

PENGEMBANGAN SISTEM KONTROL KECEPATAN PENGELASAN (*WELDING VELOCITY*) SMAW BERBASIS *MICROCONTROLLER ARDUINO UNO*

Trio Purnawan^[1], Yohanes^[2],

Laboratorium Teknologi Produksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

^[1]trio.purnawan@student.unri.ac.id, ^[2]yohanes_tmesin@yahoo.com

Abstract

Welding is an important part of industrial growth because it plays a major role in engineering and production repair. Shield metal arc welding (SMAW) is a welding technique using an electric current that forms an arc of current and a webbed electrode. In the SMAW welding process, there are variables that determine the quality of the welding results, including the selection of electrodes, the selection of currents in the machine that must be adjusted, and the position and welding speed that must be precise. In welding, high speeds can cause less penetration, reduce joint strength and result in less heat input. Welding speed that is too high will affect the narrow bead shape and low bead reinforcement. In addition, it can change the mechanical properties of the weld area in the form of increased tensile strength and low elongation. From these problems, this research will make a speed control system for a stepper motor that drives a welding handlebar, a speed controller based on a microcontroller.

Keywords : SMAW, speed controller, microcontroller

1. Pendahuluan

Las dengan kontrol *adaptif* didefinisikan sebagai pengelasan dengan peralatan yang memiliki kontrol sistem yang secara otomatis menentukan perubahan kondisi pengelasan dan bertindak di bawah peralatan dengan tindakan disesuaikan untuk melakukan penyesuaian. Dalam proses ini, sensor yang digunakan untuk mendeteksi masalah yaitu *controller* yang melakukan perubahan yang diperlukan dalam parameter pengelasan, secara langsung (*real time*), untuk menghasilkan pengelasan yang baik dan jenis pengelasan dilakukan tanpa intervensi dan pengawasan manusia [1].

Proses pengelasan menggunakan sistem *Sliding Adaptive* dikembangkan untuk mengendalikan laju umpan elektrode dan menjaga stabilitas busur selama proses pengelasan. Kinerja pengelasan juga dapat ditingkatkan dengan menerapkan pemancar arus dan tegangan output seketika berdasarkan skema kontrol umpan balik saat ini.

Kecepatan pengelasan sangat bergantung pada besar kuat arus yang digunakan, jenis elektroda, diameter inti elektroda, bahan yang akan dilas, geometri sambungan dan lain sebagainya. Dalam pengelasan, kecepatan yang tinggi dapat menyebabkan kurangnya penetrasi, berkurangnya kekuatan sambungan dan mengakibatkan masukan panas yang diterima akan menjadi lebih kecil. Kecepatan las yang terlalu tinggi akan berpengaruh pada bentuk manik las yang menyempit dan penguatan manik yang rendah. Selain itu dapat merubah sifat mekanik daerah lasan yang berupa naiknya kekuatan tarik dan perpanjangan yang rendah.

Pada tahun 2018 oleh Widodo Suwanda telah dilakukan Pengembangan Sistem *Sliding*

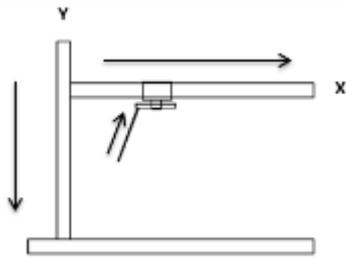
Adaptive Vertical Pada Proses Pengelasan SMAW Posisi 1G/1F pada Pengelasan SMAW yang dapat mengatur parameter pengelasan secara konstan, akan tetapi penelitian tersebut memiliki keterbatasan pada sumbu gerak *sliding* yang hanya vertikal [2]. Kemudian dilakukan pengembangan pada tahun 2019 oleh Surya yang telah dilakukan Pengembangan Sistem Kontrol Penggerak Stang Las Pada *Sliding Adaptive Two Axis* Mesin Pengelasan SMAW Berbasis Mikrokontroler *Arduino Uno* yang dapat mengatur parameter pengelasan secara konstan, akan tetapi penelitian tersebut memiliki keterbatasan kecepatan pengelasan yang harus di input terlebih dahulu ke program, sehingga kecepatan pengelasan tidak dapat diubah ketika program sudah berjalan [1]. Pada penelitian ini dapat menyelesaikan keterbatasan pada pengaturan kecepatan yang mana awalnya kecepatan pengelasan konstan menjadi pengaturan yang dapat diatur sesuai perintah yang diinginkan

