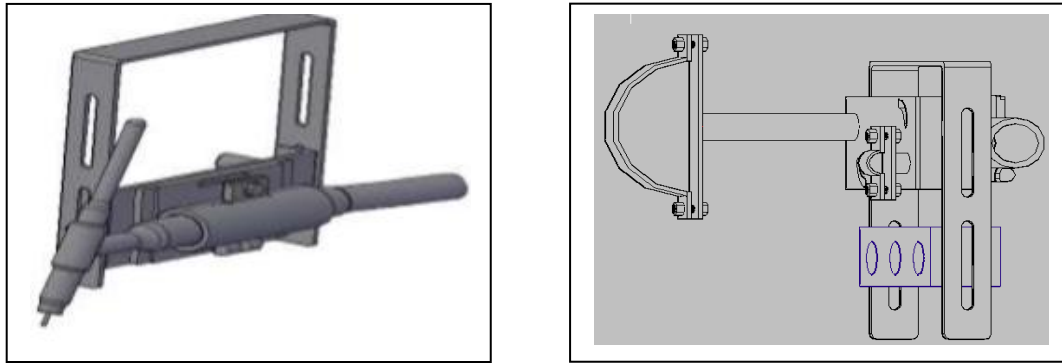
3.4 Fabrikasi

Proses produksi atau lebih dikenal dengan proses fabrikasi mesin ini yaitu sama dengan proses produksi mesin-mesin pada umumnya. Sebagian besar pembuatan komponen-komponennya dengan cara proses pengelasan dan milling, untuk mendapatkan hasil sambungan dan bentuk yang baik serta kuat. Sedangkan untuk penyambungan komponen dilakukan dengan cara mur dan baut. Hal ini dimaksudkan agar lebih mudah dalam proses perakitan dan perawatannya, karena sebagian besar komponennya harus dilepas pada saat pembersihan mesin dari kotoran-kotoran yang dapat merusak kinerja mesin.

Proses produksi dari masing-masing komponen sebagai berikut :

3.4.1 *Bracket Torch*

Bracket torch merupakan komponen pemegang dari *torch* las TIG dan MIG tersebut. Dimensi dari *torch* tersebut dengan panjang 225 mm dan berdiameter 28 mm. Sedangkan untuk *bracket torch* tersebut menggunakan besi dengan dimensi 170 x 70 mm dengan ketebalan 5 mm. Desain rangka yang akan dibuat sebagai berikut.



(a)

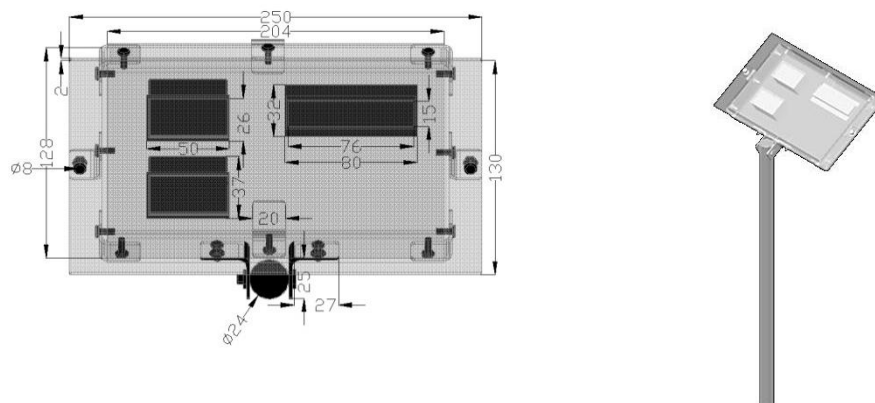
(b)

