

**PEMBUATAN DAN PENGUJIAN ALAT
PENGGERAK OTOMASI UNTUK
PENGELASAN GMAW / MIG (*METAL INERT GAS*)
MAGNESIUM AZ31**

(Skripsi)

Oleh

DIAN TRIAJI RAMDAN



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

PEMBUATAN DAN PENGUJIAN ALAT PENGGERAK OTOMASI UNTUK PENGELASAN GMAW / MIG (METAL INERT GAS) MAGNESIUM AZ31

Oleh

Dian Triaji Ramdan

Beberapa masalah yang timbul pada penelitian bidang pengelasan manual yaitu hasil sambungan las tidak lurus dan tidak konsisten yang disebabkan adanya perbedaan pada tingkat keahlian operator las serta kondisi fisik dan psikis operator las, sehingga diperlukan penelitian pada pada bidang pengelasan otomasi untuk menunjang penelitian dibidang pengelasan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun sistem penggerak las MIG (metal inert gas) agar kualitas sambungan las sesuai dengan standar pengelasan dan hasil sambungan las bisa konsisten sehingga dapat mendukung penelitian di bidang pengelasan. Untuk memenuhi tujuan penelitian ini peneliti menggunakan metode deskriptif, dimana langkah-langkah dalam merancang bangun sistem penggerak las MIG adalah identifikasi kebutuhan pemakai, desain alat, penetapan spesifikasi, manufaktur komponen dan pengujian lintasan gerak. Dengan menggunakan adruino, input perintah diberikan dalam bentuk sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*). Lintasan gerak pada sistem penggerak dapat berbentuk garis lurus maju dan mundur dengan mengikuti kecepatan input perintah yang diberikan. Kecepatan gerak las dapat diatur, dapat dimulai dengan kecepatan gerak dengan kemampuan motor penggerak dari kecepatan 17,19 rpm sampai 110 rpm, dapat dinaikkan dengan interval 0,39 rpm dan kecepatan 84,04 rpm sampai 539 rpm pada rasio reduksi yang dihasilkan motor penggerak terhadap sproket. Pengujian lintasan gerak menunjukkan hasil yang baik. Sambungan las terlihat lurus dan rapih. Sistem penggerak las MIG yang dikembangkan menunjukkan pergerakan yang cukup bagus dan dapat mendukung upaya penelitian dibidang pengelasan.

Kata kunci : kualitas sambungan las, las MIG, sistem penggerak

ABSTRACT

MANUFACTURE AND TESTING FOR AUTOMATION MOVEMENT TOOLS WELDING GMAW / MIG (METAL INERT GAS) MAGNESIUM AZ31

By

Dian Triaji Ramdan

Some problems that arise in research in the field of manual welding are the results of welding joints that are not straight and inconsistent due to differences in the level of expertise of the welding operator and the physical and psychological conditions of the welding operator, so research is needed in the field of welding automation to support research in the field of welding. This study purpose to design the construction of a MIG (metal inert gas) welding drive system so that the quality of the welding connection is made with welding standards and the results of the welding connection can be consistent so that it can support research in the field of welding. To meet the objectives of this study, researchers used a descriptive method, where the steps in designing the building of the MIG welding drive system were the identification of user needs, tool design, specification setting, component manufacturing and motion tracking testing. By using adruino, the command input is given in the form of a PWM (Pulse Width Modulation) signal. The trajectory of motion in the drive system can be shaped straight forward and backward by following the speed of the input commands given. The speed of the welding motion can be regulated, it can be started with the speed of movement with the ability of the driving motor from speeds of 17.19 rpm to 110 rpm, can be increased at intervals of 0.39 rpm and speeds of 84.04 rpm to 539 rpm at the reduction ratio produced by the motor drive to sprocket. Testing of the motion trajectory shows good results. Welding joints look straight and neat. The MIG welding drive system developed shows good movement and can support research efforts in the field of welding.

Keywords: quality of welded joints, MIG welding, drive systems

**PEMBUATAN DAN PENGUJIAN ALAT
PENGGERAK OTOMASI UNTUK
PENGELASAN GMAW / MIG (*METAL INERT GAS*)
MAGNESIUM AZ31**

Oleh

DIAN TRIAJI RAMDAN

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar

SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2019

Judul Skripsi : **PEMBUATAN DAN PENGUJIAN ALAT
PENGGERAK OTOMASI UNTUK
PENGELASAN GMAW / MIG (METAL
INERT GAS) MAGNESIUM AZ31**

Nama Mahasiswa : **Dian Triaji Ramdan**

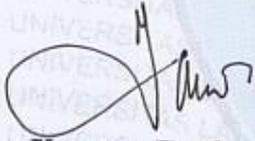
Nomor Pokok Mahasiswa : 1215021030

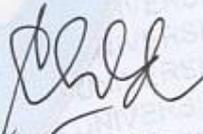
Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

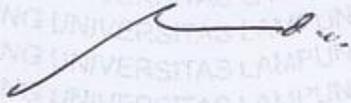
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Dr. Ir. Yanuar Burhanuddin, M.T.
NIP 19640506 200003 1 001

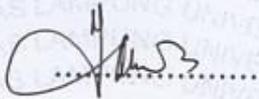

Tarkono, S.T., M.T.
NIP 19700415 199802 1 001

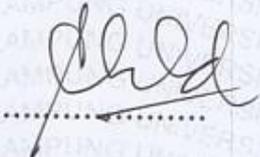
2. Ketua Jurusan Teknik Mesin

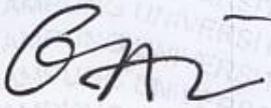

Ahmad Su'udi, S.T., M.T.
NIP 19740816 200012 1 001

MENGESAHKAN

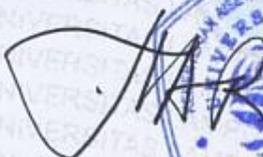
1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Ir. Yanuar Burhanuddin, M.T. 

Sekretaris : Tarkono, S.T., M.T. 

**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Gusri Akhyar Ibrahim, S.T., M.T.** 

2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D.
NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 Oktober 2019

PERNYATAAN PENULIS

TUGAS AKHIR INI DIBUAT SENDIRI OLEH PENULIS DAN BUKAN HASIL PLAGIAT SEBAGAIMANA DIATUR DALAM PASAL 27 PERATURAN AKADEMIK UNIVERSITAS LAMPUNG DENGAN SURAT KEPUTUSAN REKTOR NO. 3187/H26/DT/2010.

YANG MEMBUAT PERNYATAAN



DIAN TRIAJI RAMDAN
NPM. 1215021030

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bogor pada tanggal 8 Maret 1994 sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara pasangan Bapak Ali dan Ibu Suwarni. Pendidikan penulis diawali dari sekolah tingkat dasar SDN Citayam 04, kota Depok ditempuh pada tahun 2000-2005. Pada tahun penulis melanjutkan di sekolah menengah pertama SMPN 1

Bojong Gede Kabupaten Bogor diselesaikan pada tahun 2008. Kemudian penulis pada tahun melanjutkan di sekolah SMKN 1 Cibinong jurusan pemesinan diselesaikan pada tahun 2012. Semasa sekolah penulis memiliki pengalaman kerja praktek di PT.RAHAYU SENTOSA Bogor, Jawa Barat.

Dan pada tahun 2012 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi internal kampus, yaitu sebagai pengurus Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) sebagai Anggota Bidang Dana Dan Usaha 2014 – 2015. Selain itu penulis aktif dalam UKM Koperasi Mahasiswa Universitas Lampung. Pada bidang akademik, pada tahun 2015 penulis melaksanakan kerja praktek di PT. Kereta Api Indonesia Sub Divisi Regional IV Tanjungkarang. Dan pada tahun 2019 penulis melakukan penelitian pada bidang konsentrasi Produksi sebagai Tugas Akhir “Pembuatan Dan Pengujian Alat Penggerak Otomasi Untuk Pengelasan Gmaw / Mig (Metal Inert Gas) Magnesium Az31” dibawah bimbingan Bapak Dr. Ir. Yanuar Burbanuddin, M.T. dan Bapak Tarkono, S.T., M.T.

MOTTO

“Dan Allah Mengeluarkan kamu dari perut Ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatupun, dan dia memberi kamu pendengaran, penglihatan, dan hati, agar kamu bersyukur”

(QS. An Nahl: 78)

“Cara terbaik meramalkan masa depan Anda adalah dengan menciptakan masa depan itu sendiri.”

(Abraham Lincoln)

“Bermimpilah seakan kau akan hidup selamanya.

Hiduplah seakan kau akan mati hari ini. “

(James Dean)

“Keberhasilan bukanlah milik orang pintar. Keberhasilan adalah kepunyaan mereka yang senantiasa berusaha”

(B.J. Habibie)

PERSEMBAHAKAN***Ibu dan Ayahku Tercinta***

Semua pengorbanan, keringat kerja keras dan kasih sayang yang selalu kalian berikan menjadikanku lebih kuat dalam melangkah dan mampu pada kalianlan aku memandang marah adalah nasehat yang berguna

Kakak Tercinta

Teringat ketika kita bermain tertawa bersama, walau terkadang ada pertengkaran namun selalu penuh kehangatan kasih sayang dan kebersamaan

Dosenku yang sangat berjasa

Kalian ibarat sebuah lilin yang menghabiskan dirinya untuk mencerahkan kehidupan orang lain, selalu membagi ilmu dan wawasannya tanpa kenal lelah

Calon Pendamping Hidupku

Senantiasa selalu memberi motivasi dan semangat dalam belajar, berbagi waktu suka maupun duka

Sahabat Mesin '12

Yang selalu memberi semangat dan berdiri tegap disampingku saat suka maupun duka, berbagi nasihat dan keceriaan

Almamater kebanggaanku Fakultas Teknik Universitas Lampung

Republik Indonesia

SANWACANA

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Bismillahirrahmanirrahim, segala puji bagi Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayahnya kepada penulis. Sehingga penulis selalu mendapat kelancaran dan kemudahan dalam penulisan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi besar kita Muhammad SAW, serta para keluarga dan sahabat Nya hingga akhir zaman.

Alhamdulillahirabbilalamin, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan ini sebagai salah satu syarat dalam meraih gelar sarjana teknik pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung. Skripsi ini berjudul "PEMBUATAN DAN PENGUJIAN ALAT PENGGERAK OTOMASI UNTUK PENGELASAN GMAW / MIG (METAL INERT GAS) MAGNESIUM AZ31" Dalam proses penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bimbingan, motivasi dan bantuan baik secara moral maupun materil oleh banyak pihak. Untuk itu dengan sepuh ketulusan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Ahmad Su'udi, S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung, yang telah membantu kelancaran selama penyelesaian tugas akhir penulis.
3. Bapak Dr. Ir. Yanuar Burbanuddin, M.T. selaku pembimbing utama tugas akhir, terima kasih atas semua arahan, bimbingan, segala nasehat dan juga motivasinya terhadap penulis serta ilmu yang diberikan selama penyelesaian tugas akhir penulis.
4. Bapak Tarkono, S.T., M.T selaku dosen pembimbing pendamping tugas akhir, terima kasih atas semua saran-saran, bimbingan, dan juga atas segala kelancaran selama penyelesaian tugas akhir penulis.

5. Bapak Dr. Gusri Akhyar Ibrahim, S.T.,M.T. selaku dosen pembahas tugas akhir, terima kasih atas semua saran-saran, perbaikan yang sangat membangun.
6. Kedua orang tuaku tercinta Bapak Ali dan Ibu Suwarni yang selalu memberikan kasih sayang, sabar menunggu dan mendoakan atas harapan akan kesuksesan penulis hingga dapat menyelesaikan studi S-1.
7. Kepada Kakakku : Aziz Febrianto, A. Md dan Desty Putri Sari terima kasih atas dukungan, motivasi, pengertian, doa dan kasih sayangnya.
8. Kepada Santi Mulyani, S.Pd. yang selalu sabar dan selalu memberikan semangat pada penulis agar tidak bermalas-malasan dalam mengerjakan skripsi ini.
9. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesinatas ilmu yang diberikan selama penulis melaksanakan studi, baik materi akademik maupun teladan dan motivasi untuk masa yang akan datang.
10. Rekan-rekan sahabat terbaik : Khabod Alef CH, Beni Hartawan, Dimas Andika, Aditya Pratama, Jeckson Maniburi dan teman teman diluar lingkup semoga rasa kebersamaan dan kekeluargaan ini akan selalu ada untuk selamanya. Dan rekan-rekan Teknik Mesin 2012 semua yang tidak bisa disebut namanya satu persatu. Semoga kebersamaan ini tetap terjaga hingga akhir hayat, “SOLIDARITY FOREVER”.

