

Desain Sistem Otomasi Spot Welding Pada Baterai Lithium 18650 Menggunakan Computer Numerical Control (CNC)

Pujianto^{1,*}, Asepta Surya Wardana², Umi Yuliatin³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Instrumentasi Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Cepu Jawa Tengah, Indonesia 55312

*Corresponding Author: pujianto1968@gmail.com (Pujianto)

Info Artikel

Histori Artikel:

Diterima berkas: 5 April 2024

Direvisi: 25 Mei 2024

Disetujui terbit: 10 Juni 2024

Keyword:

Baterai lithium
CNC
Otomasi
Spot Welding

ABSTRAK

Seiring perkembangan teknologi dan penerapan otomatisasi di berbagai industri, mesin CNC semakin menjadi pilihan utama untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Dengan keuntungan penggunaan tenaga kerja yang lebih sedikit dan hasil yang lebih konsisten, penggunaan mesin bubut CNC telah membawa revolusi positif dalam dunia manufaktur dan produksi. Sebagian besar produsen baterai lebih memilih spot welding memakai mesin CNC daripada penyolderan biasa, dengan mesin CNC didapatkan hasil yang sama di setiap titik karena panasnya bisa diatur, secara konsisten dan efisiensi baterai terjaga. Penelitian ini bertujuan mendesain mesin otomatisasi spot welding pada baterai lithium 18650 dengan menggunakan mesin Computer Numerical Control (CNC). Penelitian ini menggunakan metode studi pustaka dengan mencari studi rekayasa teknik, pembuatan hardware CNC, pembuatan software, rangkaian baterai lithium 18650, pengujian alat dan uji tes otomatisasi. Dari hasil penelitian ini didapatkan alat otomatisasi yang bisa di kontrol dengan menggunakan komputer sehingga akan mempermudah berbagai pekerjaan dalam industri manufaktur khususnya dalam hal pembuatan baterai lithium 18650.

ABSTRACT

Along with the development of technology and the application of automation in various industries, CNC machines are increasingly becoming the main choice to increase efficiency and productivity. With the advantage of using less labor and more consistent results, the use of CNC lathes has brought a positive revolution in the world of manufacturing and production. Most battery manufacturers prefer spot welding using CNC machines rather than regular soldering, with CNC machines the same results are obtained at each point because the heat can be adjusted, consistent and battery efficiency can be maintained. This study aims to design an automation machine for spot welding on 18650 lithium batteries using a Computer Numerical Control (CNC) machine. This study uses a literature study method by searching for engineering studies, CNC hardware manufacturing, software manufacturing, 18650 lithium battery circuits, tool testing and automation test tests. From the results of this study, an automation tool was obtained that can be controlled using a computer so that it will facilitate various jobs in the manufacturing industry, especially in terms of making 18650 lithium batteries.

This is an open access article under the CC BY-SA license.



1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi dan penerapan otomatisasi di berbagai industri, mesin CNC semakin menjadi pilihan utama untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas[1]. Dengan keuntungan penggunaan

tenaga kerja yang lebih sedikit dan hasil yang lebih konsisten, penggunaan mesin bubut CNC telah membawa revolusi positif dalam dunia manufaktur dan produksi.[2]

Dengan teknik kontrol yang beragam dan sinergi antara komputer dan mekanik, mesin perkakas CNC telah menjadi salah satu solusi paling efisien dan efektif dalam industri manufaktur modern. Kemampuannya untuk menghasilkan produk dengan tingkat kecepatan moderen, konsistensi, dan akurasi tinggi, menjadikannya pilihan utama dalam meningkatkan produktivitas dan daya saing perusahaan [3][4]. Sistem automasi adalah sebuah cara yang saling terkait ilmu mekanik, elektronik, berbasis komputer. Pekerjaan yang sebelumnya harus dikerjakan secara manual dengan perkembangan teknologi saat ini dapat dilakukan secara otomatis, sehingga menghemat tenaga manusia.[5] Berbagai macam sistem pengendalian digunakan, mencakup tingkat kecepatan modern yang merupakan sistem yang dikendalikan oleh komputer. *CNC (Computer Numerical Control)* [6] bekerja dengan menggabungkan dan menyelaraskan antara komputer dan mekaniknya Menurut dalam penelitiannya menjelaskan bahwa komputer dengan memakai bahasa numerik (data angka, perintah huruf dan simbol) dapat di terapkan pada mesin CNC untuk drilling.