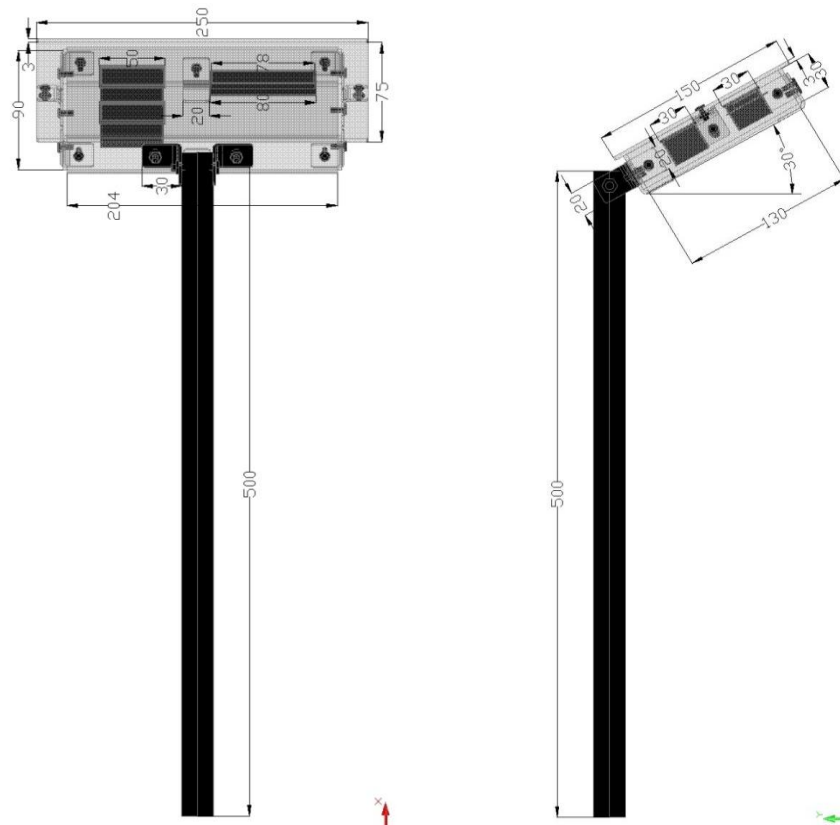
Gambar 3.10 Desain Bracket Torch (a) Sebelum (b) sesudah modifikasi

Proses fabrikasi pada komponen *bracket torch* menggunakan las listrik. Pada bagian dudukan yang menempel pada *shaft* dilubangi dan dibuat sliding dengan menggunakan bor berdiameter 7 mm untuk pemasangan baut. Setelah itu dilakukan proses penghalusan pada sudut-sudut dan hasil las-lasan agar terlihat rapi. Proses terakhir adalah pengecatan yang bertujuan untuk melindungi rangka dari karat.

3.4.2 Panel Kontrol

Panel kontrol berfungsi untuk menampilkan informasi seperti tingkat kecepatan Motor *direct current*, putaran ulir *torch* las TIG, arus yang digunakan Motor *direct current*, dan voltase yang digunakan Motor *direct current*. Panel kontrol terbuat dari bahan akrilik bening yang memiliki ketebalan 3mm. panel kontrol memiliki dimensi seperti gambar dibawah ini :





Gambar 3.11 Desain Panel Informasi

3.5 Proses Perakitan

Setelah proses fabrikasi komponen, dilakukan proses perakitan Modifikasi Las GTAW dengan penambahan *Feeder* las GMAW berikut adalah langkah-langkah perakitan Modifikasi Las GTAW dengan penambahan *Feeder* Las GMAW untuk pengelasan:

3.5.1 Pemasangan *Torch* MIG ke *Bracket Torch*

Pemasangan *Torch* dimulai dengan memasang baut dengan menggunakan kunci ring ukuran 10 mm.



Gambar 3.12 Pemasangan *Torch* MIG ke *Bracket Torch*

3.5.2 Pemasangan Selang *Torch* ke *Feeder*

Pada proses ini dilakukan pemasangan selang yang dihubungkan ke feeder dengan menggunakan tangan (manual).



Gambar 3.13 Pemasangan Selang *Torch* ke *Feeder*

3.5.3 Pemasangan *power supply* dan saklar pada panel kontrol

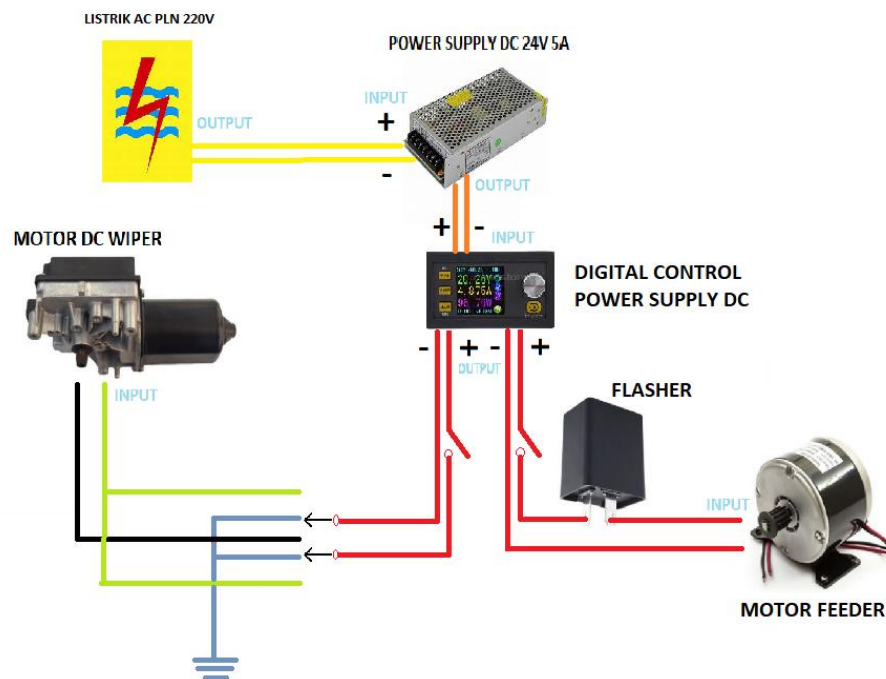
Untuk memenuhi kebutuhan dari *feeder* maka dibutuhkan penambahan *power supply direct current 24v 5A*. *PowerSupply* dipasang ke *feeder* menggunakan *Digital Control* untuk mengatur tegangan listrik yang mengalir ke