Terimakasih penulis ucapkan atas bantuan yang diberikan sehingga terselesaikannya skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Bandar Lampung, Oktober 2019
Penulis

Dian Triaji Ramdan
NPM.1215021030

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	i
HALAMAN JUDUL.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	.iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
PERNYATAAN PENULIS..	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
HALAMAN MOTTO.	ix
HALAMAN PERSEMBAHAN.	x
SANWACANA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
 BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Sistematika Penulisan.....	4
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Pengelasan.....	6
B. Pembagian Pengelasan.....	7
1. Pematrian.....	7

2. Solid State Welding.	7
3. Fusion Welding.	8
a. SMAW (<i>Shieled Metal Arc Welding</i>).	8
b. GTAW (<i>Gas Tungsten Arc Welding</i>).	8
c. SAW (<i>Submerged Arc Welding</i>).	8
d. GMAW (<i>Gas Metal Arc Welding</i>).	9
C. Parameter Pengelasan.	13
1. Kecepatan Pengelasan.	13
2. Kuat arus Pengelasan.	14
3. Heat Input Pengelasan.	15
D. Pengelasan Magnesium.	15
E. Otomasi Pengelasan.	16
F. Perangkat Penggerak Pengelasan Otomasi.	17
1. Motor DC.	17
2. Driver Motor.	18
3. Aduino.	18
4. Penggerak Poros Ulir.	20
5. Rantai.	22
G. Pengujian.	27
1. Pemeriksaan Kelurusan.	27
2. Pengukuran Sudut.	30
3. Pengukuran Linier.	32

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat Dan Waktu Penelitian.	35
B. Alat Dan Bahan Pembuatan Penggerak Alat Las.	35
1. Alat.	35
a. Mesin Las.	35
b. Mesin Bor.	36
c. Mesin Bubut.	36
d. Mistar Sorong.	36
e. Mesin Gerinda.	36
f. Mesin Skrap.	37
2. Bahan.	37
a. Magnesium.	37
b. Besi Hollow.	37
c. Batang Ulir Panjang.	38
d. Bantalan (<i>Bearing</i>).	38
e. Motor Penggerak.	38
f. Motor Servo.	39
g. Kabel Jumper.	39
h. Power Supply.	40

i. Komputer	40
C. Alur Penelitian.....	41
D. Metodologi Dan Perancangan Alat Penggerak Pengelasan.	42
1. Analisa Kebutuhan.	42
2. Konseptual Desain Alat Penggerak Pengelasan.....	42
3. Detail Desain.	46
4. Analisa Data Dan Pengujian.	48

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemilihan kosep sistem penggerak pengelasan GMAW/MIG.....	49
1. Evaluasi Konsep.....	49
2. Pemilihan konsep solusi.....	50
B. Embodiment Desain.	51
C. Manufaktur dan instalasi sistem penggerak.	55
1. Motor penggerak.	55
2. Mekanik.....	61
3. Pengendali.....	64
D. Perakitan sistem penggerak pengelasan.	66
E. Pengujian sistem penggerak pengelasan.	68
1. Perhitungan kecepatan gerak pengelasan.....	68
2. Pengujian panjang lintasan pengelasan	69
3. Perhitungan waktu pengelasan.....	71
4. Perhitungan laju kawat las.....	72
5. Pengujian kelurusan.	73
6. Hasil pengelasan.....	74
F. Analisa kegagalan sistem.	76
G. Penelitian Lanjutan.....	78

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

A. SIMPULAN.	80
B. SARAN	81

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Daerah lasan.....	7
Gambar 2. Pengelasan MIG.....	10
Gambar 3. Welding gun las MIG.....	11
Gambar 4. Bentuk-bentuk pipa kontak.....	12
Gambar 5. Nozzle gas pelindung.....	13
Gambar 6. Pengaruh kecepatan pengelasan terhadap penetrasi dan lebar lajur las.....	14
Gambar 7. Pengaruh arus listrik dan kecepatan pengelasan terhadap hasil sambungan las.....	14
Gambar 8. Aplikasi Las MIG.....	16
Gambar 9. Parameter pada pengelasan MIG Magnesium.....	16
Gambar 10. Motor DC Sederhana.....	17
Gambar 11. Driver motor BTS790.....	18
Gambar 12. <i>Board arduino</i>	19
Gambar 13. Sinyal Pulse Width Modulation (PWM).....	19
Gambar 14. Rantai rol.....	23
Gambar 15. Rantai Gigi (silent chain).....	23
Gambar 16. Memeriksa kelurusan permukaan dengan mistar baja.....	28
Gambar 17. Memeriksa kelurusan.....	29
Gambar 18. Contoh hasil pemeriksaan kelurusan yang sudah dinyatakan dalam bentuk garis.....	30
Gambar 19. Busur baja <i>protractor</i>	31
Gambar 20. Bagian umum dari mistar insut dengan skala nonius.....	33
Gambar 21. Bagian-bagian umum mikrometer luar.....	34
Gambar 22. Batang Ulir Panjang.....	38
Gambar 23. Bearing UCFL.....	38

Gambar 24. Motor DC JGB37-550.	39
Gambar 25. Motor Servo JX 6221MG	39
Gambar 26. Diagram alir proses perancangan alat penggerak Pengelasan.	41
Gambar 27. Simbol alternatif komponen	43
Gambar 28. Konsep 1 sistem penggerak alat Pengelasan	44
Gambar 29. Konsep 2 sistem penggerak alat Pengelasan	44
Gambar 30. Konsep 3 sistem penggerak alat Pengelasan	45
Gambar 31. Detail <i>design</i> alat penggerak pengelasan.....	47
Gambar 32. Dimensi motor DC.....	51
Gambar 33. Sproket	52
Gambar 34. Gambar desain dudukan sprocket.....	56
Gambar 35 . Rangkaian sistem penggerak	65
Gambar 36. Pemasangan rantai dan sprocket.....	66
Gambar 37. Instalasi mesin las.....	67
Gambar 38. Instalasi sistem elektronika.....	67
Gambar 39. Sistem penggerak pengelasan setelah dirakit.	68
Gambar 40. Hasil pengelasan	73
Gambar 41. Hasil variasi pengelasan	74
Gambar 42. Diagram Analisa Kegagalan Sistem	76

DAFTAR TABEL

	Halaman
Table 1 . karakteristik rantai gigi menurut IS: 2403-1991	24
Tabel 2. Faktor keamanan rantai	25
Tabel 3. kecepatan yang diizinkan pada sprocket	25
Tabel 4. Power rating	26
Tabel 5. Karakteristik fisik dan thermal material paduan magnesium AZ31..	37
Tabel 6. Pemilihan dan kombinasi konsep solusi.....	42
Tabel 7. Contoh Tabel Pengujian Lintasan Gerak	48
Tabel 8. Parameter Pengelasan	48
Tabel 9. Spesifikasi motor listrik.	51
Tabel 10. Spesifikasi Motor Driver BTS790	65
Tabel 11. Kecepatan gerak pengelasan	68
Tabel 12. Data panjang lintasan	70
Tabel 13. Data waktu pengelasan.....	71
Tabel 14. Laju kecepatan kawat las	72

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam dengan cara di panaskan hingga sampai titik lebur dari logam tersebut dengan memanfaatkan energi panas yang berasal dari gesekan ataupun nyala busur. Pengelasan merupakan suatu proses penting di dalam dunia industry dan merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari pertumbuhan industry, karena merupakan peranan utama dalam rekayasa produksi logam (Budi Santoso, 2014).

Teknik penyambungan dengan cara di las telah diaplikasikan secara luas, seperti pada konstruksi bangunan baja, konstruksi mesin dan konstruksi dalam bidang kesehatan. Luasnya penggunaan teknologi pengelasan di karenakan dalam proses pembuatan suatu konstruksi akan menjadi lebih ringan dan lebih sederhana, sehingga biaya produksi menjadi lebih mudah dan lebih efisien. Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan yang begitu pesat menuntut berkembangnya sumber daya manusia. Banyak usaha orang yang mengembangkan dalam mencari efisiensi-efisiensi yang lebih baik dibidang teknik pengelasan (Saripudin M. 2013)

Las MIG (*Metal Inert Gas*) merupakan proses penyambungan dua material logam atau lebih menjadi satu melalui proses pencairan sebagian, dengan menggunakan elektroda gulungan (*filler metal*) yang sama dengan logam dasarnya (*base metal*) dan menggunakan gas pelindung (*inert gas*). Las MIG (*Metal Inert Gas*) merupakan las busur gas yang menggunakan kawat las sekaligus sebagai elektroda. Elektroda las MIG berupa gulungan kawat (rol)

yang di gerakkan dan di atur motor listrik. Gas yang di gunakan adalah gas argon dan helium sebagai pelindung busur dan logam dari pengaruh atmosfer.

Pengelasan MIG sangat sesuai untuk bahan yang reaktif terhadap oksigen (O^2) seperti magnesium. Magnesium merupakan jenis logam ringan yang memiliki sifat yang diunggulkan, diantaranya memiliki kepadatan rendah, keuletan, kekuatan menengah serta ketahanan korosi yang baik, selain itu magnesium dapat di gunakan sebagai unsur padu untuk memperbaiki sifat mekanik logam seperti aluminium. Magnesium (Mg) merupakan unsur kimia yang memiliki simbol (Mg) dengan nomor atom 12 dan berat atom 24,31 gr/mol. Magnesium termasuk salah satu unsur yang paling banyak penyebarannya dimana menjadi penyusun 2 % dari kerak bumi serta merupakan unsur terlarut ketiga terbanyak pada air laut. Magnesium di gunakan pada peralatan dan produk kehidupan sehari-hari seperti kaleng, kembang api, pelapis tungku, pasta gigi, obat maag. Di lihat dari segi sifatnya, Mg dapat di tempa menjadi lembaran, ditarik menjadi kawat dan ekstruksi menjadi batangan dengan bermacam-macam penampang (Prabowo,2017).

Beberapa masalah yang timbul pada pengelasan adalah perbedaan tingkat keahlian operator las serta perubahan kondisi fisik dan psikis operator las. Hal ini menyebabkan hasil lasan tidak memenuhi standar peraturan las dan kualitas hasil lasan tidak konsisten. Masalah ini lebih dirasakan pada bidang penelitian pengelasan yang membutuhkan konsistensi kualitas hasil lasan.

Untuk itu diperlukan peralatan las dengan gerak otomatis atau semi otomatis untuk menggantikan peran operator las. Dengan otomatisasi las, diharapkan proses pengelasan bisa konsisten sehingga menghasilkan kualitas hasil lasan yang konsisten. Dengan demikian, otomatisasi las bisa diterapkan secara lebih luas di bidang industri dan akan mendukung penelitian di bidang pengelasan.

Beberapa peneliti telah mengembangkan pengelasan menggunakan otomasi. Lee dkk (2011) telah mengembangkan sistem robot las otomatis (Robot

RRXC) yang bekerja di dalam struktur *double hulled* pada proses pembangunan kapal. Robot RRXC telah sukses melaksanakan fungsi pengelasan tanpa finishing tambahan oleh operator las secara manual. Pan dkk (2011) telah mengembangkan sebuah metode *automated offline programming* (AOLP) untuk mengatasi masalah kompleksitas pemrograman pada sistem pengelasan robot, namun system yang dikembangkan adalah system otomasi pengelasan menggunakan robot sehingga dapat dikatakan system yang dikembangkan sangat kompleks. Penerapan lain yang dilakukan Triwibowo dkk (2015) telah mengembangkan sistem otomasi dua sumbu untuk pengelasan MIG material aluminium seri 5083 tebal 3mm yang menghasilkan gerakan lurus dan konstan.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Pembuatan Dan Pengujian Alat Penggerak Otomatis Untuk Pengelasan Gmaw / Mig (*Metal Inert Gas*) Magnesium AZ31”. Dengan adanya penelitian ini diharapkan akan diketahui nilai ketelitian yang dibuat. Sehingga dapat kinerja system otomasi gerak las *MIG* yang dikembangkan untuk mendukung kualitas hasil lasan. Hasil dari penelitian ini akan bermanfaat untuk mendukung usaha usaha penelitian di bidang pengelasan dan memberikan kontribusi pada pengembangan bidang teknologi manufaktur khususnya pada pengembangan sistem otomasi pengelasan magnesium AZ31.

B. Tujuan

Dari latar belakang telah dipaparkan sebelumnya, maka peneliti bermaksud melakukan penelitian:

1. Membuat alat otomasi pengelasan yang dapat bergerak linear sesuai perintah yang diberikan dan alat dapat bergerak sesuai dengan standar pengelasan
2. Menguji alat otomasi pengelasan

C. Batasan Masalah

Batasan masalah diberikan agar pembahasan dari hasil yang didapatkan lebih terarah. Adapun batasan masalah yang diberikan pada penelitian ini, yaitu :

1. Pengelasan yang digunakan dengan metode las MIG (*Metal Inert Gas*)
2. Benda kerja pada media plat magnesium AZ31 dengan tebal 10mm.
Penelitian ini hanya membahas keakuratan gerak sistem kendali untuk pergerakan linier.
3. Sumbu gerak sistem kendali lup terbuka terdiri dari dua sumbu gerak (x)
4. Pengambilan data dilakukan dengan melakukan simulasi gerakan sistem untuk membuat pola gerakan lurus maju dan mundur.

D. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini adalah:

BAB I. PENDAHULUAN

Terdiri dari latar belakang, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan dari penelitian ini.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan tentang pengelasan, *Metal Inert Gas*(MIG), magnesium, dan sistem otomasi.

BAB III. METODE PENELITIAN

Berisikan tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, pelaksanaan penelitian, pengujian kualitas lasan, dan diagram alur penelitian.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Yaitu berisikan pembahasan serta hasil yang berisikan data – data yang didapat dari hasil penelitian dan pembahasannya.

BABV. PENUTUP

Berisikan hal-hal yang dapat disimpulkan dan saran-saran yang ingin disampaikan dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Berisikan literatur-literatur atau referensi-referensi yang digunakan penulis untuk menyelesaikan laporan tugas akhir.

LAMPIRAN

Berisikan beberapa hal yang mendukung penelitian.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

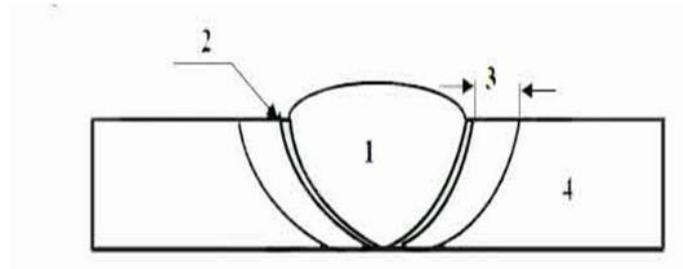
A. Pengelasan

Pengelasan merupakan salah satu bagian yang tidak dapat di pisahkan dari proses pemesinan. Pengelasan merupakan teknik dalam penyambungan logam dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan sehingga menghasilkan sebuah ikatan sambungan. Sedangkan definisi menurut *Deutche Industrie and Normen (DIN)*, las ialah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lebur atau cair (Wiryosumarto dan Okumura, 1996).

