

**Perancangan Sistem Kendali Pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) Untuk proses Manufaktur Aditif**

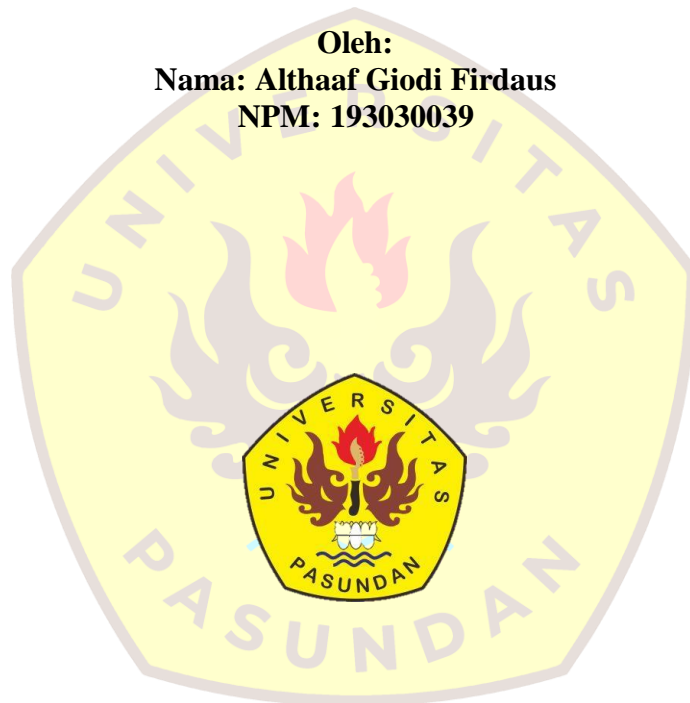
*Design of Control System for Tungsten Inert Gas (TIG) Welding for Additive Manufacturing process*

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**Nama: Althaaf Giodi Firdaus**

**NPM: 193030039**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2024**

# LEMBAR PENGESAHAN

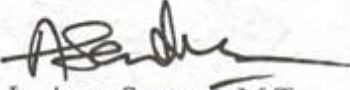
## Perancangan Sistem Kendali Pada Pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) Untuk proses Manufaktur Aditif

### *Design of Control System for Tungsten Inert Gas (TIG) Welding for Additive Manufacturing process*



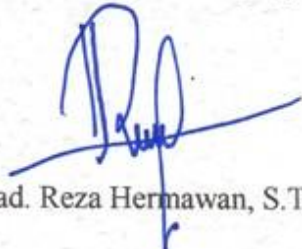
**Nama: Althaaf Giodi Firdaus**  
**NPM: 193030039**

Pembimbing Utama



Ir. Agus Sentana, M.T.

Pembimbing Pendamping



Mohammad. Reza Hermawan, S.T., M.T.

## DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN.....	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACK</i> .....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1. Latar Belakang .....	1
2. Rumusan Masalah .....	1
3. Tujuan.....	2
4. Manfaat .....	2
5. Batasan Masalah.....	2
6. Sistematika Penulisan .....	2
BAB II STUDI LITERATUR.....	4
1. Tinjauan Pustaka .....	4
2. Pengertian Pengelasan .....	5
3. Las <i>Tungsten Inert Gas (TIG)</i> .....	6
4. Bagian Alat dan Komponen Las <i>TIG</i> otomatis .....	7
5. Pengertian sistem kendali mesin Las <i>TIG</i> otomatis .....	15
BAB III METODE PENELITIAN .....	20
1. Tahapan Perancangan .....	20
2. Tempat penelitian .....	22
BAB IV PERANCANGAN DAN SISTEM KENDALI.....	23
1. Pemilihan Firmware.....	23
2. Perancangan <i>wiring</i> Diagram .....	24

3. Konfigurasi Marlin Firmware .....	25
4. Software Interface.....	28
5. G-code.....	29
6. Tahapan Penggunaan Mesin CNC.....	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
1. Kesimpulan .....	35
2. Saran .....	35
DAFTAR PUSTAKA .....	36