Pada penelitian lain [3] merancang dan mengimplementasikan sistem automasi gerak las MIG (metal inert gas) guna meningkatkan kualitas hasil lasan. Hasil penelitian ini dapat menambah manfaat bagi pengembangan pengelasan, serta berkontribusi pada perkembangan teknologi manufaktur khususnya dalam sistem automasi pengelasan. Aplikasi automasi mesin *CNC* saat ini banyak dipakai untuk *spot welding* pada industri manufaktur salah satunya adalah manufaktur baterai. *Spot welding* dewasa ini lebih banyak dipilih oleh manufaktur baterai karena lebih efisiensi dan bisa mengatur suhu, pada suhu tinggi yang berdampak negatif pada kinerja baterai. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain *prototype* mesin automasi spot welding pada baterai lithium 18650 dengan menggunakan mesin *Computer Numerical Control (CNC)*.

2. METODA

Beberapa langkah digunakan dalam penelitian ini mulai menentukan ide , identifikasi peralatan/bahan yang dibutuhkan, serta melakukan studi literatur dari jurnal ilmiah dan buku. Setelah menemukan ide dan data dukung berupa referensi maka tahapan selanjutnya mendesain mesin *CNC* menggunakan software autocad, selanjutnya diaplikasikan melalui proses pabrikan menggunakan alat bantu berupa mesin gerinda, bor listrik, gergaji, ragum, mistar sorong, siku ukur, waterpas, tang kombinasi, meteran, obeng, kunci pas, kunci ring, sarung tangan.[7] Adapun bahan *frame* yang di gunakan adalah dari bahan Almunium ukuran 20 x 40 mm panjang 60 cm, sebanyak 6 buah, sedangkan untuk motor penggerak menggunakan jenis motor stepper nema 17 [8] sebanyak 3 buah, untuk spesifikasi power suplainya 12 Volt/20 Ampere. Dan untuk mesin las nya menggunakan spot welding 1500 watt. serta untuk sistim pengendalian menggunakan *Arduino Mega* beserta kelengkapan kontrolnya. Selanjutnya perakitan alat *prototype* melalui proses, pengukuran, pemotongan, pengeboran, perakitan, install sistem kontrolnya dan selanjutnya finising. Sebelum di lakukan pengujian, dibuat dulu program *software*nya dengan menggunakan *software Vetric aspire 95* [9] Langkah selanjutnya adalah merangkai baterai *lithium* 18650 sesuai yang di inginkan yang dalam penelitian ini menggunakan baterai lithium sebanyak 24 buah, dengan kapasitas masing-masing 2000 Ah/4Volt/dc yang disusun sedemikian rupa sehingga di dapatkan tegangan 12 volt/dc

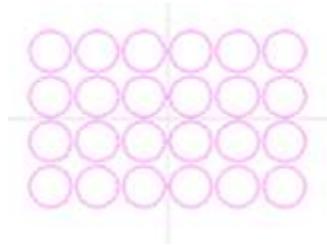
Komponen yang Diperlukan

- Motor Stepper Tipe: NEMA 17 atau NEMA 23 (tergantung pada kebutuhan daya dan torsi)
- Driver Motor Stepper Tipe: A4988, DRV8825, atau driver lainnya yang kompatibel
- Kontroler CNC :Arduino Mega atau platform lain yang mendukung kontrol CNC
- Power Supply :Sesuai dengan kebutuhan motor stepper dan driver
- Perangkat Lunak :Vetric Aspire 9.5 untuk desain dan generasi G-code
- Sensor dan Encoder :Opsional, untuk feedback posisi yang lebih akurat
- Hardware Pengelasan: Elektroda spot welding, relay, dan sumber daya listrik untuk pengelasan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Frame

Ukuran frame tergantung dari seberapa besar ukuran rangkaian baterai . Karena yang akan di las titik adalah baterai lithium 18650 [10] dimana ukuran dari baterai tersebut adalah lebar 18 mm dan panjang 65 mm. Maka perlu di rencanakan dulu rangkaian baterai lithium 18650 yang akan di rangkai. Dalam penelitian ini ukuran baterai lithium 18650 yang sudah di rangkai adalah seperti terlihat pada gambar 1



. Gambar 1 : Susunan *baterai lithium 18650*

Dari gambar 1 diperoleh panjang susunan baterai $1,8 \text{ cm} \times 6 = 10,8 \text{ cm}$. Dalam penelitian ini dibuat ukuran frame $40 \times 40 \text{ cm}$. Ukuran ini dibuat lebih besar dari ukuran baterai dengan tujuan pengembangan bila ada susunan baterai lain yang lebih besar. seperti terlihat pada gambar 1