Logam akan mengalami pengaruh pemanasan hasil pengelasan dan mengalami perubahan struktur mikro didaerah lasan. Bentuk struktur mikro tergantung pada temperatur tinggi yang dicapai pada pengelasan, kecepatan pengelasan, dan laju pendinginan pengelasan. Daerah logam yang mengalami perubahan struktur mikro akibat mengalami pemanasan karena pengelasan di sebut daerah pengaruh panas (DPP) atau (HAZ) Heat Effekted Zone.

Harsono W (2000), menjelaskan daerah las dapat di bagi dari tiga bagian, yaitu:

1. Logam lasan ialah bagian logam yang pada waktu pengelasan mencair kemudian membeku.
2. Fusion line yaitu garis penggabungan atau garis batas cair antara logam las dan logam induk.
3. Daerah pengaruh panas disebut HAZ (*Heat Effekted Zone*) ialah logam dasar yang bersebelahan dengan logam las selama pengelasan mengalami pemanasan dan pendinginan yang cepat. Pembagian daerah lasan dapat di lihat pada gambar 1.



Gambar 1. Daerah Lasan(Harsono, 2000).

- keterangan :
1. Weld Metal(Logam Las)
 2. Fusion Line(Garis Penggabungan)
 3. HAZ (*Heat Effected Zone*)
 4. Logam Induk

B. Pembagian pengelasan.

Secara proses, pengelasan dapat dibedakan atas beberapa macam antara lain:

1. Pematrian

Pematrian adalah sebuah cara penggabungan dua logam dengan sumber panas dengan menggunakan bahan tambah yang mempunyai titik lebur lebih rendah, pada proses pematrian logam induk tidak ikut melebur. Berikut ini contoh Pematrian :

- a. Soldering
- b. Brazing

2. Solid State Welding

Solid state welding ialah proses pengelasan di mana penggabungan diperoleh dari penerapan tekanan pada benda kerja atau kombinasi antara penerapan tekanan dan panas pada benda kerja. Jika panas digunakan untuk mengelas, suhu yang digunakan di bawah suhu cair logam yang akan dilas. Solid state welding tidak menggunakan bahan tambah. Pengelasan ini dibagi dalam beberapa jenis:

- a. *Diffusion welding* (DFW)
- b. *Friction welding* (FRW)
- c. *Friktion stir welding* (FSW)

- d. *Ultrasonik welding* (USW)
- e. *Forge welding*
- f. *Cold welding* (CW)
- g. *Roll welding* (ROW)
- h. *Hot pressure welding* (HPW)
- i. *Explosions welding* (EXW)

3. Fusion Welding

Proses *fusion welding* menggunakan panas untuk meleburkan benda kerja. Pada beberapa fusion welding, bahan tambah (*filer*) diberikan pada cairan las untuk memfasilitasi proses las dan memberikan kekuatan pada sambungan las. Berikut jenis-jenis pengelasan yang termasuk kedalam jenis *Fusion Welding*

a. SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)

Menurut Salmon, las elektroda terbungkus atau pengelasan busur listrik logam terlindung (*Shielded Metal Arc Welding* atau SMAW) ialah jenis yang paling sederhana dan paling canggih untuk las baja struktural. Proses SMAW sering di sebut proses elektroda tongkat manual. Pemanasan di lakukan dengan busur nyala (listrik) antara elektroda yang dilapis dan logam yang akan di sambung yang kemudian akan menjadi satu dan membeku bersama.

b. GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*)

Menurut Bayu Prasetyo, pengelasan dengan proses GTAW, panas dihasilkan dari busur yang terbentuk dalam perlindungan inert gas (gas mulia) antara elektroda tidak terumpan dengan benda kerja. GTAW mencairkan daerah benda kerja dibawah busur tanpa elektroda tungsten itu sendiri ikut meleleh. Proses ini bisa dikerjakan secara manual atau otomatis (Bayu Prasetyo, 2014).

c. SAW (*Submerged Arc Welding*)

Las busur terendam (SAW) adalah sebuah proses las busur listrik

terumpan yang bekerja secara otomatis. Proses las ini dipatenkan pada tahun 1935 oleh Jones, Kennedy, dan Rothermund. Menjadikan proses las SAW proses pengelasan otomatis pertama yang berkembang di industri. Memiliki mekanisme kerja yang mirip dengan pengelasan semi otomatis seperti GMAW

d. GMAW (Gas Metal Arc Welding)

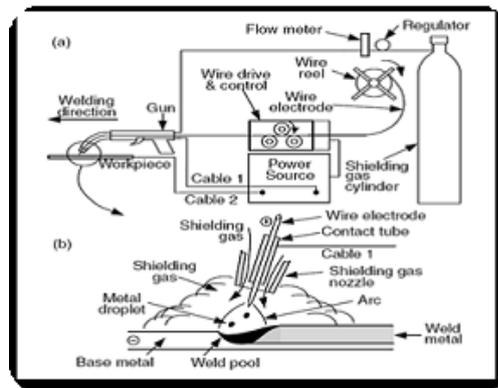
Dalam prosers pengelasan GMAW, panas yang dihasilkan berasal dari busur listrik antara elektroda yang sekaligus berfungsi sebagai logam terumpan (filler) dan logam yang dilas. Las ini disebut juga *Metal Inert Gas* (MIG) karena menggunakan gas mulia seperti argon dan helium sebagai pelindung busur dan logam cair.

Metal Inert Gas (MIG) adalah las busur gas dengan kawat las pengisi berfungsi sebagai elektroda yang diumpankan secara terus menerus selama pengelasan. Gas pelindung digunakan untuk melindungi daerah pengelasan yang mencair (molten metal) dari oksidasi oleh udara atmosfer. Gas pelindung yang digunakan biasanya adalah gas argon, helium atau campuran dari keduanya. Karena kedua gas tersebut harganya relatif mahal, maka gas CO₂ dapat menjadi alternatif. Dapat dilihat pada gambar 2. Keuntungan las MIG jika dibandingkan las jenis lain antara lain:

- a. Karena konsentrasi busur yang tinggi, maka busurnya sangat mantap dan percikannya sedikit sehingga memudahkan operasi pengelasan.
- b. Karena dapat menggunakan arus yang tinggi, kecepatan pengelasan yang digunakan juga tinggi, sehingga efisiensinya sangat baik.
- c. Deposit yang terbentuk cukup banyak.
- d. Memiliki sifat yang baik anatar lain elastisitas dan ketangguhan, kekedapan udara dan sifat-sifat lainnya lebih baik dari pengelasan lain..

dikarena hal-hal tersebut, untuk mengelas baja-baja kualitas tinggi

seperti baja tahan karat, baja kuat dan logam-logam bukan baja yang tidak dapat dilas dengan cara lain, maka las MIG banyak sekali digunakan dalam praktek terutama. Kawat pengisi dalam las MIG biasanya diumpangkan secara otomatis, sedangkan alat pembakarnya (torch) digerakkan dengan tangan. Sehingga dengan ini tercipta suatu alat las semi otomatis. Kadang-kadang, las MIG juga dilaksanakan secara otomatis penuh, dimana alat pembakarnya ditempatkan pada suatu kedudukan pengelasan yang berjalan (Wirjosumarto, 1994).



Gambar 2. Pengelasan MIG (a) keseluruhan Proses dan (b) pembesaran daerah pengelasan (Baskoro. ddk, 2013).

Kerugian menggunakan las MIG (*Metal Inert Gas*)

- a. Dapat *burn back* secara sewaktu-waktu.
- b. Pada awalnya set-up yang sulit.
- c. Busur yang tidak stabil.
- d. Tidak dapat dipakai di tempat terbuka.
- e. Dibersihkan dahulu untuk menghilangkan cairan seperti grease, minyak, karatan besi, dan kotoran bekas las agar terhindar dari porosity dan cacat-cacat las lain pada sambungan yang akan di las.

1) Peralatan Utama las MIG

Peralatan yang berhubungan langsung dengan proses pengelasan, yakni peralatan utama adalah terdiri dari:

a) Mesin Las

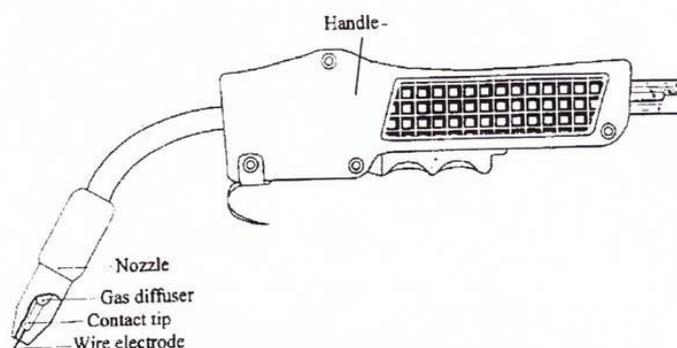
Sama dengan mesin SMAW yang dibagi dalam 2 golongan, yaitu: Mesin las arus bolak balik (*Alternating Current / AC Welding Machine*) dan Mesin las arus searah (*Direct Current / DC Welding Machine*) pada sistem pembangkit tenaga pada mesin MIG, namun sesuai dengan tuntutan pekerjaan dan jenis bahan yang dilas yang kebanyakan adalah jenis baja, maka secara luas proses pengelasan dengan MIG (*Metal Inert Gas*) adalah menggunakan mesin las DC.

b) Unit Pengontrol Kawat Elektroda (*Wire Feeder*)

Alat/perlengkapan utama pada pengelasan dengan MIG (*Metal Inert Gas*) ialah alat pengontrol kawat elektroda (*wire feeder unit*) adalah. Alat ini biasanya tidak menyatu dengan mesin las, tapi merupakan bagian yang terpisah dan ditempatkan berdekatan dengan pengelasan.

c) **Welding Gun**

Welding gun berfungsi sebagai tempat keluarnya elektrodadan gas pelindung. Pada *welding gun* terdapat *nozzle*, *gas diffuser*, dan *contact up* yang berada diposisi bagian ujung *welding gun*. Dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. *Welding gun* las MIG (*Metal Inert Gas*)

d) Kabel Las dan Kabel Kontrol

Pada mesin las terdapat kabel primer (*primary powercable*) dan kabel sekunder atau kabel las. Kabel yang menghubungkan antara sumber tenaga dengan mesin las adalah kabel primer. Jumlah kawat inti pada kabel primer disesuaikan dengan jumlah fasa mesin las ditambah satu kawat sebagai hubungan pentanahan dari mesin las. Kabel-kabel yang dipakai untuk keperluan mengelas, terdiri dari kabel yang dihubungkan dengan tang las dan benda kerja serta kabel-kabel control adalah kabel sekunder.

e) Regulator Gas Pelindung

Untuk mengatur pemakaian gas adalah Fungsi utama dari regulator. Untuk pemakaian gas pelindung dalam waktu yang relatif lama, terutama gas CO₂ diperlukan pemanas (*heater-vaporizer*)

f) Pipa Kontak

Pipa pengarah elektroda biasa juga disebut pipa kontak. Pipa kontak terbuat dari tembaga, dan membawa arus listrik ke elektroda yang bergerak dan mengarahkan elektroda tersebut ke daerah kerja pengelasan adalah fungsi pipa kontak. Dengan sumber listrik pada mesin las dengan menggunakan kabel lalu disambungkan dengan pipa kontak. Karena elektroda harus dapat bergerak dengan bebas dan melakukan kontak listrik dengan baik, maka besarnya diameter lubang dari pipa kontak sangat berpengaruh. Pipa kontak dapat dilihat dalam gambar 4



Gambar.4. Bentuk-bentuk pipa kontak

g) Nozzle Gas Pelindung

Nozzle gas pelindung akan mengarahkan jaket gas pelindung kepada daerah las. Untuk proses pengelasan dengan arus listrik yang tinggi digunakan Nozzle yang besar. Untuk pengelasan dengan arus listrik yang lebih kecil digunakan Nozzle yang lebih kecil. Nozzle gas pelindung dapat dilihat pada gambar 5



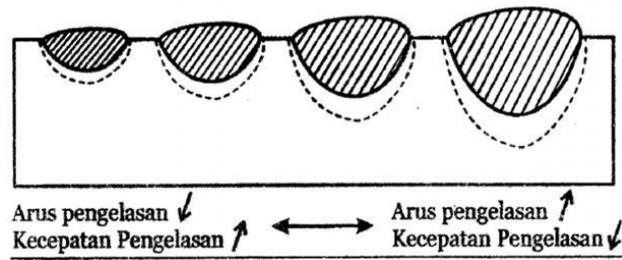
Gambar 5. Nozzle Gas Pelindung

C. Parameter Pengelasan

Parameter utama pada pengelasan MIG adalah tegangan busur (*arc length*), arus pengelasan, kecepatan gerak pengelasan (*travel speed*), dan gas pelindung. Jumlah energi yang dihasilkan oleh busur sebanding dengan arus dan tegangan yang dialirkan, sedangkan jumlah bahan las yang dideposisikan persatuan panjang berbanding terbalik dengan kecepatan gerak pengelasan. Busur yang dihasilkan dengan gas pelindung helium lebih dalam dari pada dengan gas argon [Sriwidharto, 2006].