## ABSTRAK

Pengembangan teknologi pengelasan selain untuk kebutuhan sambungan juga dapat digunakan dalam pembuatan produk. Proses pengelasan yang dapat digunakan dalam pembuatan produk atau komponen logam dengan teknologi pengelasan busur yang umum yaitu *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)*, *Gas Metal arc Welding (GMAW)*, *Cold Metal Transfer (CMT)*, dan *plasma Arc Welding (PAW)*, dan pembuatan produk seperti itu dikenal dengan nama *Wire Are Additive Manufacturing (WAAM)* *Wire Are Additive Manufacturing (WAAM)* Memiliki keunggulan tersendiri efisien yang sangat tinggi dan biaya produksi yang sangat rendah pada industri skala besar. Proses pengelasan TIG untuk pembuatan produk *manufaktur additive* menggunakan sistem kendali agar bisa gerak secara otomatis. Tujuan merancang sistem kendali agar mesin bisa bergerak secara otomatis dengan cara mengoperasikannya melalui komputer, di mulai dari membuat *wiring* dengan menggunakan *Arduino Mega 2560*, *Rams 1,4*, *stepper motor driver* dan *motor stepper*. Rangkaian ini memiliki spesifikasi motor *stepper nema 23* dan *driver 6600*.

Kata kunci; Manufaktur Additif, Sistem Kendali, *Tungsten Inert Gas (TIG)*



## ***ABSTRACT***

*The development of welding technology in addition to connection needs can also be used in product manufacturing. Welding processes that can be used in the manufacture of metal products or components with common arc welding technologies are Gas Tungsten Arc Welding (GTAW), Gas Metal Arc Welding (GMAW), Cold Metal Transfer (CMT), and plasma Arc Welding (PAW), and the manufacture of such products is known as Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) has its own advantages very high efficiency and very low production costs in large-scale industries. The TIG welding process for manufacturing additive manufacturing products uses a control system so that it can move automatically. The purpose of designing a control system so that the machine can move automatically by operating it via a computer. starting from making wiring using Arduino Mega, Rams 1,4, stepper motor drivers and stepper motors. This circuit has a stepper motor specification of nema 23 and driver 6600.*

*Keywords; Additive Manufacturing, Control System, Tungsten Inert Gas (TIG)*



# BAB I PENDAHULUAN

## 1. Latar Belakang

Dalam industri manufaktur modern, proses manufaktur aditif semakin mendapatkan perhatian yang signifikan sebagai metode produksi yang inovatif. Manufaktur Aditif (AM) adalah teknologi yang menjanjikan untuk mengurangi biaya komponen dengan mengurangi pemborosan material dan waktu ke pasar. Dalam proses pengelasan TIG, elektroda non-lebur dari tungsten digunakan bersama dengan gas pelindung inert seperti argon atau helium untuk melindungi logam dasar dari kontaminasi selama proses pengelasan. Keunggulan utama dari pengelasan TIG terletak pada fleksibilitasnya dalam pengelasan berbagai jenis material, mulai dari baja tahan karat hingga logam *non-ferrous* seperti aluminium, magnesium, dan tembaga [1].

Proses manufaktur aditif dengan pengelasan TIG merupakan salah satu teknik yang umum digunakan dalam manufaktur aditif khususnya dalam pembuatan komponen, dalam prosesnya metode ini dilakukan secara otomatis dengan menggunakan sistem kendali. Metode tersebut bertujuan untuk memudahkan proses pengelasan untuk membentuk suatu komponen yang menjadikannya produk aditif dengan menggunakan metode pengelasan TIG. Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi manufaktur aditif (*additive manufacturing*) telah berkembang pesat, khususnya di sektor industri berat, kedirgantaraan, dan otomotif. Manufaktur aditif menawarkan potensi besar dalam hal efisiensi waktu, material, dan biaya, karena proses ini memungkinkan pembuatan komponen yang kompleks dengan bahan yang lebih sedikit dibandingkan metode konvensional. Salah satu teknik yang menjanjikan dalam pengembangan manufaktur aditif adalah penggunaan teknologi pengelasan seperti TIG untuk membangun struktur secara lapis demi lapis[2].

Dengan demikian perancangan ini bertujuan untuk merancang sistem kendali untuk memudahkan proses pembuatan manufaktur aditif, agar proses pembuatan produk berjalan secara otomatis, dan hasil pengelasan agar lebih efisien dengan cara mengendalikannya menggunakan komputer[3]. Hal hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan sistem kendali meliputi pemilihan material perangkat keras yang dapat dikendalikan atau dikontrol secara otomatis dan perangkat lunak yang dapat diprogram atau dioperasikan sesuai dengan kehendak operator[4].

## 2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

- a. Menghasilkan rancangan diagram *wiring* sistem kendali mesin las *TIG* untuk proses manufaktur aditif.
- b. Agar dapat dioperasikan oleh personal komputer, menghasilkan rancangan diagram *wiring* sistem kendali mesin las *TIG* untuk proses manufaktur aditif.