2. Metodologi

Dalam penelitian ini pengelasan dilakukan dengan menggunakan alat sistem *sliding adaptive two axis with speed control*, kemudian dilakukan perakitan dan pemrograman sistem kontrol dari setiap komponen elektrik sesuai dengan fungsinya masing-masing.

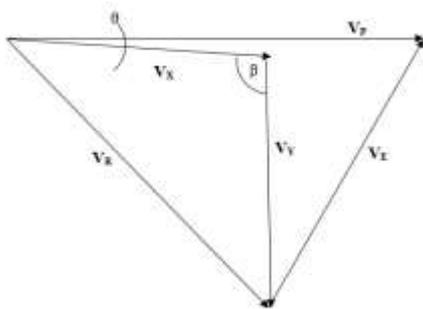
2.1 Kecepatan Pengelasan

Kecepatan pengelasan adalah laju dari elektroda pada waktu proses pengelasan. Kecepatan maksimum mengelas sangat bergantung pada ketrampilan juru las (*welder*), posisi, jenis elektroda dan bentuk sambungan, pergerakan *sliding adaptive two axis* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Pergerakan *Sliding*

Untuk mencari nilai kecepatan pengelasan dapat dicari menggunakan persamaan Vektor. Perlu diketahui bahwa, pada alat pengelasan otomatis sistem *sliding adaptive two axis* ini memiliki kemiringan pada lengan Horizontalnya, hal ini disebabkan oleh tidak adanya penahan pada sisi lengan lainnya sehingga beban pada lengan Horizontal itu sendiri menyebabkan kemiringan pada sumbu x. Besar sudut kemiringan sumbu x (θ) yaitu 3.07° . Berdasarkan Gambar 1 jika digambarkan dalam vektor dan dengan memasukkan kemiringan sumbu x dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Vektor *sliding adaptive two axis*

Dimana :

- V_X = Resultan Sumbu X
- V_Y = Kecepatan Sumbu Y
- V_R = Resultan *Sliding*
- V_E = Kecepatan Habis Elektroda
- V_P = Kecepatan Pengelasan

Berikut merupakan tahapan untuk mencari besar nilai kecepatan pengelasan menggunakan persamaan vektor :

- a. Terlebih dahulu tentukan besar nilai V_R dengan menggunakan nilai V_X dan nilai V_Y . Nilai V_X dan V_Y didapat dari pencatatan data loger. Nilai V_R dapat dicari menggunakan persamaan berikut :

$$V_R = \sqrt{V_X^2 + V_Y^2 + 2V_XV_Y \cos \beta}$$

- b. Setelah mendapatkan nilai V_R , nilai V_P dapat ditentukan dengan menggunakan nilai V_R dan nilai V_E , nilai V_E didapat dari

pengukuran habis elektroda terhadap waktu pengelasan.