1. Kecepatan Pengelasan (*Travel speed*)

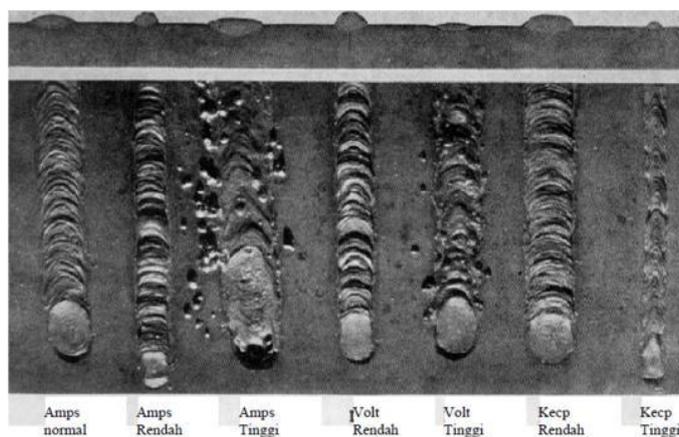
Kecepatan pengelasan mempengaruhi lebar lajur las dan kedalaman penetrasi MIG dan juga berpengaruh terhadap biaya. Pada beberapa aplikasi, kecepatan pengelasan dipandang sebagai obyektif bersama dengan variabel lainnya dipilih untuk mendapatkan konfigurasi las yang dikehendaki pada kecepatan tertentu. Dapat dilihat dalam gambar 6. [Sriwidharto, 2006].



Gambar 6. Pengaruh Kecepatan Pengelasan Terhadap Penetrasi dan Lebar Lajur Las (Sonawan, 2003)

2. Kuat Arus Pengelasan

Arus las merupakan parameter las yang langsung mempengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan logam induk, makin tinggi arus las maka makin besar penembusan dan kecepatannya. Besar arus pada pengelasan mempengaruhi hasil pengelasan, perpindahan cairan dari ujung elektroda yang digunakan akan sangat sulit dan busur listrik yang terjadi tidak stabil bila maka arus terlalu rendah. Bila menghasilkan bentuk rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan pada logam induk kurang dalam panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan logam dasar. Jika menghasilkan manik yang melebar, butiran percikan kecil, penetrasi dalam serta matrik las tinggi maka arus terlalu besar. Dapat di lihat dalam gambar 7



Gambar 7. Pengaruh arus listrik dan kecepatan pengelasan terhadap hasil sambungan pengelasan (Wiryosumarto, 2000).

3. *Heat Input* Pengelasan

Pencairan logam induk dan logam pengisi memerlukan energi yang cukup, energi yang dihasilkan dalam operasi pengelasan dihasilkan dari bermacam-macam sumber tergantung proses pengelasannya. Pada pengelasan busur listrik, sumber energi berasal dari listrik yang diubah menjadi energi panas. Energi panas ini sebenarnya hasil kolaborasi antara kuat arus pengelasan, tegangan las dan kecepatan pengelasan. Kecepatan pengelasan ikut mempengaruhi energi pengelasan kecepatan tertentu yaitu parameter ketiga. Arus las mempengaruhi kualitas pengelasan oleh energi panas, tegangan las dan kecepatan pengelasan. Heat input memiliki hubungan anatar ketiga parameter tersebut. Penggabungan ketiga parameter dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut

$$HI (\text{Heat Input}) = \frac{\text{Volt (V)} \times \text{Amper (A)}}{\text{kecepatan pengelasan } (\frac{\text{mm}}{\text{s}})} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan	HI = <i>Heat Input</i>	(joule)
	E = Tegangan	(Volt)
	V = Kecepatan Pengelasan	(mm/s)
	I = Arus pengelasan	(Ampere)x

D. Pengelasan Magnesium

Dalam pengelasan di dunia industri untuk pembuatan suatu barang atau alat biasa nya di gunakan las MIG (*Metal Inert Gas*) . Dengan contoh dalam pembuatan kapal terbang, rangka mobil, teralis besi dan sebagainya. dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Aplikasi Las MIG (*Metal Inert Gas*)

Adapun parameter dalam pengelasan GMAW/MIG pada material Magnesium AZ31 apat dilihat pada gambar 9.

Welding Procedure	Wire Dia..	Amps	Volts	Gas Flow (CFT/HR)	
Short-circuiting	.040	25-40	13-14	40-60	
Short-circuiting	1/16	70-95	14-16	40-60	
Short-circuiting	3/32	115-175	14-15	40-60	
Spray-arc	1/16	240	27	50-80	
Spray-arc	3/32	320-420	24-30	50-80	
Pulsed-arc	.040	50	21	40-60	Pulse voltage: 55
Pulsed-arc	1/16	110-175	24-25	40-60	Pulse voltage: 52-55
Pulse-arc	3/32	210	29	40-60	Pulse voltage: 55

Welding speed was 24-36 inches per minute.

Gambar 9. Parameter pada pengelasan MIG Magnesium

E. Otomasi Pengelasan

Beberapa peneliti telah mengembangkan pengelasan menggunakan otomasi. Sistem robot las otomatis (Robot RRXC) yang bekerja di dalam struktur *double hulled* pada proses pembangunan kapal dikembangkan oleh lee dkk(2011) . Pengelasan tanpa finishing tambahan oleh operator las secara manual telah dilaksanakan oleh Robot RRXC Metode *automated offline programming* (AOLP) untuk mengatasi masalah kompleksitas pemrograman pada sistem pengelasan robot telah dikembangkan oleh Pan dkk (2011), namun system yang dikembangkan adalah system otomasi pengelasan menggunakan robot sehingga dapat dikatakan system yang dikembangkan sangat kompleks. Penerapan lain yang dilakukan Triwibowo dkk (2015) telah mengembangkan sistem otomasi dua sumbu untuk pengelasan MIG material aluminium seri

5083 tebal 3mm yang menghasilkan gerakan lurus dan konstan. Namun belum ada alat otomasi pengelasan MIG untuk magnesium.

F. Perangkat Penggerak Pengelasan Otomasi

Perangkat penggerak pengelasan otomasi adalah satu kesatuan sebuah komponen mesin maupun elektronika yang digabungkan menjadi sebuah perangkat penggerak pengelasan. Komponen pada perangkat penggerak pengelasan otomasi pada umumnya terdiri dari :

1. Motor DC

Motor DC adalah suatu motor listrik yang memerlukan suplay tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Akan timbul tegangan dikarenakan kumparan medan pada motor dc disebut stator dan kumparan jangkar disebut rotor putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet,. Berikut untuk menghitung daya dari motor dc:

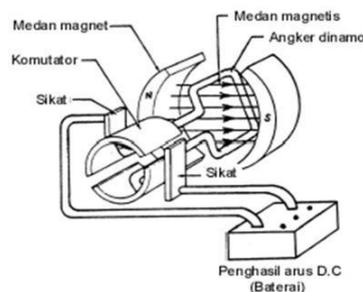
$$P = \tau \times w \dots\dots\dots(2)$$

Dimana: P = daya (watt)

τ = torsi (N.m)

w = kecepatan sudut (rpm)

gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Kumparan yang memiliki satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen adalah bentuk dari motor seerhana. Dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Motor DC sederhana (electronica.com)

2. Driver Motor BTS790

BTS790 adalah jenis ICmotor driver yang dapat mengendalikan arah putaran dan kecepatan motor DC atau satu motor *stepper*. Mampu mengeluarkan output tegangan tegangan motor DC dan motor *stepper* sebesar 50 volt. Transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang nand yang memudahkan dalam menentukan arah putaran suatau motor DC dan motor *stepper yang berada pada BTS790*. Dapat mengendalikan 2 untuk motor DC dan hanya satu untuk motor *stepper*. Dapat di lihat pada gambar 11.



Gambar 11. Driver motor BTS790

3. *Arduino*

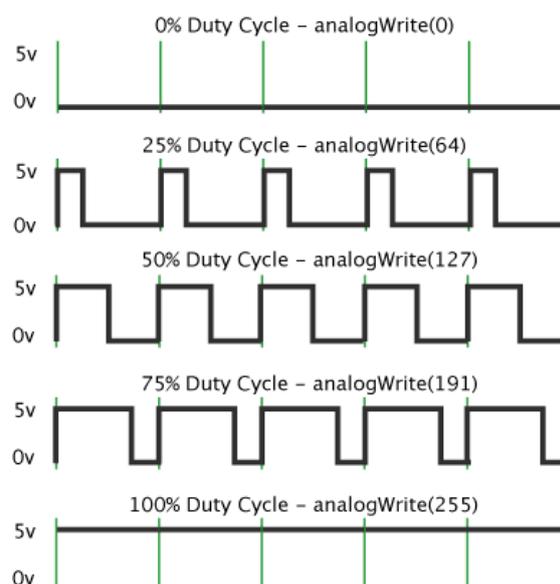
Arduino adalah papan microcontroller berbasis ATmega 328 yang memiliki 14 pin digital input/output (di mana 8 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 8 input analog, *clock speed* 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Board ini menggunakan daya yang terhubung ke komputer dengan USB atau daya eksternal dengan adaptor AC- DC atau baterai. *Arduino Uno* adalah pilihan yang baik untuk pertama kali atau bagi pemula yang ingin mengenal *Arduino*. Di samping sifatnya yang reliable juga harganya murah. Dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12 Board arduino

a. Pulse Width Modulation (PWM)

Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun duty cycle bervariasi (antara 0% hingga 100%) adalah lebar pulsa PWM. Berbasis mikrokontroler biasanya berupa pengendalian kecepatan motor DC, pengendalian motor servo, pengaturan nyala terang LED adalah fungsi sinyal PWM.



Gambar 13. Sinyal Pulse Width Modulation (PWM)

Pada gambar di atas menunjukkan Kondisi HIGH adalah kondisi ketika sinyal berada di atas grafik (5V) dan LOW adalah ketika sinyal berada dibawah (0V). *Duty cycle* adalah persentasi panjang pulsa HIGH dalam satu periode sinyal. Ketika duty cyclenya 0% atau sinyal LOW penuh, lalu nilai analog yang di keluarkan adalah 0V atau sama dengan GND. Ketika duty cyclenya 100% atau sinyal HIGH penuh maka sinyal yang dikeluarkan adalaah 5V.

Misalkan suatu PWM memiliki resolusi 8 bit berarti PWM ini memiliki variasi perubahan nilai sebanyak $2^8 = 256$ variasi mulai dari 0 – 255 perubahan nilai yang mewakili duty cycle 0 – 100% dari keluaran PWM tersebut

4. Penggerak Poros Ulir

Pergerakan meja kerja digerakan oleh motor sebagai penggerak dan poros ulir sebagai pengubah gaya puntir motor menjadi gaya dorong pada meja kerja seperti gambar (17). Perhitungan tenaga ulir (*power screw*) untuk mengetahui gaya dorong ulir. Persamaan yang di pakai untuk mengetahui torsi gaya dorong ulir (Shingley dan Mischke, 2011)

$$T = \frac{F \cdot d_m}{2} \left(\frac{1 + \pi d_m}{\pi d_m - l} \right) \dots\dots\dots (4)$$

Dimana : T = Torsy pada ulir (Nm)

D_m = Diameter efektif ulir (m)

F = Gaya dorong (N)

μ = Koefisieen gesek permukaan ulir

l = Kisaran/pitch ulir (m)

Gaya minimum yang dibutuhkan untuk mendorong meja kerjaadalah Gaya dorong ulir. Sehingga nilainya dipengaruhi oleh massa meja kerja dan

koevisien gesek permukaan meja kerja dengan permukaan yang menopangnya dan bukan koefisien gesek antara permukaan ulir. Karena menggunakan bantalan bearing sebagai roda pada meja kerja menggunakan maka koefisien gesek yang bekerja adalah koefisien gesek yang bekerja adalah koefisien gesek bantalan bearing $\pm 0,11$. Diameter semu yang letaknya diantara diameter luar dan diameter inti adalah diameter efekti ulir atau diameter tusuk. Pada radius diameter inilah letak titik singgung antara dua ulir.

Seperti di jelaskan di atas bahwa meja kerja torsi yang dihasilkan motor harus lebih besar dari pada torsi yang bekerja pada ulir. Torsi pada motor berbanding terbalik dengan kecepatan motor, sema adalah motor dapat mendorong kin besar kecepatan motor maka torsi yang dihasilkan akan menurun. Untuk menentukan torsi yang dihasilkan oleh sebuah motor yang digunakan persamaan

$$T_m = \frac{P}{\omega} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana : T_m = Torsi yang dihasilkan Motor (Nm)

P = Daya yang digunakan (Watt)

ω = Kecepatan sudut (rad/s)

Sedangkan kebutuhan daya yang diperlukan motor penggerak dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$P = 2\pi \cdot n \cdot T \dots\dots\dots (6)$$

Dimana : P = Daya yang diperlukan (Watt)

n = Putaran Motor (rpm)

T = Torsi yang dibutuhkan (N.m)

5. Rantai

Komponen mesin yang kuat dan bisa diandalkan dalam menyalurkan daya melalui gaya tarik dari sebuah mesin adalah rantai. Dengan biaya murah dan dapat berputar dengan kecepatan rendah rantai merupakan komponen yang sering digunakan Rantai lebih sesuai untuk aplikasi tanpa henti dengan masa operasional jangka panjang dan penyaluran daya dengan fluktuasi torsi terbatas. Bagaimanapun juga, rantai juga dapat di gunakan dalam berkecepatan tinggi, misalnya, disepeda motor dan dipenggerak camshaft mesin mobil.