## 3. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

- a. Merancang dan menghasilkan sistem kendali gerak mesin las *GTAW* atau *TIG* yang mengendalikan 3 axis yaitu sumbu X, Y, dan Z pada *holder* mesin untuk proses manufaktur aditif berbentuk silinder.
- b. Merancang sistem pengaturan gerak mesin las *GTAW* atau *TIG* untuk proses manufaktur aditif yang berbentuk pipa.

## 4. Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Mengurangi kecacatan pada saat pengelasan.
- b. Mengurangi penggunaan filler metal secara berlebihan.
- c. Meningkatkan kualitas las agar lebih efisien.

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat dalam perancangan sistem kendali mesin las *TIG* untuk proses manufaktur aditif untuk pembuatan produk yang silindris seperti pipa.

## 5. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi:

- a. Menentukan kecepatan pengelasan dengan kecepatan *wire feeder*.

Perancangan sistem kendali menggunakan arduino mega 2560, motor *driver* 6600, motor *stepper* nema 23, untuk menggerakkan kendali mesin Las *TIG* menggunakan motor *stepper*, sistem yang dikendalikan 3 axis yaitu sumbu R, Z dan Y pada *holder*.



## **6. Sistematika Penulisan**

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi perihal latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II STUDI LITERATUR**

Pada bab ini dijelaskan tentang kajian pustaka, sistem mekanik, *software* pemodelan atau perancangan, sistem transmisi, pemilihan material, motor *stepper*, dan perakitan.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini membuat prosedur percobaan yang dilakukan, serta analisis dari berbagai data yang diperoleh selama melakukan eksperimen sistem kendali.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

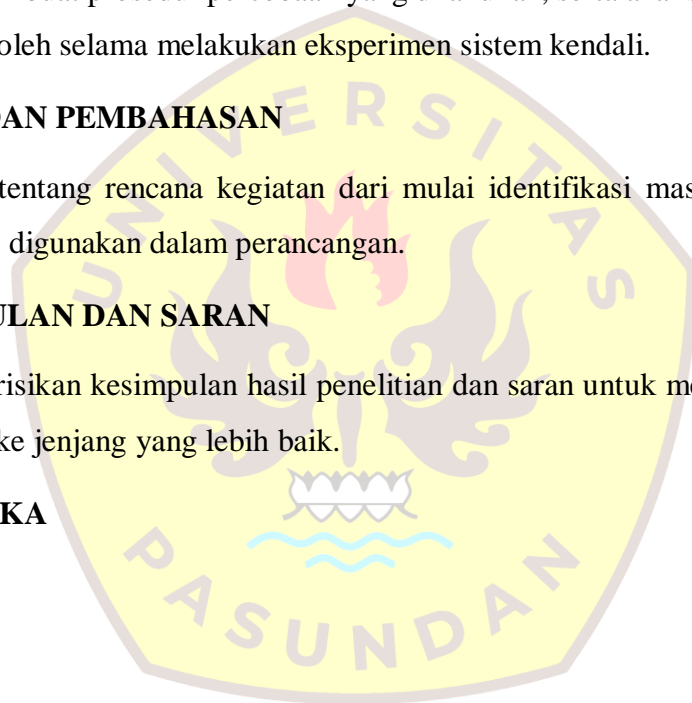
Berisikan tentang rencana kegiatan dari mulai identifikasi masalah pada anggaran biaya yang digunakan dalam perancangan.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan hasil penelitian dan saran untuk mengembangkan penelitian ke jenjang yang lebih baik.

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**



# BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

## 1. Kesimpulan

Pergerakan motor *stepper* dengan putaran searah jarum jam (*clockwise*) telah berhasil diwujudkan menggunakan mikrokontroler sebagai pengendali putaran motor *stepper* NEMA 23, serta motor *driver* 6600 sebagai penguat arus yang diteruskan ke motor *stepper* yang mengendalikan 3 axis yaitu sumbu X, Y, dan Z pada holder mesin untuk mendukung pembuatan produk aditif berbentuk silinder, *Firmware* yang digunakan Marlin firmware dipilih karena fleksibilitasnya dalam mengelola gerakan berbagai sumbu, Mikrokontroler dan komponen Menggunakan Arduino Mega 2560, motor *stepper* NEMA 23, dan motor driver 6600 untuk mengendalikan gerakan dengan akurat tinggi, Skematis rangkaian RAMPS dan konfigurasi *Firmware* telah berhasil dibuat untuk menggerakkan sumbu R, Z, dan Y dengan akurat, mendukung proses manufaktur aditif secara optimal.