motor *feeder* agar *feeder* dapat mengeluarkan kawat sesuai kecepatan yang diinginkan.



Gambar 3.14 Pemasangan *power supply* dan saklar pada panel kontrol

Berikut ini merupakan skema kelistrikan yang ada pada modifikasi mesin las TIG dengan penambahan *Feeder* las MIG.



Gambar 3.15 Skema kelistrikan

3.5.4 Pemasangan Plat Pada Dudukan Plat

Pada Pemasangan Plat Pada Dudukan Plat dilakukan dengan menggunakan baut dan mur dan dikencangkan menggunakan kunci ring ukuran 10 mm.



Gambar 3.16 Pemasangan Plat Pada Dudukan Plat

3.5.5 Pemasangan Regulator dan Flowmeter Gas Argon

Pada pemasangan regulator dilakukan dengan menambahkan *seal tip* untuk mencegah kebocoran, kemudian memasang baut pengunci dengan menggunakan kunci pas ukuran 24 mm. Regulator kemudian dihubungkan dengan selang menuju inverter mesin las TIG, untuk mengalirkan gas ke *torch* dan dikeluarkan saat *torch* las TIG menyalakan busur las.



Gambar 3.17 Regulator dan Flowmeter Gas Argon

3.5.6 Hasil Perakitan



Gambar 3.18 Hasil Perakitan

Setelah selesai dirakit, gambar diatas menunjukkan hasil perakitan modifikasi las GTAW dengan penambahan *feeder* GMAW.

BAB IV

PENGARUH VARIASI KECEPATAN LINIER TERHADAP KUALITAS HASIL LAS SECARA VISUAL

4.1 Tahap-Tahap Mengaktifkan dan Menonaktifkan Mesin Las Modifikasi

Setelah proses fabrikasi dan pemasangan mesin, maka diperlukan penyalaaan mesin guna mengetahui apakah mesin ini telah memiliki mekanisme yang tepat sehingga dapat melakukan pengelasan semi otomatis secara optimal. Secara garis besar tahapan mengaktifkan sebagai berikut :

1. Pastikan semua sumber sudah terpasang dengan benar.
2. Cek isi gas Argon masih tersedia atau sudah kosong.
3. Buka katup gas Argon dengan 7 L/menit
4. Setel kuat arus pada 60 Ampere.
5. Sambungkan handphone dengan program arduino yang sudah terpasang pada mesin
6. Atur tegangan dari motor DC untuk mengatur kecepatan dan atur kecepatan *feeder* pada *flasher*
7. Posisikan on saklar pada motor DC dan atur gerakan motor DC kekanan atau kekiri.
8. Amati motor DC, jika sudah mendekati benda kerja nyalakan las TIG menggunakan program arduino melalui handphone dan menyalakan motor *feeder* secara bersamaan.

Secara garis besar tahapan menonaktifkan sebagai berikut

1. Sebelum mencapai ujung benda kerja, *turn off* dahulu mesin las TIG menggunakan handphone dengan program arduino.
2. Turn off semua saklar yang sudah pada posisi on.
3. Amati benda kerja dengan cara melihat secara visual hasil las dengan variasi kecepatan linier.

4.2 Pengujian Dengan Cara Tak Merusak/NDT

Uji Visual

Uji visual merupakan salah satu metode pemeriksaan yang paling banyak digunakan. Uji visual tidak memerlukan peralatan tertentu dan oleh karenanya relatif murah selain itu juga cepat dan mudah dilaksanakan. Uji visual yang digunakan untuk inspeksi hasil pengelasan, pengelasan dinyatakan baik secara uji visual adalah sebagai berikut:

(<https://www.scribd.com/doc/52516546/pemeriksaan-dan-pengujian-hasil-las>)

1. Tidak ada *Surface porosity* yaitu lubang kecil gelembung gas.
2. Tidak ada *Pin hole* yaitu lubang jarum kecil tapi dalam.
3. Pengelasan yang berkelanjutan.
4. Tidak ada *Surface crack* yaitu retak pada jalur las.
5. Peleburan plat atas menyatu dengan baik dengan plat bawah.