Kecepatan rasio rantai

$$V.R = \frac{N_1}{N_2} = \frac{T_1}{T_2} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana

N_1 = Kecepatan putaran sproket kecil (rpm),

N_2 = Kecepatan putaran roda gigi yang lebih besar (rpm),

T_1 = Jumlah gigi pada sproket kecil, dan

T_2 = Jumlah gigi pada sproket yang lebih besar

Kecepatan rantai rata-rata adalah

$$v = \frac{\pi D N}{60} = \frac{T p N}{60} \dots\dots\dots(8)$$

Jumlah link rantai dapat diperoleh dari ekspresi berikut (jika jarak antar pusat poros diketahui), yaitu :

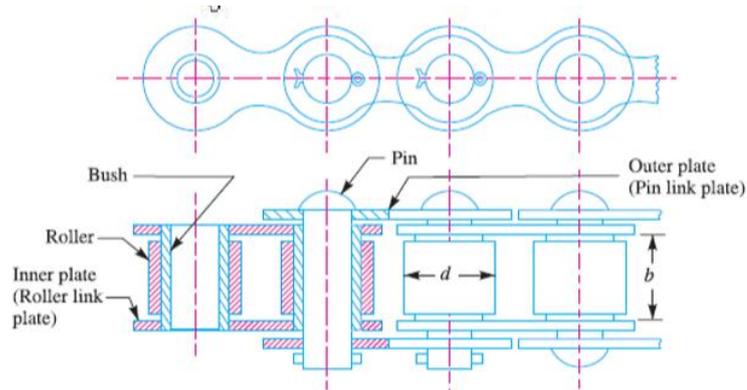
$$K = \frac{T_1+T_2}{2} + \frac{2x}{p} + \left[\frac{T_2-T_1}{2\pi} \right]^2 \frac{p}{x} \dots\dots\dots(9)$$

Jarak antar pusat dapat dicari dengan persamaan (jika jumlah mata rantai diketahui) :

$$x = \frac{p}{4} \left[k - \frac{T_1 + T_2}{2} + \sqrt{\left(K - \frac{T_1 + T_2}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{T_2 - T_1}{2\pi} \right)^2} \right] \dots\dots\dots(10)$$

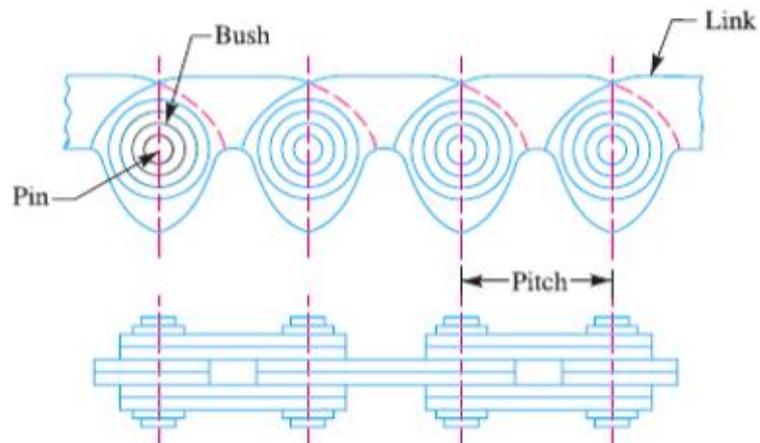
a. Jenis-jenis rantai

1) Rantai rol (*Roller Chain*)



Gambar 14. Rantai rol

2) Rantai gigi (*silent chain*)



Gambar 15. Rantai Gigi (silent chain)

Table 1 . karakteristik rantai gigi menurut IS: 2403-1991

ISO Chain number	Pitch (p) mm	Roller diameter (d ₁) mm Maximum	Width between inner plates (b ₁) mm Maximum	Transverse pitch (p ₁)mm	Breaking load (kN) Minimum		
					Simple	Duplex	Triplex
05 B	8.00	5.00	3.00	5.64	4.4	7.8	11.1
06 B	9.525	6.35	5.72	10.24	8.9	16.9	24.9
08 B	12.70	8.51	7.75	13.92	17.8	31.1	44.5
10 B	15.875	10.16	9.65	16.59	22.2	44.5	66.7
12 B	19.05	12.07	11.68	19.46	28.9	57.8	86.7
16 B	25.4	15.88	17.02	31.88	42.3	84.5	126.8
20 B	31.75	19.05	19.56	36.45	64.5	129	193.5
24 B	38.10	25.40	25.40	48.36	97.9	195.7	293.6
28 B	44.45	27.94	30.99	59.56	129	258	387
32 B	50.80	29.21	30.99	68.55	169	338	507.10
40 B	63.50	39.37	38.10	72.29	262.4	524.9	787.3
48 B	76.20	48.26	45.72	91.21	400.3	800.7	1201

b. Factor keamanan rantai penggerak

Faktor keselamatan bagi rantai penggerak didefinisikan sebagai rasio kekuatan putus (W_B) dari rantai dengan beban total pada sisi penggerak dari rantai (W). Secara matematis,

$$faktor\ keamanan = \frac{W_B}{W} \dots\dots\dots(11)$$

Kekuatan putus rantai dapat diperoleh dengan hubungan empiris berikut, yaitu :

$$W_B = 106 p^2 \text{ (newton) untuk rantai rol}$$

$$= 106 p \text{ (newton) untuk rantai gigi}$$

Dimana p adalah pitch rantai (mm)

Beban total (atau total tegangan) pada sisi penggerak rantai adalah jumlah gaya tangensial (F_T), tegangan sentrifugal rantai (F_C) dan tegangan pada rantai akibat mengendur (F_S), atau

$$W = \frac{Rated\ Power}{Pitch\ line\ Velocity} \dots\dots\dots(11)$$

Tabel berikut menunjukkan faktor keamanan untuk rantai rol dan rantai gigi (*silent chain*) tergantung pada kecepatan pinion sproket (rpm) dan pitch rantai

Tabel 2. Faktor kewanan rantai

Type of chain	Pitch of chain (mm)	Speed of the sprocket pinion in r.p.m.								
		50	200	400	600	800	1000	1200	1600	2000
Bush roller chain	12 – 15	7	7.8	8.55	9.35	10.2	11	11.7	13.2	14.8
	20 – 25	7	8.2	9.35	10.3	11.7	12.9	14	16.3	–
	30 – 35	7	8.55	10.2	13.2	14.8	16.3	19.5	–	–
Silent chain	12.7 – 15.87	20	22.2	24.4	28.7	29.0	31.0	33.4	37.8	42.0
	19.05 – 25.4	20	23.4	26.7	30.0	33.4	36.8	40.0	46.5	53.5

c. Kecepatan yang diijinkan pada sproket yang kecil (pinion)

Tabel berikut menunjukkan kecepatan yang diizinkan pada sproket yang kecil.

Tabel 3.kecepatan yang diizinkan pada sproket

Type of Chain	Number of teeth on sprocket pinion	Pitch of chain (p) in mm				
		12	15	20	25	30
Bush roller chain	15	2300	1900	1350	1150	1000
	19	2400	2000	1450	1200	1050
	23	2500	2100	1500	1250	1100
	27	2550	2150	1550	1300	1100
	30	2600	2200	1550	1300	1100
Silent chain	17 – 35	3300	2650	2200	1650	1300

d. Daya yang ditransmisikan rantai :

Daya yang ditransmisikan oleh rantai berdasarkan breaking load adalah :

$$P = \frac{W_B \times v}{n \times K_S} \dots\dots\dots(12)$$

Dimana

W_b = Breaking load (N),

v = Kecepatan rantai (m / s)

n = Faktor keamanan, dan

K_S = Service Factor = K₁.K₂.K₃

Service factor (K_S) adalah produk dari berbagai faktor, seperti faktor beban (K_1), faktor pelumas (K_2) dan faktor peringkat (K_3). Nilai-nilai faktor-faktor ini diambil sebagai berikut:

- 1) Faktor beban (K_1)
 - = 1, untuk beban konstan
 - = 1,25, untuk beban variabel dengan shok ringan
 - = 1,5, untuk beban shok berat

- 2) Faktor pelumasan (K_2)
 - = 0,8, untuk pelumasan menerus
 - = 1, untuk pelumasan derop (bs tetesan)
 - = 1,5, untuk pelumasan periodic

- 3) Rating faktor (K_3)
 - = 1, selama 8 jam per hari
 - = 1,25, selama 16 jam per hari
 - = 1,5, untuk kontinyu. Dalam melakukan perancangan,

$$\text{Desain Power} = \text{Rated Power} \times \text{Service Factor} (K_S) \dots\dots\dots(13)$$

Power rating untuk rantai rol sederhana tergantung pada kecepatan sproket kecil. Ditampilkan pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Power Rating

Speed of smaller sprocket or pinion (r.p.m.)	Power (kW)				
	06 B	08 B	10 B	12 B	16 B
100	0.25	0.64	1.18	2.01	4.83
200	0.47	1.18	2.19	3.75	8.94
300	0.61	1.70	3.15	5.43	13.06
500	1.09	2.72	5.01	8.53	20.57
700	1.48	3.66	6.71	11.63	27.73
1000	2.03	5.09	8.97	15.65	34.89
1400	2.73	6.81	11.67	18.15	38.47
1800	3.44	8.10	13.03	19.85	–
2000	3.80	8.67	13.49	20.57	–

G. Pengujian

Pengujian toleransi geometris sebuah komponen mesin sangat erat kaitannya dengan peran fungsional komponen dimaksud. Ketelitian geometris sebuah komponen sangat menentukan pada saat komponen saling dirakit menjadi sebuah sistem mekanis. Ketelitian geometris mencakup ketelitian 1-Dimensi seperti kelurusan, pengukuran linier pengukuran sudut, dan pengukuran linier

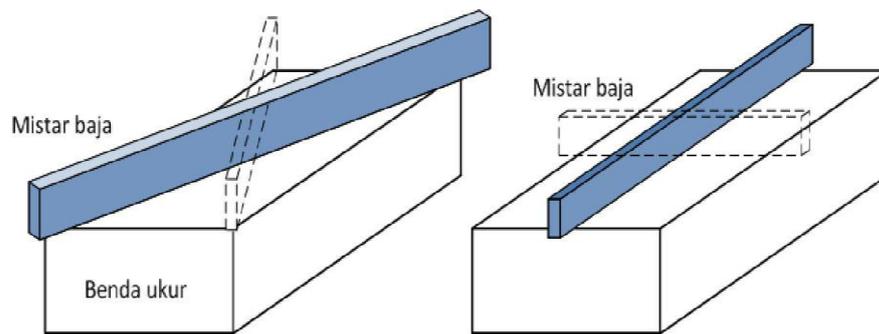
1. Pemeriksaan Kelurusan.

Suatu permukaan benda dikatakan lurus bila bidang permukaan tersebut berbentuk garis lurus seandainya digambarkan dalam bentuk garis. Artinya demikian, suatu benda yang diperiksa kelurusan permukaannya dalam panjang tertentu, ternyata dalam pemeriksannya tidak di temukan adanya penyimpangan bentuk kearah horizontal atau vertikal yang berarti, maka di katakan permukaan benda tersebut adalah lurus. Dan kalau di gambarkan secara grafis maka akan di peroleh bentuk garis lurus.

Kelurusan dari permukaan suatu komponen dalam permesinan sangat penting perannya. Keterampilan untuk membuat permukaan benda kerja betul-betul lurus juga sangat di perlukan, termasuk di dalamnya cara memeriksa kelurusan itu sendiri. Pemeriksaan kelurusan benda kerja dan pemeriksaan kelurusan meja mesin produksi adalah pemeriksaan kelurusan yang akan di bicarakan. Mistar baja dan jam ukur adalah Beberapa peralatan ukur yang bisa digunakan .

a. Pemeriksaan Kelurusan dengan Mistar Baja

Hanya untuk melihat apakah permukaan benda tersebut mempunyai penyimpangan pada dimensi kelurusannya atau tidak pemeriksaan kelurusan dengan menggunakan mistar baja pada dasarnya tidak untuk mencari berapa besarnya ketidaklurusan suatu permukaan benda,. Oleh karena itu, dalam pemeriksaannya tidak diperhatikan skala ukurnya. Sebagai contoh, misalnya akan memeriksa kelurusan benda kerja yang berbentuk balok seperti tampak pada Gambar 16 dibawah ini.



Gambar 16. Melihat kelurusan dengan dengan mistar baja.

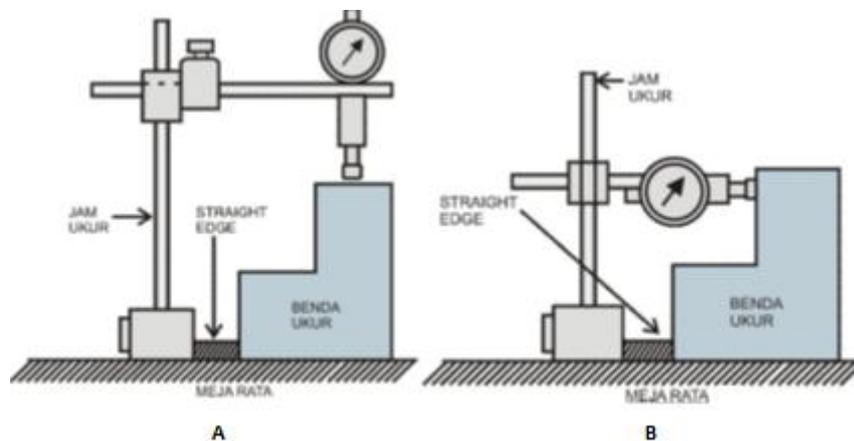
Sedemikian rupa di atas permukaan bidang ukur maka dapat dilihat apakah muka ukur balok tersebut masuk dalam kategori lurus atau tidak. dengan meletakkan mistar baja Pemeriksaan sebaiknya dilakukan pada arah memanjang, melebar dan arah diagonal. Kesimpulan yang diambil adalah: bila terlihat adanya celah antara muka ukur dan mistar baja maka dikatakan bahwa permukaan bidang ukur kelurusannya tidak baik. Pada pekerjaan mengikir rata permukaan pemeriksaan kelurusan yang sederhana ini banyak dilakukan.

b. Pemeriksaan Kelurusan Jam Ukur (*Dial Indicator*)

Bisa diketahui besarnya penyimpangan dari kelurusan suatu permukaan benda ukur Dengan menggunakan jam ukur. Karena setiap perubahan jarak yang di alami oleh sensor jam ukur akan di tunjukkan oleh jarum penunjuk jam ukur tersebut. Untuk melihat kelurusan dalam arah horizontal (penyimpangan ke kiri atau ke kanan) dan kelurusan dalam arah vertikal (penyimpangan ke atas atau ke bawah) bisa digunakan pemeriksaan kelurusan dengan jam ukur ini.

