

Inovasi Mesin Produksi Kawat Pagar Berbasis Motor Listrik dan Sistem Pengontrol Otomatis pada Dayah Mataqu

Amri^{1*}, Anita Fauziah², Subhan³, Jamaluddin⁴

^{1,3} *Jurusan Teknologi Informasi dan Komputer, Jurusan Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe*
Jln. B. Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

^{1*}amri@pnl.ac.id

²Anitafauziah@pnl.ac.id

³subhan@pnl.ac.id

⁴jamaluddin@pnl.ac.id

Abstrak— Kawat harmonika juga sering digunakan untuk kebutuhan sehari-hari, seperti penggunaan di dalam rumah, properti atau seperti tanah dan kerap digunakan untuk peternakan ternak sapi, ayam, dan kambing. Pembuatan kawat harmonika masih menggunakan cara manual dan membutuhkan tenaga, kesabaran dan waktu yang cukup lama. Dalam pengabdian di dayah Mataqu ini memilih rancang bangun alat pembuat pagar harmonika. Pengabdian beserta anggotanya ingin membuat rancangan bangun ini karena saat ini masih banyak industri kecil yang masih menekuk kawat dengan tenaga manusia, menurut penulis pembuatan pagar kawat masih menggunakan tenaga manusia kurang efektif dikarenakan dalam waktu pengerjaannya masih memakan waktu yang cukup lama. Pada hasil pengabdian ini pada proses pengambilan data menggunakan alat pembuat pagar harmonika yang dilakukan sebanyak 3 kali pengambilan data mendapatkan rata-rata 188,6 cm, dan rata-rata waktu yang dibutuhkan sebanyak 20 menit. Pada hasil pengambilan data menggunakan alat manual yang dilakukan sebanyak 3 kali pengambilan data mendapatkan rata-rata panjang hasil kawat 118 cm, dan rata-rata waktu yang dibutuhkan sebanyak 20 menit. Persentase yang didapat dari alat pengujian dengan alat pembuat pagar harmonika yaitu 6,2% sedangkan persentase dari alat manual 3,9%. Jadi alat pembuat pagar harmonika lebih efisien dan efektif dibandingkan dengan alat manual karena meningkatkan persentase 2,3%..

Kata kunci— *Air Conditioner, Components, Installation, Maintenance*

Abstract— Harmonica wire is also often used for daily needs, such as use in homes, properties or such as land and is often used for cattle, chickens, and goats. The manufacture of harmonica wire still uses manual methods and requires energy, patience and a long time. In this service, the design of a harmonica fence maker was chosen. The servant and his members wanted to make this design because currently there are still many small industries that still bend wire with human power, according to the author, making wire fences still using human power is less effective because the processing time still takes a long time. In the results of data collection using the harmonica fence maker tool which was carried out 3 times, the average length of the wire was 188.6 cm, and the average time required was 20 minutes. In the results of data collection using manual tools which were carried out 3 times, the average length of the wire was 118 cm, and the average time required was 20 minutes. The percentage obtained from the testing tool with the harmonica fence maker tool was 6.2% while the percentage from the manual tool was 3.9%. So the accordion fence making tool is more efficient and effective compared to manual tools because it increases the percentage by 2.3%.

Keywords— *Air Conditioner, Components, Installation, Maintenance.*

I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan kawat dapat dijadikan bentuk dalam peluang usaha yang dimanfaatkan untuk mendapatkan nilai tambah dari tersebut [1]. Kawat yang dibentuk zig-zag, dikenal juga sebagai kawat harmonika dan dapat dimanfaatkan untuk membuat pagar. Kawat harmonika ini merupakan kawat besi yang dianyam atau dipelintir ataupun dibanding menggunakan mesin dengan teknik tertentu sehingga dapat menghasilkan lubang-lubang dengan bentuk yang unik Dayah MataQu, atau dengan nama lengkapnya Ma'had Ta'limul Qur'an Utsman Bin Affan, adalah salah satu lembaga pendidikan Islam yang telah menunjukkan perkembangan signifikan sejak didirikan pada tahun 2014. Terletak di Desa Alue Lim, Kecamatan Blang Mangat, Kota Lhokseumawe, Aceh yang di tunjukan pada gambar 1, dayah ini tumbuh menjadi tempat belajar yang tidak hanya menanamkan nilai-nilai agama melalui hafalan Al-Qur'an, tetapi juga memadukan pembelajaran akademik yang relevan

dengan tuntutan zaman. Di bawah kepemimpinan Azhar Ibrahim, SQ, M.Pd, Dayah MataQu telah mengukuhkan posisinya sebagai lembaga pendidikan yang mengintegrasikan antara ilmu agama dan ilmu pengetahuan umum, serta mencetak generasi Qur'ani yang cerdas dan berakhlak mulia.