## 2. Saran

Sistem kendali perlu dirancang dengan cermat dan diuji secara langsung pada mesin las TIG untuk memastikan efektivitas dan keberhasilannya dalam mengatur proses pengelasan. Uji coba ini bertujuan untuk mengukur kinerja sistem dalam kondisi operasional sebenarnya, serta mengidentifikasi potensi perbaikan yang diperlukan. Evaluasi hasil uji coba akan memberikan data yang berguna untuk mengoptimalkan sistem kendali, sehingga dapat dicapai performa yang lebih baik, stabilitas yang lebih tinggi, serta efisiensi dalam proses pengelasan TIG.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Abdullah, M. Razi, and S. Bahri, "Pengaruh Sudut Keruncingan Elektroda Tungsten Terhadap Penetrasi Hasil Lasan GTAW," vol. 5, no. 1, pp. 66–70, 2021.
- [2] A. Bakhori, "Perbaikan Metode Pengelasan Smaw (Shield Metal Arc Welding) Pada Industri Kecil Di Kota Medan," *Bul. Utama Tek.*, vol. 13, no. 1, pp. 14–21, 2017.
- [3] Einstronic, "Stepper motor NEMA 17," *C.S.I.O. Commun.*, vol. 5, no. 3, p. 44, 1978.
- [4] F. Anwar, T. Mahmood, "Council for Innovative Research," *J. Adv. Chem.*, vol. 5, no. 1, pp. 2347–6893, 2014.
- [5] A. Fauzan, H. Soegiharto, A. T. Prasetyawan, and A. I. Zain, "Perancangan Mesin Plotter Batik Berbasis Computer Numerical Control ( Cnc )," *Semin. Nas. Teknol. dan Rekayasa*, pp. 139–151, 2019.
- [6] A. F. Hadi Mukhammad, B. Setyoko, . M., M. Amiruddin, K. K. Abdillah, and R. S. Utama, "Rancang Bangun Awal Mesin Las Gtaw Semi Otomatis Untuk Pengelasan Plat Baja," *T R a K Si*, vol. 18, no. 2, p. 96, 2019, doi: 10.26714/traksi.18.2.2018.96-108.
- [7] L. C. Hale, R. M. Hudyma, J. S. Taylor, R. L. Thigpen, and C. A. Chung, "High-NA Camera for an EUVL Microstepper," *15th Annu. Am. Soc. Precis. Eng.*, pp. 1–13, 2000.
- [8] P. Handoko, "Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Arduino Uno R3," no. 11, pp. 1–2, 2017.
- [9] R. Hartono, Sugiharto, and B. Tarigan, "Pengendalian Motor Penggerak Mekanisme Penggerak Pahat Mesin Router Nc Pada Arah Sumbu X , Sumbu Y, dan Sumbu Z Secara Serempak," *J. Tek. Mesin S-1*, no. 3, pp. 18–31, 2017, [Online]. Available: <http://repository.unpas.ac.id/15922/>
- [10] M. R. Hikmatullah, P. Yunesti, E. Pujiyulianto, A. Nurdin, and F. Paundra, "Rancang Bangun Mesin Las Tig Semi Otomatis Berbasis Arduino Uno," *J. Mech. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 35–40, 2021, doi: 10.31002/jom.v5i1.3945.
- [11] A. N. Ramadhan and M. Tamjidillah, "Analysis of Variation of Wire Feeder Speed on Gmaw Weld Process Against Micro and Structure Violence Astm Steel a36," *Sci. J. Mech. Eng. Kinemat.*, vol. 5, no. 2, pp. 95–108, 2020, doi: 10.20527/sjmekinematika.v5i2.144.
- [12] Y. Mailani and O. Candra, "Rancang Bangun 3D Printer Menggunakan Sistem Auto Leveling Dengan Mikrokontroler Design 3D Printer Using Auto Leveling System With Microcontroller," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 2, 2021.
- [13] F. D. Mulyanto, "Rancang bangun 3d printer dengan mekanikal corexy menggunakan kontroler arduino mega 2560 dengan firmware marlin," 2022.
- [14] W. Nugroho and A. Thoriq, "Analisis Perancangan Mesin Serbuk Jahe Dengan Kapasitas 6kg/Jam," *J. Tek. mesin*, 2018.
- [15] Z. Nurisna and E. Setiawan, "Pengaruh Filler Pada Pengelasan Tig Baja Karbon Dan Stainless Steel 316L Terhadap Sifat Mekanik," *Quantum Tek. J. Tek. Mesin Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 95–99, 2020, doi: 10.18196/jqt.010214.
- [16] D. Prasetyo and A. Sunar, "Pengelasan Tungsten Inert Gas ( TIG ) Otomatis Dengan Menggunakan Wire Feeder Pada Pelat Aluminum 6063," 2019.