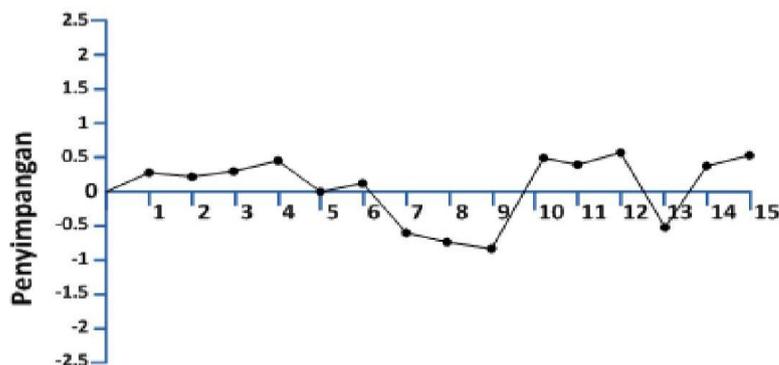
Dengan pelaksanaannya harus dilakukan di atas meja rata (*surfase tabel*) pemeriksaan memberikan hasil yang teliti. Antara benda ukur dengan landasan jam ukur harus diberi pelat lurus (*straight edge*) atau yang sejenis agar gerakan dari jam ukur tetap stabil sehingga tidak merubah posisi penekanan sensor terhadap muka ukur. Pada waktu meletakkan

sensor pada muka ukur sebaiknya jarum penunjuk menunjukkan skala pada posisi nol. dapat diketahui bagian-bagian mana dari muka ukur yang tidak lurus. Sebagai contoh dapat dilihat Gambar 17 berikut ini.



Gambar 17. (a) Memeriksa kelurusan untuk arah penyimpangan horizontal, (b) Memeriksa kelurusan untuk arah vertikal.

Bentuk grafik biasa dibutuhkan tanda minus (-) untuk penyimpangan negatif dan tanda plus (+) untuk penyimpangan positif untuk menggambarkan besarnya penyimpangan kelurusan. Untuk menentukan mana penyimpangan yang bertanda minus dan penyimpangan yang bertanda plus tergantung pada si pengukurnya sendiri. Pengambilan keputusan didasarkan pada harga-harga batas yang diijinkan. Apabila hasil pemeriksaan ternyata melampaui harga-harga batas yang diijinkan maka dikatakan bahwa tingkat kelurusan dari muka ukur benda ukur adalah tidak baik atau rendah. Secara grafis dapat dilihat sebuah contoh hasil pemeriksaan kelurusan yang sudah dinyatakan dalam bentuk garis, Gambar 17.



Gambar 18. Contoh hasil pemeriksaan kelurusan yang sudah dinyatakan dalam bentuk garis.

Dari Gambar 18, panjang muka ukur diambil misalnya 150 milimeter yang dibagi menjadi 15 bagian yang sama dengan panjang masing-masing bagian 10 milimeter. Pemeriksaan yang pada tiap-tiap itulah dicantumkan harga pengukurannya dengan demikian ada 15 titik didapatkan. Dapat dibuat grafik dengan menggunakan harga harga pada Gambar 18. tersebut.

Dengan cara di atas nampaknya hanya cocok untuk pemeriksaan sisi muka ukur yang relatif sempit tanpa arahnya memanjang (bagian sisi tebal benda ukur). Seandainya muka ukur cukup lebar pada arahnya memanjangnya maka pemeriksaan kelurusan dapat dilakukan beberapa kali pada posisi yang berbeda-beda menurut pertimbangan yang lebih menguntungkan dalam proses pengukuran. Jadi, pemeriksaannya tidak hanya pada satu garis, melainkan bisa lebih dari satu garis.

1. Pengukuran sudut.

Tidak selamanya yang mempunyai dimensi ukuran dalam bentuk panjang benda ukur menurut geometrisnya. Akan tetapi adakalanya di samping mempunyai dimensi panjang juga mempunyai dimensi sudut. Ketepatan sudut benda kerja untuk maksud-maksud tertentu ternyata sangat diperlukan, misalnya sudut blok V (V-block), sudut alur berbentuk ekor burung, sudut ketirusan poros dan sebagainya. Untuk itu, pengukuran sudut

perlu dipelajari caranya. Prinsip-prinsip pengukuran yang digunakan untuk pengukuran linier juga berlaku untuk pengukuran sudut.

Busur baja merupakan alat ukur sudut yang hasil pengukurannya dapat langsung dibaca pada skala ukurnya. Alat ini dibuat dari pelat baja dan dibentuk setengah lingkaran dan diberi batang pemegang serta pengunci. Pada pelat setengah lingkaran itulah dicantumkan skala ukuran sudutnya. Untuk memudahkan, pelat berbentuk lingkaran yang berskala ini kita sebut dengan piringan skala utama. Antara piringan skala utama dengan batang pemegang dihubungkan dengan pengunci yang mempunyai fungsi untuk membatasi gerakan dari piringan skala utama waktu mengukur.

Hanya mempunyai ketelitian sampai 1° untuk Busur baja. Piringan skala setengah lingkaran di beri skala sudut dari 0° sampai 180° secara bolak-balik. Satu skala kecil besarnya sama dengan 1° . Untuk mengukur sudut-sudut benda ukur terutama yang terbuat dari pelat cocok menggunakan busur baja. Untuk mengukur sudut-sudut alat potong *cutting tool* misalnya sudut dari mata *bor drill* atau muka pahat bubut cocok juga menggunakan alat ini. Untuk mengukur sudut-sudut yang kecil atau terpancung, maka dalam menggunakan busur baja ini dapat dibantu dengan penyiku. Gambar 19 berikut ini menunjukkan gambar dari busur baja.



Gambar 19. Busur baja *protractor*.

2. Pengukuran linier

menyangkut pengukuran linier atau pengukuran panjang (jarak), diameter poros, tebal gigi, tinggi, lebar, kedalaman, perhitungan sudut dengan metode sinus atau tangent, kesemuanya itu merupakan contoh dari dimensi panjang (linier) dari benda ukur yang memang mempunyai variasi bentuk panjang yang bermacam-macam. Sebagian besar pengukuran geometris benda ukur dalam metrologi industri adalah. Untuk itu perlu dipelajari bagaimana cara mengukurnya dan alat-alat ukur apa saja yang bisa digunakan untuk mengukurnya. Dapat dibedakan dua jenis pengukuran yaitu pengukuran linier langsung dan pengukuran linier tak langsung. Berdasarkan cara mengukurnya maka

a. Alat ukur linier langsung

pengukuran yang hasil pengukurannya dapat langsung dibaca pada skala ukur dari alat ukur yang digunakan ialah alat ukur langsung. Dengan demikian alat ukur yang di gunakan juga alat ukur yang mempunyai skala yang bisa langsung dibaca skalanya. Dalam peraktek sehari-hari dapat digolongkan menjadi tiga golongan alat ukur linier langsung yang banyak digunakan yaitu :

1. Mistar ukur.
2. Mistar insut (jangka sorong).
3. Micrometer.

1. Mistar ukur

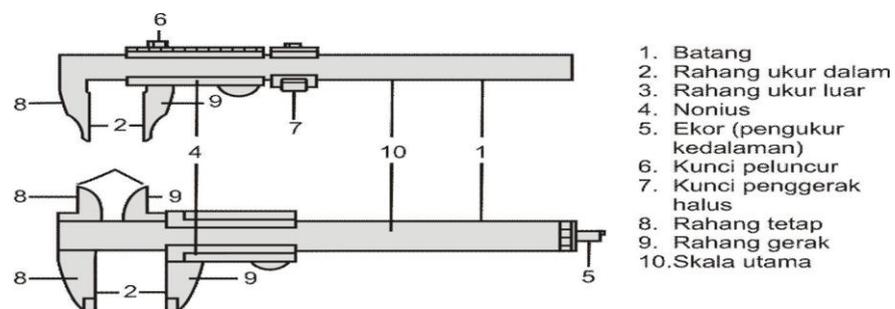
Yang dikenal namanya mistar atau penggaris dalam kehidupan sehari-hari. Ada yang terbuat dari kayu, ada yang dari bahan plastik, dan ada pula yang terbuat dari baja atau kuningan. Yang paling banyak saat ini adalah mistar yang terbuat dari plastik (untuk menggambar / menggambar teknik) dan mistar yang terbuat dari baja (untuk pengukuran di bidang permesinan). Yang akan dibicarakan disini mistar yang terbuat dari baja atau kuningan yang memang banyak digunakan untuk pengukuran dalam kerja mesin., Misalnya meteran gulung, meteran lipat, mistar ukur berkait, mistar ukur pendek mistar

ukur yang terbuat dari baja. Sistem pembagian skalanya juga ada yang dengan sistem inchi dan ada pula yang dengan sistem metric.

2. Mistar insut (jangka sorong)

Jangka sorong, mistar geser, schuifmaat atau vernier adalah ebutan dalam sehari-hari praktek sehari-hari mempunyai. Pada batang ukurnya terdapat skala utama yang cara pembacaannya sama seperti pada mistar ukur. Pada ujung yang lain dilengkapi dengan dua rahang ukur yaitu rahang ukur tetap dan rahang ukur gerak. Untuk mengukur dimensi luar, dimensi dalam, kedalaman dan ketinggian dari benda ukur adanya rahang ukur tetap dan rahang ukur gerak ini maka mistar insut bisa digunakan

Disamping skala utama, di lengkapi pula dengan skala tambahan yang sangat penting perannya didalam pengukuran yaitu yang disebut dengan skala nonius. yang membedakan tingkat ketelitian mistar insut Adanya skala nonius. jangka sorong (jangka insut) dengan skala nonius dan mistar insut dengan jam ukur dua jenis jangka sorong. Sesuai dengan bentuk dari benda ukur maka saat ini telah banyak diproduksi mistar insut dengan berbagai bentuk dan konstruksi, namun prinsip pembacaannya tetap sama. Secara umum konstruksi dari mistar insut dapat digambarkan seperti gambar 20 berikut ini.

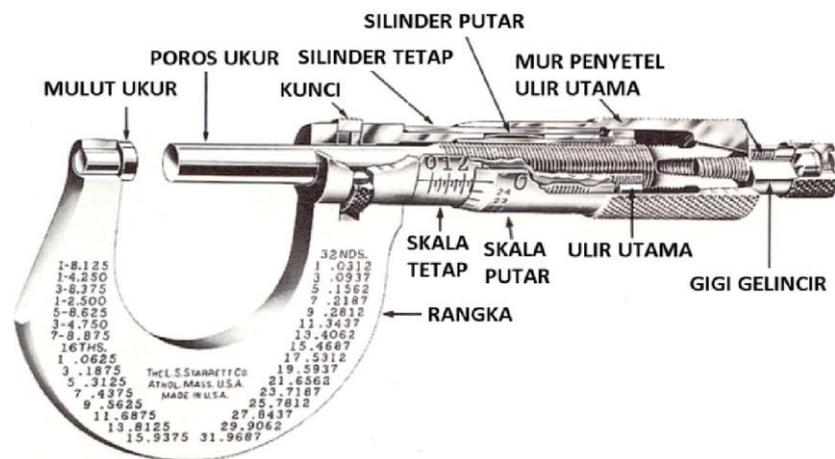


Gambar 20. Bagian umum dari mistar insut dengan skala nonius.

3. Mikrometer

mikrometer adalah alat ukur linier langsung yang juga termasuk alat ukur presisi adalah. Mikrometer inipun mempunyai bentuk yang bermacam macam yang di sesuaikan dengan bentuk yang ber macam-macam yang di sesuaikan dengan bentuk dari benda ukur. Bagian yang sangat penting dari mikrometer adalah ulir utama. Dengan adanya ulir utama kita dapat menggerakkan poros ukur menjauhi dan mendekati permukaan bidang ukur dari benda ukur.

Secara umum, tipe dari mikrometer ada tiga macam yaitu micrometer luar (outside micrometer), mikrometer dalam (inside micrometer) dan mikrometer kedalaman (depth micrometer). Meskipun mikrometer ini terbagi dalam tiga tipe yang masing-masing tipe mempunyai bermacam-macam bentuk, akan tetapi komponen komponen penting dan prinsip baca skalanya pada umumnya sama. Gambar 21 menunjukkan bagian-bagian umum dari mikrometer luar.



Gambar 21. Bagian-bagian umum mikrometer luar.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin, dan untuk proses fabrikasi dilakukan di Laboratorium proses produksi. Penelitian ini dilakukan dengan metode perancangan, pembuatan, dan pengujian untuk merancang sistem operasi alat las MIG dengan menggunakan *arduino uno* sebagai pengontrol otomasi putaran motor, pengontrol, pemilihan sudut pengelasan dan pembacaan ketinggian ujung *nozzle welding torch* terhadap permukaan benda las. Secara rinci metode yang dilakukan dalam penelitian ini dijelaskan dibawah ini.