2.2 *Sliding Adaptive*

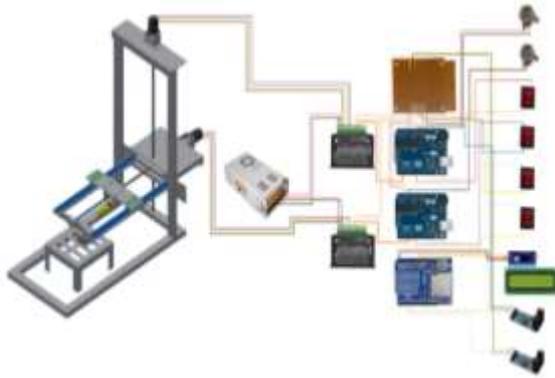
Sistem ini menggunakan *microcontroller* dan perangkat logika terprogram (CPLD) mesin, yang terdiri dari kotak sistem kontrol, kepala las dan pengelasan inverter. Las dengan kontrol *adaptif* didefinisikan sebagai pengelasan dengan peralatan yang memiliki kontrol sistem yang secara otomatis menentukan perubahan kondisi pengelasan dan bertindak di bawah peralatan dengan tindakan disesuaikan untuk melakukan penyesuaian. Dengan menggunakan sistem koordinat X dan Y. Satu sumbu digunakan untuk mengontrol pergerakan ruang di arah X. Yang lain digunakan untuk menggerakkan posisi tegak lurus bergerak dalam arah sumbu Y. Selain itu. Dua sistem koordinat yang berlawanan ini dapat diaktifkan untuk menerapkan dua arah sumbu pengelasan menjadi satu secara bersamaan [3].

2.3 Mikrokontroler AVR Atmega 328P

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input output [4]. Mikrokontroler adalah sebuah alat pengendali (kontroller) berukuran mikro atau sangat kecil yang di kemas dalam bentuk *chip*.

2.4 Prinsip Kerja Alat

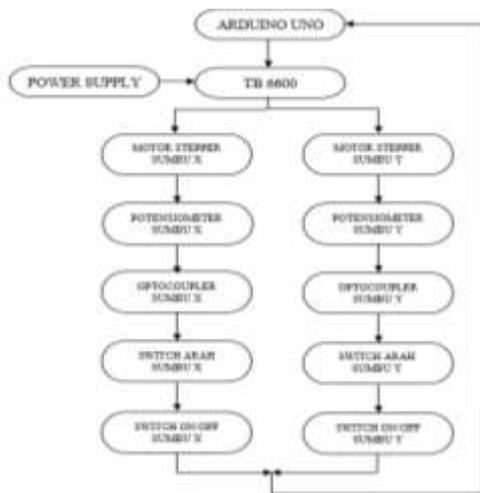
Alat penggerak *stang* las ini memiliki dua sumbu pergerakan yaitu untuk pergerakan sumbu X (arah melintang) dan pergerakan arah sumbu Y (arah memanjang). Prinsip kerja dari alat ini yaitu alat digerakkan dengan putaran motor *stepper* yang diatur oleh potensiometer, kemudian putaran motor tersebut diteruskan ke poros ulir yang membawa pelat pembawa dengan menggunakan *coupling*, di mana pada pelat tersebut terdapat pemegang *stang* las listrik, sehingga *stang* las listrik tersebut dapat bergerak sesuai dengan kecepatan yang diatur dengan potensiometer dan ditampilkan di layar LCD, kemudian kecepatan tersebut akan terekam di data logger yang dapat ditampilkan di laptop. Prinsip kerja alat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Prinsip kerja Alat

2.5 Skematik Komponen Pendukung Program Controlling (Hardware)

Dalam pembuatan program *controlling* tidak lepas dari sistem elektronika, oleh karena itu untuk mendapatkan sistem elektrikal sesuai dengan kebutuhan maka perlu dilakukan perancangan. Skematik komponen dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Skematik *hardware* program controlling

3. Hasil

Pada tahapan hasil ini, merupakan tahapan perancangan dan pengujian sistem kontrol yang telah diprogram pada tahapan sebelumnya.

3.1 Perakitan Sistem Kontrol

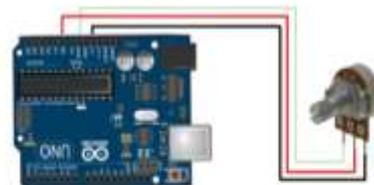
Merupakan suatu tahapan yang dilakukan untuk merakit atau merangkai rangkaian sistem kontrol untuk sumbu X dan sumbu Y.