- [17] Romli, "Pengaruh proses pengelasan tig terhadap sifat mekanis bahan paduan aluminium," *Tek. Mesin Politek. Negeri Sriwij.*, vol. 4, no. April, pp. 9–15, 2012.
- [18] A. R. Sonawane, A. B. Rane, and D. S. S. Sudhakar, "Development of a3-Axis Cnc Milling Machine With an Open Source Controller," *Int. J. Res. Eng. Technol.*, vol. 06, no. 08, pp. 9–15, 2017, doi: 10.15623/ijret.2017.0608002.
- [19] C. Sutowo and A. Sanjaya, "Pengaruh Hasil Pengelasan GTAW Dan SMAW Pada Pelat Baja Sa 516 Dengan Kampuh V Tunggal," *J. Tek.*, vol. 1, pp. 10–16, 2007.
- [20] H. Saputra, A. Syarief, and Y. Maulana, "Analisis Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Baja ST 37 Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik Program Studi Teknik Mesin," *J. Ilm. Tek. Mesin Unlam*, vol. 03, no. 2, pp. 91–98, 2014.
- [21] E. Karayel and Y. Bozkurt, "Additive manufacturing method and different welding applications," *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 9, no. 5, pp. 11424–11438, 2020, doi: 10.1016/j.jmrt.2020.08.039.
- [22] M. Liberini *et al.*, "Selection of Optimal Process Parameters for Wire Arc Additive Manufacturing," *Procedia CIRP*, vol. 62, pp. 470–474, 2017, doi: 10.1016/j.procir.2016.06.124.
- [23] A. F. Moreira, K. S. B. Ribeiro, F. E. Mariani, and R. T. Coelho, "An initial investigation of tungsten inert gas (TIG) torch as heat source for additive manufacturing (AM) process," *Procedia Manuf.*, vol. 48, no. 2019, pp. 671–677, 2020, doi: 10.1016/j.promfg.2020.05.159.
- [24] V. Dhinakaran, J. Ajith, A. Fathima Yasin Fahmidha, T. Jagadeesha, T. Sathish, and B. Stalin, "Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) process of nickel based superalloys-A review," *Mater. Today Proc.*, vol. 21, no. xxxx, pp. 920–925, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2019.08.159.
- [25] S. R. Singh and P. Khanna, "Wire arc additive manufacturing (WAAM): A new process to shape engineering materials," *Mater. Today Proc.*, vol. 44, no. xxxx, pp. 118–128, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2020.08.030.
- [26] B. P. Nagasai, S. Malarvizhi, and V. Balasubramanian, "Mechanical properties of wire arc additive manufactured carbon steel cylindrical component made by gas metal arc welding process," *J. Mech. Behav. Mater.*, vol. 30, no. 1, pp. 188–198, 2021, doi: 10.1515/jmbm-2021-0019.
- [27] D. Jafari, T. H. J. Vaneker, and I. Gibson, "Wire and arc additive manufacturing: Opportunities and challenges to control the quality and accuracy of manufactured parts," *Mater. Des.*, vol. 202, 2021, doi: 10.1016/j.matdes.2021.109471.
- [28] B. Anwar, "Analisis Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Tungsten Inert Gas ( Tig ) Kampuh V Ganda Pada Baja Karbon Rendah St 37," *Teknologi*, vol. 17, no. 3, pp. 33–38, 2018.
- [29] F. Restu, R. Hakim, and H. K. Ramadhana, "Rancang Bangun Alat Tambal Ban Dalam Sepeda Motor," *J. Technopreneur*, vol. 8, no. 1, pp. 18–25, 2020, doi: 10.30869/jtech.v8i1.546.
- [30] D. Muhs, H. Wittel, D. Jannasch, and J. Voßiek, *Roloff / Matek Maschinenelemente*. 2007. doi: 10.1007/978-3-8348-9406-9.