A. Tempat dan Waktu penelitian

1. Tempat penelitian

Proses perancangan model dilakukan di Laboratorium CNC Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.

2. Waktu penelitian

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan januari 2019 hingga bulan september 2019.

B. Alat dan Bahan Pembuatan Alat Penggerak Pengelasan

Adapun alat dan bahan untuk membuat alat las MIG otomatis sebagai berikut:

1. Alat

Adapun alat pendukung yang digunakan dalam proses perancangan, pembuatan serta pengujian adalah sebagai berikut :

a. Mesin Las

Mesin las yang digunakan dalam penelitian ini terletak di laboratorium produksi Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Mesin ini digunakan untuk menyambung batang besi. Pada proses pembuatan alat

las MIG selain itu mesin las MIG ini digunakan sebagai alat las yang terletak pada penelitian ini.

b. Mesin Bor

Mesin bor yang digunakan dalam penelitian ini terletak di laboratorium produksi Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Mesin ini digunakan untuk melubangi benda kerja. Pada proses pembuatan alat las MIG otomatis ini digunakan untuk proses pembuatan lubang pada rangka alat las MIG otomatis.

c. Mesin Bubut

Mesin bubut digunakan dalam penelitian ini terletak di laboratorium produksi Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Mesin bubut digunakan pada proses pembuatan poros *bearing* pada ulir.

d. Jangka Sorong

Jangka sorong (*vernier caliper*) yang digunakan pada penelitian ini yaitu jenis jangka sorong digital dan manual, yang terletak di laboratorium produksi Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Pada penelitian ini jangka sorong digunakan untuk mengukur diameter as batang ulir panjang dimana akan di pasang dengan *bearing*.

e. Mesin Gerinda

Mesin gerinda yang digunakan dalam penelitian ini terletak di laboratorium produksi Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Mesin ini digunakan sebagai pemotong benda kerja (batang besi). Pada proses pembuatan alat las MIG otomatis mesin ini digunakan untuk proses pemotongan batang besi (UNP) sebagai rangka alat las MIG otomatis.

f. Mesin skrap

Digunakan untuk membuat spesimen uji pada proses pembuatan kampuh las alur V tunggal.

2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan untuk membuat sistem kendali penggerak pengelasan magnesium dengan pengendali *Arduino Uno* adalah sebagai berikut :

a. Magnesium

Pada penelitian ini bahan yang digunakan untuk pengujian alat las otomasi ini yaitu Magnesium AZ31, yang memiliki paduan magnesium dan aluminium dengan persentase dari masing-masing paduan sekitar 9% dan 1%.

Tabel 5. Karakteristik fisik dan thermal material paduan magnesium AZ31.

Density	1,738 g/cm ³
Titik leleh	650 ⁰ c
Titik didih	1107 ± 10 ⁰ c
Kekuatan tarik	21 – 140 N/m ²
Kekuatan tekan	21 – 115 N/m ²
Kekerasan	30 -47 HB

b. Besi Hollow

Pada penelitian ini besi hollow digunakan sebagai rangka alat las MIG otomatis, bentuk besi hollow yang digunakan ukuran 5x5 mm.

c. Batang ulir panjang

Pada rancang bangun alat ini batang ulir panjang berfungsi sebagai rel berjalanya *welding gun*.



Gambar 22. Batang Ulir Panjang (www.m.indonesia.alibaba.com)

d. Bantalan (bearing)

Pada alat las otomatis ini menggunakan jenis bearing UCFL 201 yang berfungsi untuk mengurangi gesekan angular antara dua benda yang bergerak relatif satu sama lain, yaitu pada penumpu batang ulir panjang dimana bearing menerima beban.



Gambar 23. Bearing UCFL(tokopedia.com)

e. Motor penggerak

Pada alat las otomatis ini menggunakan motor dc sebagai motor penggeraknya, karna banyak dipasaran, dan mudah dikontrol dengan microcontroller. Pada penelitian ini motor dc yang digunakan dengan tipe JGB37-550 dilengkapi dengan gearbox dengan tipe GC-2200. Bentuk motor dc dapat dilihat pada gambar 24 berikut:



Gambar 24. Motor DC JGB37-550

Fungsi motor dc pada alat ini adalah untuk memutar batang ulir panjang sehingga *welding gun* bergerak.

f. Motor servo

Pada sistem rangkaian alat las ini motor servo menggunakan seri JX 6221MG yang berfungsi sebagai motor penggerak pada *welding gun*, dimana akan bergerak sesuai output yang diinginkan yaitu sudut pengelasan pada saat pengelasan.



Gambar 25. Motor Servo JX 6221MG

Selain berfungsi sebagai pengatur sudut pengelasan, motor servo pada alat ini berguna sebagai penekan *switch on/off* pada *welding gun*.

g. Kabel *jumper*

Kabel *jumper* berfungsi sebagai kabel penghubung dari project board ke *Arduino Uno*.

h. *Power supply*

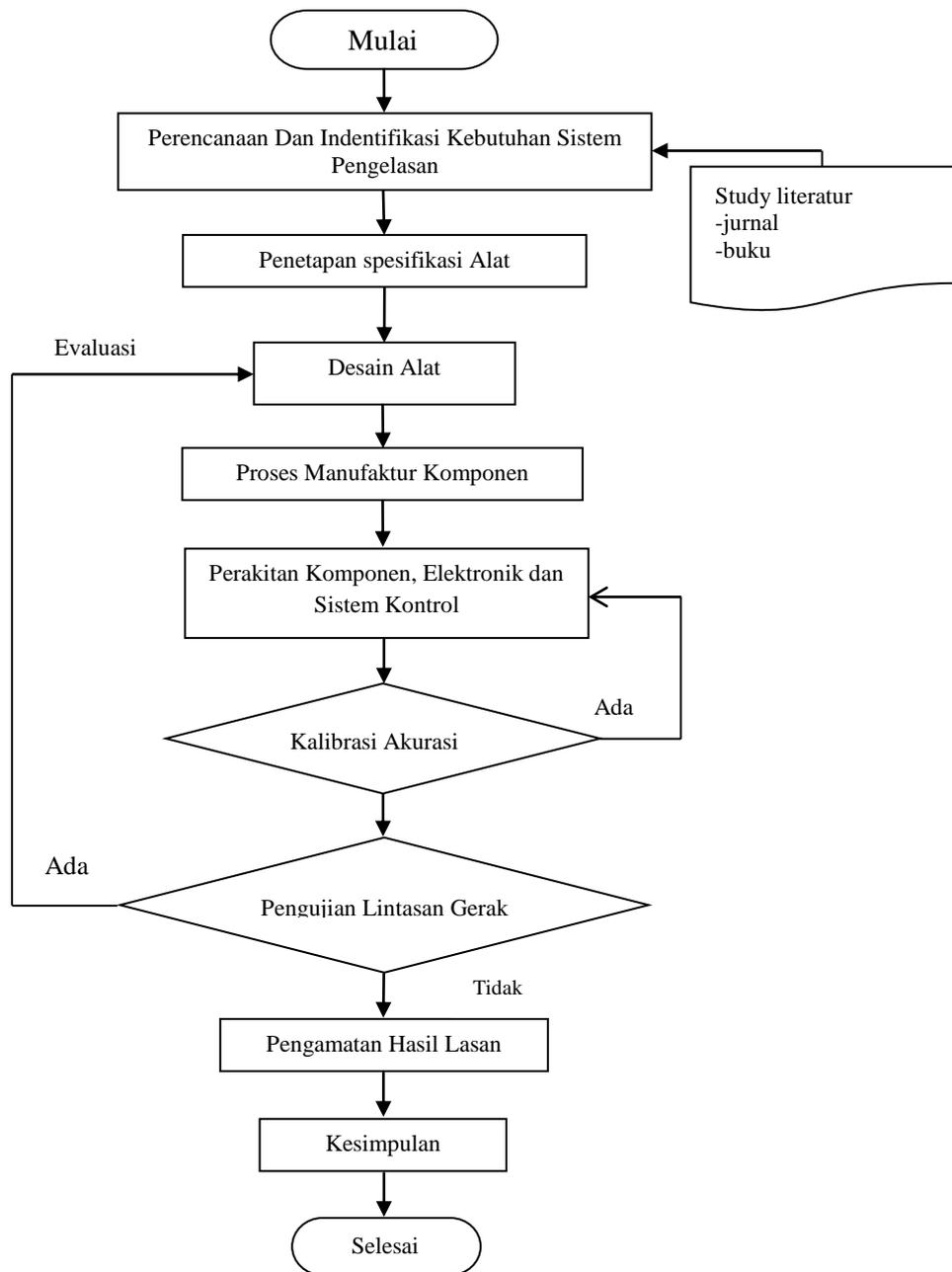
Power supply pada penelitian ini berfungsi untuk supply tegangan semua komponen otomasi, baik motor servo, motor dc

i. Komputer

Komputer pada penelitian ini digunakan sebagai media untuk melakukan perancangan dan pengujian alat penggerak otomasi untuk pengelasan GMAW dengan menggunakan software Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). IDE adalah sebuah software untuk menulis program, mengompilasi menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory mikrokontroler.

B. Alur Penelitian

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini akan dijabarkan secara makro dalam flowchart percobaan yang akan ditampilkan sebagai berikut:



Gambar 26. Diagram alir proses perancangan alat penggerak pengelasan

C. Metodologi Dan Perancangan Alat Penggerak Pengelasan

Pada bab ini seluruh informasi yang bersangkutan dengan sistem pengelasan akan dikumpulkan. Seperti persyaratan, sistem pengelasan, kendala-kendala yang merupakan batasan-batasan dari sistem tersebut.

1. Analisa Kebutuhan.

Pengelasan merupakan teknik penyambungan material yang sering digunakan zaman sekarang karena banyak memiliki keuntungan dibandingkan dengan teknik penyambungan lainnya. Teknik pengelasan dapat diaplikasikan di berbagai bidang keteknikan bahkan dapat diaplikasikan di bidang medis.

Pengelasan memiliki indikator keberhasilan agar tercapainya hasil yang diinginkan yaitu kecepatan pengelasan, arus pengelasan, *heatinput*, dan kelurusan pengelasan. Salah satu dari indikator pengelasan yaitu kelurusan pengelasan yang menentukan hasil dari keberhasilan proses pengelasan. Seiring berkembangnya zaman, proses pengelasan dilakukan secara semi otomatis maupun otomatis. Pembuatan alat las semi otomatis pada pengelasan MIG diharapkan mampu memperbaiki hasil pengelasan maupun dapat mencapai hasil yang maksimal.

2. Konseptual Desain Alat Penggerak Pengelasan.

Pada bagian ini ada beberapa konsep yang dibuat. Konsep ini dibuat berdasarkan kebutuhan untuk mengetahui mekanisme penggerak pada alat pengelasan semi otomatis. Konsep tersebut merupakan solusi dari masalah perancangan yang dapat dipecahkan.

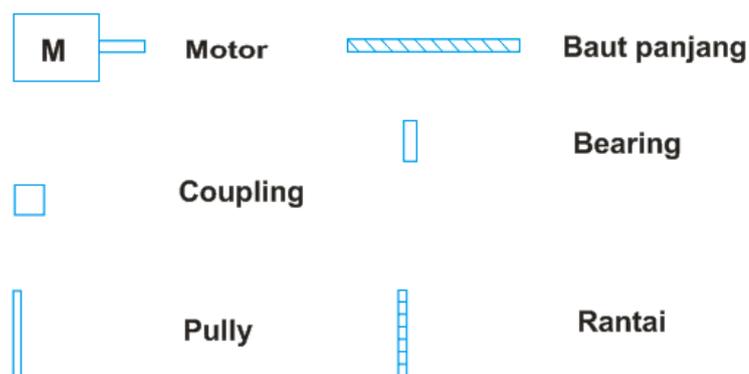
Tabel 6. Pemilihan dan kombinasi konsep solusi

	Sub Fungsi	Konsep 1	Konsep 2	Konsep 3
Alternative komponen	Motor	Motor DC	Motor DC	Motor DC
	Transmisi	Rantai	<i>V-belt</i>	<i>Coupling</i>

Tabel 6 merupakan kumpulan alternatif untuk membuat system penggerak pengelasan semi otomatis untuk las MIG. Pada tabel di atas motor memiliki 2 alternatif yaitu motor AC dan motor DC. Kedua jenis motor ini memiliki regulator yang berfungsi untuk mengubah putaran menjadi semakin kencang atau menjadi melambat dengan cara menaikkan atau menurunkan tegangan listrik pada motor.

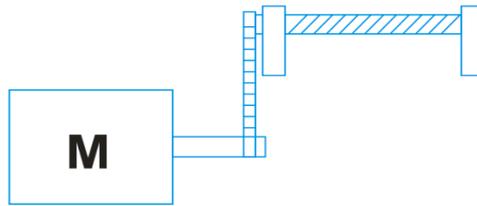
Sebagai penerus daya yang dihasilkan motor untuk memutar poros penggerak *bodi* melintang memiliki 3 alternatif komponen yaitu rantai, *v-belt*, dan *coupling* yang nantinya akan berfungsi meneruskan daya dari motor ke poros yang digunakan untuk memutar baut panjang untuk menggerakkan *bodi* melintang. Setelah alternatif komponen ditentukan. Langkah selanjutnya adalah melakukan kombinasi alternatif komponen sehingga akan didapat beberapa konsep komponen yang siap dipilih.