4.3 Hasil Percobaan

Dari masing-masing tahapan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

4.3.1 Pengujian Mekanisme Mesin Las

Pertama-tama dilakukan pengaturan sudut pada torch TIG sebesar 90^0 dan torch MIG sebesar 55^0 searah poros holder dan 60^0 tegak lurus poros holder. Setelah itu benda kerja harus dipasang padaudukan benda kerja las dan dibaut sehingga pada saat pengelasan tidak bergerak.

Pengujian mekanisme kerja mesin dilakukan dengan cara motor listrik berputar dengan putaran yang telah direduksi. Setelah itu putaran akan ditransmisikan ke pulley 1 dan ditransmisikan ke pulley $\frac{1}{2}$ yang telah disambung menggunakan *v-belt*.

Di bagian lainnya ada *feeder* yang mengumpankan kawat dengan bantuan motor listrik yang disalurkan melalui selang las lalu menuju ke torch MIG dan terbakar karena panas dari torch TIG.

Setelah semua telah tersambung maka pulley $\frac{1}{2}$ akan berputar menggerakkan *shaft* berulir yang akan menggerakkan *torch holder*. Pengujian berikutnya yaitu dengan melakukan variasi pada jarak tungsten ke benda kerja, kuat arus pengelasan, kecepatan pengelasan, dan putaran *flasher* motor *feeder*.

4.3.2 Pengujian Kualitas Hasil Las dengan Variasi kecepatan linier pengelasan

Jenis plat benda kerja yang digunakan adalah plat besi dengan ketebalan 1,5 mm. Pengujian dilakukan pada satu plat dengan variasi kecepatan linier sebesar 0,5 mm/s , 1 mm/s, dan 1,5 mm/s, pengujian ini menggunakan kuat arus sebesar 60 ampere, serta jarak tungsten sejauh 0,5 mm (diukur menggunakan fuller). Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui variasi yang paling bagus untuk

pengelasan pada plat setebal 1,5 mm. Hasil pengujian kualitas pengelasan berdasarkan variasi kecepatan linier dapat dilihat pada tabel 4.1

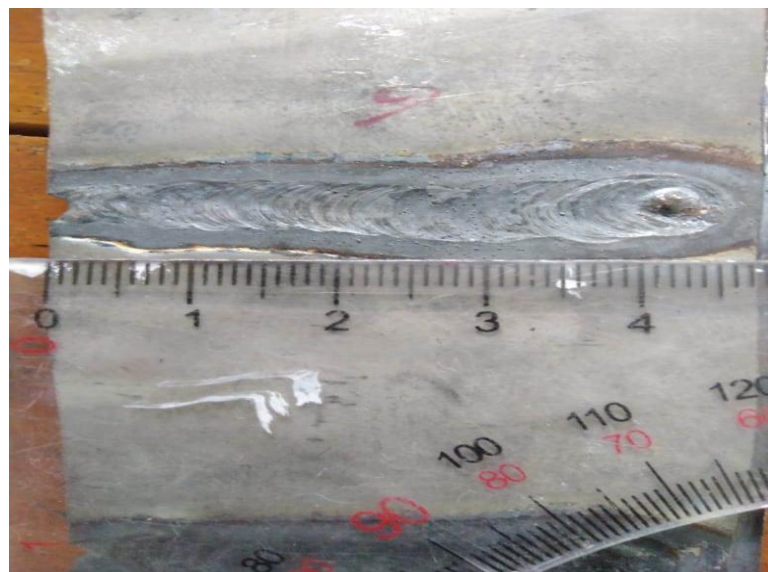
Tabel 4.1 Hasil pengujian kualitas pengelasan berdasarkan variasi kecepatan linier

No.	Variasi	Tebal Plat (mm)	Kecepatan linier (mm/s)	Kuat Arus (Ampere)	Jarak Tungsten (mm)	Kecepatan Feeder (mm/s)
1.	1	1,5	0,5	60	0,5	2
2.	2	1,5	1	60	0,5	4
3.	3	1,5	1,5	60	0,5	6

Uraian hasil pengujian :

Hasil Percobaan pada variasi 1 adalah sebagai berikut:

Pada pengujian pengelasan plat dengan ketebalan 1,5 mm dengan variasi kecepatan linier, pada kecepatan linier 0,5 mm/s, jarak tungsten 0,5 mm, kuat arus 60 A dan kecepatan feeder 2 mm/s dihasilkan hasil lasan yang baik karena nyala api yang stabil dan tidak timbul percikan api saat proses pengelasan.