- 1) Perakitan *Driver* menuju *Power Supply*
Merupakan tahapan untuk merakit atau merangkai rangkaian dari *driver* motor *stapper* menuju pada *power supply*, dapat dilihat pada Gambar 5.



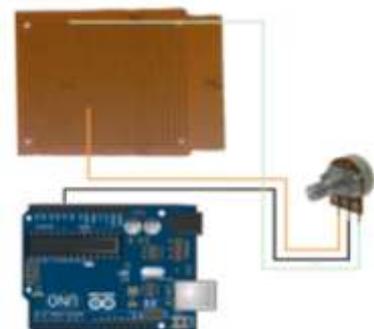
Gambar 5 Perakitan *driver* menuju *power supply*

- 2) Perakitan *Arduino uno* menuju potensiometer sumbu X
Merupakan tahapan untuk merakit atau merangkai rangkaian dari *Arduino uno* menuju potensiometer sumbu X, dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Perakitan *Arduino uno* menuju potensiometer sumbu X

- 3) Perakitan *Arduino uno* menuju potensiometer sumbu Y
Merupakan tahapan untuk merakit atau merangkai rangkaian dari *Arduino uno* menuju potensiometer sumbu Y, dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Perakitan *Arduino uno* menuju potensiometer sumbu Y

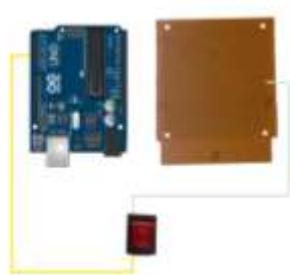
- 4) Perakitan *Arduino uno* menuju arah motor sumbu X
Merupakan tahapan untuk merakit atau merangkai rangkaian dari *Arduino uno*

menuju pergerakan arah motor sumbu X, dapat dilihat pada Gambar 8.



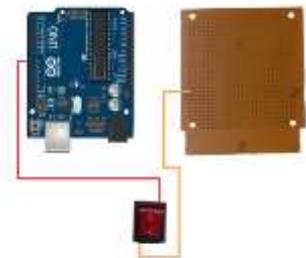
Gambar 8 Perakitan *Arduino uno* menuju arah motor sumbu X

- 5) Perakitan *Arduino uno* menuju arah motor sumbu Y
Merupakan tahapan untuk merakit atau merangkai rangkaian dari *Arduino* menuju pergerakan arah motor sumbu Y, dapat dilihat pada Gambar 9.



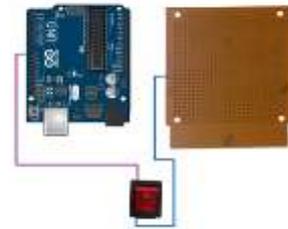
Gambar 9 Perakitan *Arduino uno* menuju arah motor sumbu Y

- 6) Perakitan *Arduino uno* menuju *on/off* motor sumbu X
Merupakan tahapan untuk merakit atau merangkai rangkaian dari *Arduino uno* menuju *on/off* motor sumbu X, dapat dilihat pada Gambar 10.



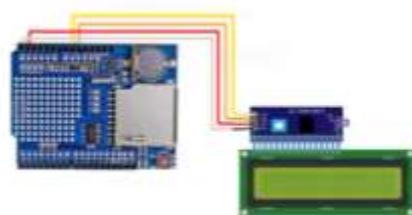
Gambar 10 Perakitan *Arduino uno* menuju *on/off* motor sumbu X

- 7) Perakitan *Arduino uno* menuju *on/off* motor sumbu Y
Merupakan tahapan untuk merakit atau merangkai rangkaian dari *Arduino uno* menuju *on/off* motor sumbu Y, dapat dilihat pada Gambar 11.