Komponen yang terdapat pada tabel 1. Diwakili oleh simbol atau gambar dengan tujuan agar dapat mempermudah proses kombinasi konsep. Simbol atau gambar yang mewakili alternatif komponen dapat dilihat pada gambar 27.



Gambar 27. Simbol alternatif komponen

a. Konsep 1



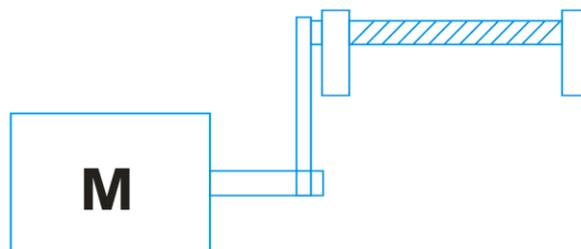
Gambar 28. Konsep 1 sistem penggerak alat Pengelasan

Gambar 28 merupakan gabungan kombinasi dari beberapa komponen alternatif. Pada konsep ini motor yang digunakan yaitu motor listrik arus bolak balik (AC). Pada transmisi menggunakan rantai sebagai penyalur daya dari motor sehingga variasi kecepatan dapat disesuaikan.

- 1) Keuntungan dari konsep ini adalah:
 - a) Variasi kecepatan dapat diatur
 - b) Tidak terjadi slip
 - c) Mampu meneruskan daya yang besar

- 2) Kekurangan dari konsep ini adalah:
 - a) Komponen lebih banyak
 - b) Biaya lebih mahal
 - c) Perakitan lebih rumit

b. Konsep 2



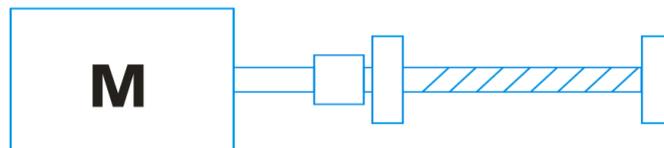
Gambar 29. Konsep 2 sistem penggerak alat Pengelasan

konsep ini hampir sama dengan konsep 1, yang membedakan adalah konsep ini menggunakan puli sebagai penghubung daya antara motor dan poros. Dengan menggunakan motor DC sebagai sumber tenaganya.

- 1) Keuntungan dari konsep ini adalah:
 - a) Dengan menggunakan puli mampu menerima putaran yang cukup tinggi
 - b) Tidak memerlukan pelumas seperti menggunakan rantai
 - c) Mampu meredam kejutan

- 2) Kekurangan dari konsep ini adalah:
 - a) Mudah terjadi slip
 - b) Suhu kerja terbatas
 - c) Komponen lebih banyak
 - d) Perakitan rumit

c. Konsep 3



Gambar 30. Konsep 3 sistem penggerak alat Pengelasan

Gambar 30 merupakan gabungan kombinasi dari beberapa komponen alternatif. Pada konsep 3 ini motor yang digunakan adalah motor listrik arus searah (DC). Pemilihan coupling di gunakan sebagai penghubung antara poros motor dan poros baut panjang sehingga transmisi langsung terhubung pada poros baut panjang.

- 1) Keuntungan dari konsep ini adalah:
 - a) Mudah dalam perakitan
 - b) Mudah dalam pembongkaran
 - c) Biaya pembuatan lebih murah
 - d) Komponen lebih sedikit

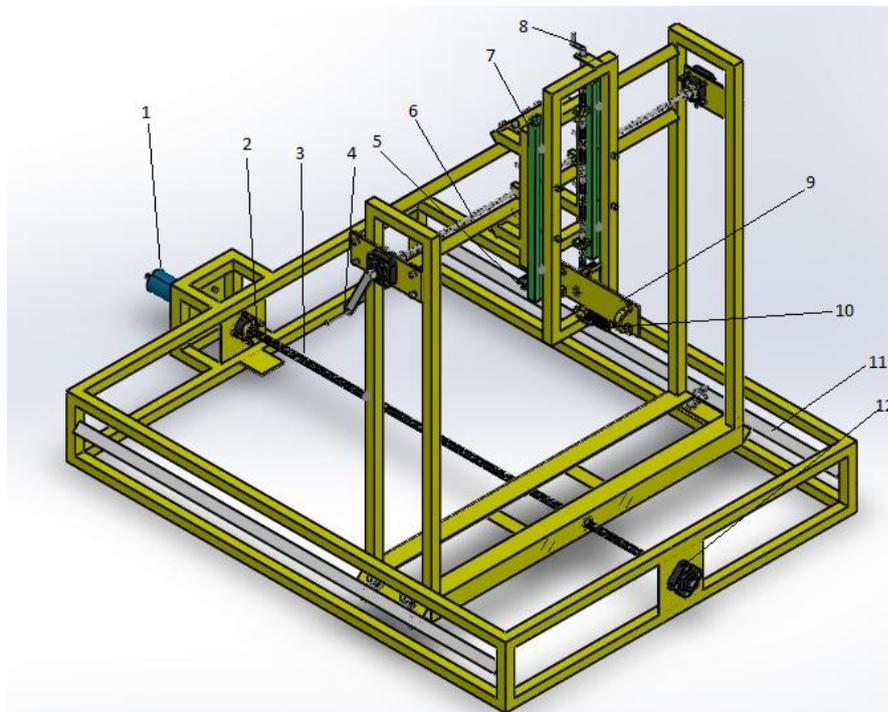
- 2) Kekurangan dari konsep ini adalah:
 - a) RPM sesuai dengan spesifikasi motor listrik.

Setelah konsep ditentukan, sebelum dilakukannya proses embodiment konsep, maka selanjutnya dilakukan proses desain dengan menggunakan software, penggunaan software dalam pembuatan desain dapat memudahkan pembuat untuk menyelesaikan rancangan, dibandingkan dengan menggunakan manual, software yang digunakan adalah solidwork.

3. Detail Design

Setelah melalui beberapa tahap perencanaan diatas, maka tahap selanjutnya yaitu tahap penyempurnaan desain yang akan dibuat beserta dimensi *part* secara menyeluruh dengan menggunakan aplikasi *Solidwork*. Fungsi dimensi pada *part* yang akan kita buat sebagai batasan dan arahan pada saat melakukan proses pembuatan otomatis.

- a. Detail *design* alat otomatis pengelasan.



Gambar 31. Detail *design* alat penggerak pengelasan.

Keterangan Gambar 32:

- 1) Motor dc
- 2) Sensor kecepatan
- 3) Batang ulir panjang
- 4) Tuas penggerak sumbu X
- 5) Sensor ultrasonic
- 6) Batang ulir sumbu Z
- 7) Rel sumbu Z
- 8) Tuas penggerak sumbu Z
- 9) Dudukan *welding gun*
- 10) Motor servo
- 11) Rel sumbu Y
- 12) Bearing UCFL

4. Analisa data dan Pengujian

Pengujian pada alat otomasi pengelasan ini untuk mengetahui mekanisme pengontrolan pada sistem motor penggerak dan gawang dudukan *welding gun* yang dikendalikan *Arduino*. Pengujian pertama yang hendak dilakukan meliputi beban dan waktu, pengujian ini bertujuan untuk mencari waktu yang terbaik (*respon time*) untuk proses pengelasan dengan metode ini.

Yang kedua yaitu pengujian karakteristik mekanik dan keakuratan sensor bekerja terhadap muatan, tujuannya untuk mengetahui apakah batang ulir panjang bergeak dengan lancer setelah menerima beban material dan keakuratan keluaran gerak yang telah diinput pada program. dan pengujian respon sensor pada awal dan akhir pengelasan dimana terdapat sensor yang akan menekan dan melepaskan *switch* pada *welding gun*.

Yang ketiga yaitu pengujian lintasan gerak, meliputi pengujian kelurusan, pengujian ketegak lurus, pengujian kesejajaran dan pengujian *repeatability* dimana akan dilakukan pengujian secara berulang apakah

terjadi ketidakpresisian pada saat pengujian. Pengujian lintasan gerak las berupa lintasan lurus.

Tabel 7. Contoh Tabel Pengujian Lintasan Gerak

Jenis pengujian	Data	Aktual	
		Maju	Mundur
Pengujian panjang lintasan			
Pengujian kelurusan			
Pengujian waktu pengelasan			

Adapun parameter-parameter yang digunakan dalam pengujian alat otomasi pengelasan MIG yaitu dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 8 Parameter Pengelasan

No	Ketebalan plat (mm)	Diameter kawat elektroda (mm)	Arus las	Tegangan pengelasan	Kecepatan pengelasan (mm/sec)
1	10	0,8	200A	220V	10
2	10	0,8	200A	220V	12,5
3	10	0,8	200A	220V	15

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Setelah melaksanakan keseluruhan tahapan dalam menyelesaikan tahapan dalam merancang ulang, membuat, dan tahap analisa sistem penggerak otomasi untuk pengelasan GMAW / MIG (*Metal Inert Gas*), terdapat beberapa kesimpulan yang dapat dipaparkan diantaranya:

1. Dari analisa yang dilakukan, ada beberapa kesimpulan yang didapatkan, diantaranya:
 - a. Kecepatan yang dihasilkan dengan 40 PWM sebesar 7,8 mm/det, 45 PWM sebesar 9,5 mm/det dan 50 PWM sebesar 11,2 mm/det.
 - b. Kecepatan gerak las dapat diatur, dapat dimulai dengan kecepatan gerak dengan kemampuan motor penggerak dari kecepatan 17,19 rpm sampai 110 rpm, dapat dinaikkan dengan interval 0,39 rpm dan kecepatan 84,04 rpm sampai 539 rpm pada rasio reduksi yang dihasilkan motor penggerak terhadap sprocket.
 - c. Pengujian panjang lintasan dilakukan sebanyak 5 kali pengujian, dengan menggunakan waktu 20 detik dan kecepatan 40 PWM mendapatkan jarak sejauh 156 mm dengan eror $\pm 6,5$
2. Sistem penggerak las MIG yang dikembangkan menghasilkan peralatan yang cukup mudah pengoperasiannya. Peralatan ini menunjukkan pergerakan yang cukup bagus, stabil dan konstan. Ketelitian gerakan cukup baik. Sistem ini menghasilkan bead las yang lurus, rapi serta

merata. Pengulangan proses pengelasan menunjukkan hasil pengelasan yang seragam (konsisten).

3. Sistem kontrol sudah dapat berjalan sesuai perintah yang diberikan dan hambatan utama proses pengelasan menggunakan sistem penggerak otomatis yaitu sistem mekanik.
4. Pada saat proses pengelasan menggunakan sistem penggerak pengelasan ini menghasilkan lasan yang lurus dan rapih, struktur las juga bertumpuk dengan teratur.

B. SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian sistem penggerak pengelasan GMAW/MIG magnesium selanjutnya antara lain:

1. Penggunaan motor penggerak pada penelitian selanjutnya harus dimaksimalkan, karena pada penelitian ini menggunakan motor penggerak yang kecil.
2. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya mengganti ulir yang lebih baik dan stabil agar tidak terjadi gesekan yang terlalu besar antara ulir dengan meja las.
3. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya ditambahkan sumbu gerak pengelasanya sumbu Y, agar menghasilkan pengelasan yang lebih variatif.
4. Pada peneliitian lanjutan sebaiknya ditambahkan ulir tambahan pada bagian penggeraknya, sehingga pada saat pengelasan bergerak secara lurus dan tidak goyang.

DAFTAR PUSTAKA

- B. B. Buldum, A. Sik, I. Ozkul. 2011. *Investigation of machining galloys machinability*. International Journal of Electronic: Mechanical and Mechatronics Engineering Vol.2 Num.3 pp.(261-268).
- Budi Santoso, 2014. *Pengaruh variasi waktu gesekan awal solder terhadap kekuatan tarik, kekerasan dan struktur makro Aluminium 5083 pada pengelasan friction stir welding*. Tugas Akhir. Universitas Lampung. Lampung.
- Prabowo. Ardian, 2017. *Pengaruh Waktu Pengelasan Terhadap Kualitas Sambungan Las Magnesium Az31 Dan Aluminium Al 13 Dengan Metode Pengelasan Gesek*. Tugas Akhir. Universitas Lampung. Lampung.
- Imanudin. B, Rudy. S, Sugiarto. (2013) *Pengaruh Preheating Pada Pengelasan MIG Terhadap dimensi HAZ dan Kekuatan Impact Pada QT Steel*. Jurnal. Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
- Lee, D., Ku, N., Kim, T., Kim, J., Lee, K., Son, Y., 2010, Development and Application of an Intelligent Welding Robot System for Shipbuilding, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol.27, no.1, pp.377-388. Pan, Z., Polden, J., Larkin, N., Duin, S.V., Norrish, J., 2011, Automated Offline Programming for Robotic

Welding System with High Degree of Freedoms, *Advances in Computer, Communication, Control & Automation, LNEE*, vol.121, no.1, pp. 685–692.

Saripudin M, Dedi Umar Lauw. 2013. *Pengaruh hasil pengelasan terhadap kekuatan, kekerasan dan struktur mikro baja ST42*. Universitas Islam Makasar.

Setiawan.F.(2013). *Karakterisasi Penyalaan Magnesium Az31 Pada Proses Bubut Menggunakan Aplikasi Thermografi*. Skripsi. Universitas Lampung.

Triwibowo, Nur Akhmad, Mochammad Noer Ilman dan Gesang Nugroho (2015). *Rancang Bangun Sistem Otomasi Gerak Las Mig Guna Peningkatan Kualitas Sambungan Las*. Prosiding SNST ke-6 Tahun 2015. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.

Wiryosumarto, H., dan Okumura, T., 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*, edisi 8, Pradnya Paramita, Jakarta.