Gambar 4.1 Hasil Pengelasan pada variasi 1

Hasil Percobaan pada variasi 2 adalah sebagai berikut:

Pada pengujian pengelasan plat dengan ketebalan 1,5 mm dengan variasi kecepatan linier, pada kecepatan linier 1 mm/s, jarak tungsten 0,5 mm, kuat arus 60 A dan kecepatan feeder 4 mm/s dihasilkan hasil lasan yang cukup baik masih sama halnya seperti pada variasi 1, yaitu nyala api yang stabil, tidak timbul percikan las dan tidak terjadi lubang pada benda kerja.



Gambar 4.2 Hasil Pengelasan pada variasi 2

Hasil Percobaan pada Variasi 3 adalah sebagai berikut:

Pada pengujian pengelasan plat dengan ketebalan 1,5 mm dengan variasi kecepatan linier, pada kecepatan linier 1,5 mm/s, jarak tungsten 0,5 mm, kuat arus 60 A dan kecepatan feeder 6 mm/s, dihasilkan hasil lasan yang tidak terlalu baik karena pada kecepatan 1,5 mm/s pengumpan terlalu cepat bergerak ke nyala api dan juga pemakanan nya terlalu cepat mengakibatkan hasil las an yang tidak stabil.



Gambar 4.3 Hasil Pengelasan pada variasi 3

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari keseluruhan hasil modifikasi las GTAW semi otomatis dengan penambahan *feeder* las GMAW, maka dapat disimpulkan :

1. Desain mesin las GTAW semi otomatis dengan penambahan *feeder* las GMAW dimulai dari desain *bracket torch*, dan *feeder*.
2. Dari desain yang telah dibuat maka langkah selanjutnya adalah proses fabrikasi *bracket torch*, kemudian pembelian *feeder* dan kawat pengumpan.
3. Modifikasi mesin las GTAW semi otomatis dengan penambahan *feeder* las GMAW dimulai dari desain alat, perhitungan komponen, fabrikasi alat dan pemasangan.
4. Dari semua variasi didapat kesimpulan bahwa hasil las terbaik didapatkan pada jarak tungsten ke benda kerja sebesar 0,5 mm, kuat arus sebesar 60 A, kecepatan pengelasan 0,5 mm/s, dan kecepatan *feeder* sebesar 2 mm/s.
5. Modifikasi mesin mesin las GTAW semi otomatis dengan penambahan *feeder* las GMAW bertujuan untuk meringankan tugas *welder* serta mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi pengelasan sehingga mendapatkan hasil las yang diinginkan.

5.2 Saran

Ada beberapa saran dari penulis yang berguna untuk meningkatkan kualitas, yang belum dapat direalisasikan oleh penulis, yaitu :

1. Diperlukan persiapan yang teliti sebelum menggunakan alat las.
2. Diperlukan ruangan dengan sirkulasi udara yang baik.

3. Diharuskan memakai APD untuk kerja las selama pengoperasian.
4. Diharuskan berhati-hati karena mesin menghasilkan suhu yang tinggi dan pelindung gas juga berbahaya bila terhirup terus menerus.
5. Pengujian hanya dilakukan dengan ketebalan plat 1,5 mm, maka dari itu diperlukan percobaan dengan ketebalan plat yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM INTERNATIONAL. (1993). *ASM HANDBOOK VOLUME 6 WELDING BRAZING AND SOLDERING*. United States.
- Gupta, R. J. (1980). *A Text Book Of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House Ltd.
- Muhammad Hafid Huda, S. J. (2017). Pengaruh Pengelasan TIG dan MIG Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Pada Sambungan Pelat Alumunium 5083 .
- Nursalim, W. (2016). *Relevansi Kompetensi Mata Pelajaran Produktif Pengelasan di SMKN 1 Sedayu dengan Kompetensi Las di Industri DIY*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- P., O. S. (2016). Pengaruh Posisi Sudut Torch Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis pada Sambungan Las TIG bahan AA 5083 H116 dan Elektroda ER 5356. Abstract.
- Prof. Dr. Ir. Harsono Wiryosumarto, P. D. (2000). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Welders, M. (2011, Januari 21). Retrieved Juni 10, 2018, from YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=tNYmo2_DI6c
- Widharto, S. (2013). *Welding Inspections*. Jakarta: Mitra Wacana Media.