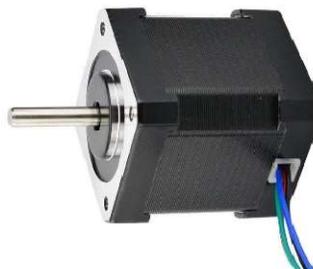


Gambar 2 : Ukuran frame mesin CNC spot welding

3.2 Motor stepper

Motor penggerak di pilih motor stepper NEMA 17 karena dapat menghasilkan gerakan presisi dan terkontrol, serta akurat [11], [12]. Gambar 3 adalah jenis motor stepper yang di gunakan. Dalam penelitian ini dibutuhkan 3 unit motor *stepper* dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Ukuran lempeng depan : 42,3 mm
- Jumlah step : 200 tahap
- Torsi : 0,3 - 0,6 Nm
- Arus nominal : 0,5 - 1,5 Ampere
- Tegangan : 2 - 4 VDC
- Kecepatan rotasi : 500 - 3000 RPM



Gambar 3: Motor stepper

3.4. Kontrol pengendalian

Menggunakan *Arduino Mega* sebagai sistem kontrol untuk otomasi spot welding pada baterai lithium 18650 memiliki beberapa kelebihan yang signifikan. Diantaranya:

- Banyaknya Pin Input/Output

- Memori Besar
- Kemampuan Komunikasi yang Luas
- Kemudahan Penggunaan
- Ekosistem Perangkat Keras dan Perangkat Lunak yang Kua
- Biaya Terjangkau
- Sumber Daya Open Source

Implementasi arduino mega cocok digunakan untuk kontrol motor stepper karena menggunakan pin I/O untuk mengontrol driver motor stepper atau servo. Dan menggunakan komunikasi serial untuk mengontrol motor dari perangkat lunak utama.

.pertimbangan lain menggunakan *Arduino mega* [13], adalah sebagai berikut:

- Bisa digunakan lebih dari satu modul secara bersamaan.
- Bisa mengontrol banyak komponen dalam 1 rangkaian.
- Memori lebih besar dibanding Arduino uno

Spesifikasi *Arduino mega* [14] seperti pada tabel 1

Tabel 1. Spesifikasi Arduino mega

Mikrokontroler	Atmega2560
V kerja	5 Volt
V Rekomendasi	7-12 Volt
V maksimum	6-20 Volt
Pin In/Out	54
Pin PWM	15
Pin In Analog	16
Arus Pin Digital	40 mA
Arus Pin 3,3 V	50 mA
Memori Flash	256 KB (8 KB untuk <i>bootloader</i>)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

Rangkaian control keseluruhan dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini



Gambar 4: Rangkaian kontrol Arduino mega

3.5. Program *software*

Untuk membuat gkode CNC dalam penelitian ini adalah menggunakan *Vetric Aspire 95* [9]. Dalam kombinasi dengan sistem CNC untuk spot welding pada baterai lithium 18650 memiliki keuntungan seperti presisi tinggi, optimasi jalur, dan kemampuan simulasi yang memungkinkan pengguna untuk merancang dan mengimplementasikan proses pengelasan dengan tingkat akurasi dan efisiensi yang tinggi. Dengan pendekatan ini, proses otomatisasi spot welding dapat ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan produksi yang lebih besar dan lebih konsisten.

Diagram Alir Implementasi

- Desain CAD di Aspire
- Tentukan Jalur dan Parameter Pengelasan
- Simulasi Jalur di Aspire
- Ekspor G-code
- Impor G-code ke Kontroler CNC
- Integrasi dengan Sistem Pengelasan
- Pengujian dan Kalibrasi
- Pelaksanaan Spot Welding

3.6. Hasil desain *hardware*

Berikut adalah hasil desain dari penelitian:

- Aluminium *profile* ukuran 20 x 40 mm Panjang 60 cm: 6 buah
- Motor *stepper* nema 17 : 3 biji (penggerak sumbu x,y,z) area percetakan 40 x 40 cm
- Linier sumbu Z Panjang pergerakan 5 cm
- Linier sumbu Y Panjang pergerakan 40 cm
- Linier sumbu X Panjang pergerakan 40cm
- Kabel 0,30 mm² panjang 6 mtr
- *Spot welding* 1500 watt
- Power suplai 12 v DC/20 Ampere
- Control.
 - *Arduino mega*
 - RAMPS
 - Driver *stepper* seri DRV 88254 jumlah 3 buah
 - LCD smart control 1 buah
 - Relay mobil utk on of welding/penggantinya pijakan
 - Saklar AC

Foto hasil *prototype* dari desain mesin CNC spot welding [15] pada baterai lithium 18650 [10] secara keseluruhan terlihat di gambar 5