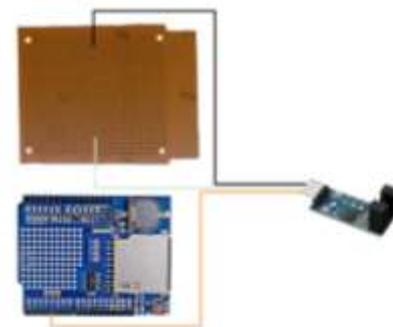
Gambar 11 Perakitan *Arduino uno* menuju *on/off* motor sumbu Y

- 8) Perakitan *Arduino uno* menuju I2C LCD
Merupakan tahapan untuk merakit atau merangkai rangkaian dari *Arduino uno* menuju I2C LCD, dapat dilihat pada Gambar 12.



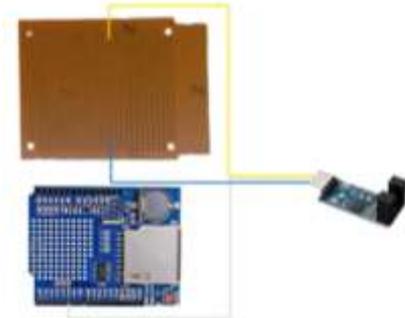
Gambar 12 Perakitan *Arduino uno* menuju I2C LCD

- 9) Perakitan *Arduino uno* menuju *optocoupler* sumbu X
Merupakan tahapan untuk merakit atau merangkai rangkaian dari *Arduino uno* menuju *optocoupler* sumbu X, dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13 Perakitan *Arduino uno* menuju *optocoupler* sumbu X

- 10) Perakitan *Arduino uno* menuju *optocoupler* sumbu Y
Merupakan tahapan untuk merakit atau merangkai rangkaian dari *Arduino uno* menuju *optocoupler* sumbu Y, dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14 Perakitan *Arduino uno* menuju *optocoupler* sumbu Y

- 11) Perakitan *driver* menuju *stepper* motor
Merupakan tahapan untuk merakit atau merangkai rangkaian dari *driver* menuju *stepper* motor, dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15 Perakitan *driver* menuju *stepper* motor

3.2 Perakitan Sistem Kontrol

Perakitan sistem kontrol adalah suatu tahapan dimana dilakukan perakitan dan penghubungan *hardware* dan *software* dengan alat *sliding adaptive two axis* yang telah dahulu dibuat. Seperti ditunjukkan pada Gambar 16 dan Gambar 17.



Gambar 16 Sistem kontrol sliding



Gambar 17 Rangkaian sistem kontrol

3.3 Pengujian Gerak Sumbu X

Pengujian gerak sumbu X berfungsi untuk memastikan pergerakan pada arah sumbu X. Dilakukan pengujian dengan cara menginputkan perintah dari program, dan melihat respons dari program dengan melihat pergerakan sumbu X tersebut, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Pergerakan Sumbu X

Pengujian	Kecepatan Program (mm/s)	Jarak (mm)	Waktu Aktual (s)	Kecepatan Aktual (mm/s)
1	1.35	100	77	1.30
2	2.6	100	39	2.56
3	3.61	100	28	3.57

3.4 Pengujian Gerak Sumbu Y

Pengujian gerak sumbu Y berfungsi untuk memastikan pergerakan pada arah sumbu Y. Dilakukan pengujian dengan cara menginputkan perintah dari program, dan melihat respons dari program dengan melihat pergerakan sumbu Y tersebut, seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Pergerakan Sumbu Y

Pengujian	Kecepatan Program (mm/s)	Jarak (mm)	Waktu Aktual (s)	Kecepatan Aktual (mm/s)
1	1.51	100	67	1.49
2	2.51	100	40	2.5
3	5.02	100	20	5

3.5 Pengujian Kecepatan Pengelasan Dengan Spesimen

Pengujian kecepatan pengelasan dengan spesimen dilakukan menggunakan elektroda dengan menjalankan sumbu X dan Y. spesimen yang digunakan berukuran 100 mm × 100 mm × 8 mm, seperti pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Kecepatan Pengelasan Menggunakan Spesimen

X (mm/s)	Y (mm/s)	X Rata- rata	Y Rata- rata	Waktu (s)	V _u (mm/s)	V _E (mm/s)	V _F (mm/s)
0	0						
0.86	0						
1.02	0						
1.02	0						
1.02	3.06						
1.10	3.06						
1.10	2.75						
1.10	3.06						
1.10	3.30						
1.18	3.30						
1.18	3.30						
1.18	3.61						
1.18	3.3						
1.18	3.3						
1.18	3.06						
1.18	3.06						
1.18	3.06	1.17	3.35	28	3.48	5.36	3.56
1.18	3.06						
1.18	3.30						
1.18	3.93						
1.18	3.93						
1.10	3.30						
1.10	3.06						
1.10	3.06						
1.10	3.06						
1.10	3.30						
1.10	3.30						
1.10	3.30						
1.10	3.30						
1.10	3.30						
1.10	3.06						
1.10	3.06						
1.10	0						

Keterangan :

= Awal Pengelasan

= Akhir Pengelasan

4 Pembahasan

Dalam penelitian ini telah dilakukan pengujian diantaranya pengujian pergerakan sumbu X seperti pada Tabel dimana terdapat 3 variasi kecepatan dengan jarak yang konstan yaitu 100 mm. Pengujian pada sumbu Y dilakukan dengan pengujian yang sama seperti pada sumbu X dengan melakukan 3 variasi kecepatan dengan jarak yang konstan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Pengujian pada sumbu X dan sumbu Y dilakukan dengan pena yang diletakkan pada ujung stang las. Hasil pada pengujian tersebut mendapatkan kecepatan pada program sama dengan kecepatan aktualnya.

Pengujian selanjutnya dilakukan pengelasan menggunakan spesimen uji berupa pelat baja karbon rendah dengan ukuran 100 mm × 80 mm × 8 mm untuk satu benda kerja. Pada pengujian ini menggunakan pergerakan gabungan antara sumbu X dan sumbu Y dengan menggunakan elektroda. Kemudian hasil dari pengelasan akan direkam datanya pada data logger yang dapat ditampilkan datanya di laptop.

5. Simpulan

Pengembangan sistem kontrol kecepatan pengelasan (*welding velocity*) SMAW 2 axis dengan *speed controller* merupakan penelitian yang

dilakukan untuk menyempurnakan sistem kontrol sebelumnya sehingga menjadikan proses pengelasan agar dapat dioperasikan kecepatan sesuai dengan yang dibutuhkan dengan sistem *speed control*. Dalam penelitian ini telah dilakukan beberapa langkah dan metode sehingga sistem kontrol ini dapat bekerja dengan baik. Sistem kontrol dirancang dengan beberapa komponen perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) dengan rangkaian yang telah disusun sesuai dengan fungsi masing-masing. Penelitian ini telah dilakukan pengujian pada sistem kontrol, dimana pengujian tersebut meliputi pengujian kecepatan pada sumbu X dan sumbu Y. dari hasil tersebut didapatkan kecepatan program sama dengan kecepatan aktualnya.

5. Daftar Pustaka

- [1] Prasetya, Surya Dita. 2019. Perancangan Sistem Kontrol Penggerak Stang Las Pada *Sliding Adaptive Two Axis* Mesin Pengelasan Smaw Berbasis *Microcontroller Arduino Uno*. *Jurnal Online Mahasiswa FT UNRI*. 6(1):1-8.
- [2] Widodo Suwanda, Yohanes. 2018. Pengembangan Sistem *Sliding Adaptive Vertical* Pada Proses Pengelasan Smaw Posisi 1G/1F. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*. Vol 5.
- [3] Wu, C. Y. Tung, P. C. and Fuh, C. C. 2010 Development Of An Automatic Arc Welding System Using An Adaptive Sliding Mode Control. *Jurnal International Manufacture*. 21:355-362.
- [4] Wirjosumarto, H. 2000. Teknologi Pengelasan Logam. Edisi 8 Erlangga. Jakarta.