Gambar 5. Rangkaian mesin CNC spot welding baterai lithium 18650

4. KESIMPULAN

Sistem otomasi spot welding untuk baterai lithium 18650 menggunakan kontrol CNC berbasis Arduino Mega dan motor stepper, dengan dukungan perangkat lunak Vecetric Aspire 9.5, menunjukkan hasil yang sangat positif dalam hal keakuratan, konsistensi, dan efisiensi. Implementasi ini tidak hanya meningkatkan kualitas sambungan pengelasan tetapi juga mempercepat proses produksi dan memudahkan replikasi untuk produksi skala besar. Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambahkan sensor dan sistem feedback untuk kontrol yang lebih baik dan memastikan kualitas yang optimal di setiap siklus produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Alfauzy, A. Purnomo, B. Tjahjono, W. I. Nugroho, A. N, and A. Cholis, "Rekayasa Mesin Cutting Sticker Berbasis CNC untuk Meningkatkan Kualitas Hasil Produksi," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 18, no. 1, p. 75, 2023, doi: 10.32497/jrm.v18i1.3935.
- [2] P. H. DUHA *et al.*, "TERHADAP TINGKAT KEKASARAN ALUMINIUM PADA MESIN CNC Febrian Nur Firdaus Nur Aini Susanti," *J. Tek. Mesin dan Pembelajaran*, vol. 4, no. 1, pp. 27–36, 2019.
- [3] M. Jufrialdy, Ilyas, and Marzuki, "Rancang Bangun Mesin Cnc Milling Menggunakan," *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 58–63, 2020.
- [4] Haikal1, Moch.Chamim1, E. Suryono1, F. N. Hidayah1, and Triyono2, "PENGARUH PARAMETER PENGELASAN RESISTANCE SPOT WELDING TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK MULTI - LAYER IOGAM TAK SEJENIS BERBEDA KETEBALAN Program Studi Teknik Mesin , Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta Program Studi Teknik Mesin , Universitas Sebelas," vol. 7, no. 1, pp. 16–24, 2021.
- [5] A. B. Hendrawan, M. T. Qurahman, and A. Rasyid, "Desain Mesin Cnc Router 3 Axis Perangkat Lunak Autodesk Inventor," *J. Mech. Eng.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–5, 2021.
- [6] (1)*Eddy Kurniawan and (1)Bong Jekky (2)Syaifurrahman, "Rancang Bangun Mesin CNC Lathe Mini 2 Axis," *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 4, no. 2, pp. 83–90, 2020.
- [7] S. Ninien, F. F. Adzima, and A. D. Saragih, "Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pembuatan alat ini meliputi, tahapan pertama yaitu menentukan topik penelitian, survey kebutuhan laboratorium, serta melakukan studi literatur dari jurnal ilmiah dan buku. Setelah menemukan topik penelitian dan ," vol. 7, no. September, pp. 164–171, 2022.
- [8] A. Ripaldo, Y. Hasan, and J. Al Rasyid, "Implementasi DOF (Degree Of Freedom) Pada Pergerakan Motor Stepper Smart Inventory 3 Axis," *J. Ampere*, vol. 8, no. 2, pp. 116–126, 2023, doi: 10.31851/ampere.v8i2.12802.
- [9] A. S. Nur and A. Adam, "Penerapan Software Vetric Aspire Cnc Untuk Meningkatkan Hasil Smk Taruna Jaya Prawira Tuban," *J. Pendidik. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 2, pp. 21–25, 2021.
- [10] N. A. Ariyanto, F. Fatkhurrozak, and D. Prasetyo, "Rancang Bangun Battery Pack Lithium 48 V 50 Ah," *Eksergi*, vol. 18, no. 1, p. 102, 2022, doi: 10.32497/eksergi.v18i1.3227.
- [11] N. Saputra, "Making CNC Milling Router For Wood Material," 2019.
- [12] A. Farih, Q. Rosief, I. Siradjuddin, and H. K. Safitri, "Chess Robot Arm 4 Degree of Freedom Trajectory Planning With Inverse Kinematics Method," *Kohesi J. Sains dan Teknol.*, vol. 4, no. 1, pp. 109–119, 2023.
- [13] M. M. Yanayir, T. Tarmukan, and H. Singgih, "Kontrol Temperatur Minyak Melalui Aliran Keluaran Gas Pada Mesin Penggoreng Donat Dengan Pengendali Pid," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 3, no. 3, p. 47, 2020, doi: 10.33795/elkolind.v3i3.91.
- [14] T. Pangya, A. Thedsakhulwong, and C. Ekwongsa, "Development of the PID controller and real-time monitoring system for a low-temperature furnace," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1144, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1144/1/012160.
- [15] H. Ariyah, "Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Peningkatan Efisiensi Mesin Batching Plant (Studi Kasus: PT. Lutvindo Wijaya Perkasa)," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 70–77, 2022.