Sebagai lembaga pendidikan berbasis tahfizh, Dayah MataQu memiliki sistem pembelajaran intensif dalam menghafal Al-Qur'an. Para santri dibimbing oleh para ustaz dan ustazah berkompeten dengan metode tahfizh yang terstruktur dan target capaian hafalan yang jelas. Di samping menghafal, santri juga mendapatkan pembinaan dalam hal tajwid, tahsin, serta tafsir dasar, guna memperdalam pemahaman terhadap ayat-ayat yang dihafal. Hal ini bertujuan agar para santri tidak hanya hafal secara lisan, tetapi juga memahami nilai-nilai Al-Qur'an dalam kehidupan sehari-hari. Spirit inilah yang menjadi fondasi kuat dalam pembentukan karakter para santri. Mesin produksi kawat pagar berbasis motor listrik dan sistem kontrol otomatis siap digunakan. Produk kawat pagar hasil mesin dengan kualitas seragam, kuat, dan sesuai kebutuhan pasar. Merancang dan membangun

prototipe mesin produksi kawat pagar berbasis motor listrik dengan sistem kontrol otomatis.

Melakukan uji coba mesin untuk memastikan kinerja, efisiensi energi, serta kualitas hasil produksi. Melatih santri dan tenaga pengelola Dayah Mataqu dalam pengoperasian dan perawatan mesin.

Menghasilkan produksi kawat pagar skala kecil-menengah yang mampu memenuhi kebutuhan internal dan sebagian masyarakat sekitar.

II. METODOLOGI PELAKSANAAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Dayah MataQu (Ma'had Ta'limul Qur'an Utsman Bin Affan) dilakukan secara terstruktur dan sistematis untuk menjawab permasalahan yang dihadapi oleh pihak dayah, yaitu kebutuhan terhadap peningkatan keamanan lingkungan, efisiensi energi di dapur umum, dan penguatan aspek kemandirian ekonomi pesantren. Metode pelaksanaan ini dibagi ke dalam enam tahapan utama, yaitu: (1) Survei dan Identifikasi Permasalahan Lapangan, (2) Koordinasi dan Sosialisasi dengan Pihak Dayah dan Mitra Pemasok Limbah, (3) Desain dan Pengadaan Teknologi Tepat Guna, (4) Pelatihan dan Transfer Teknologi, (5) Instalasi dan Uji Coba Operasional, serta (6) Monitoring, Evaluasi, dan Replikasi.

Berdasarkan data lapangan, tim akan mulai mendesain dan mengembangkan dua teknologi utama: Mesin Produksi Pagar Kawat Harmonika Berpengerak Motor Listrik

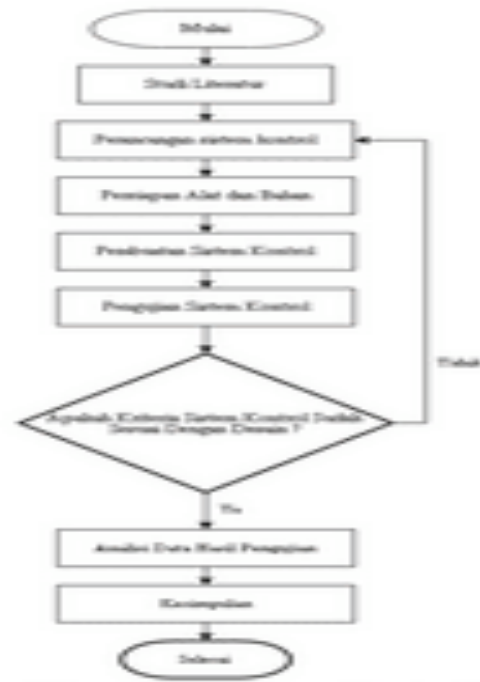
- Mendesain sistem penggerak berbasis motor listrik DC/AC.
- Menyesuaikan kapasitas mesin sesuai kebutuhan dayah.
- Pemesanan dan perakitan alat oleh tim dosen dan teknisi.

Secara garis besar perancangan dan pembuatan sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen atomizer dapat digambarkan dengan diagram alir. Diagram alir perancangan dan pembuatan sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen atomizer dapat dilihat pada gambar 1.

Pelatihan dan Transfer Teknologi kepada Pengurus dan Santri

Setelah alat selesai dirakit, tim pengabdian akan mengadakan pelatihan operasional dan pemeliharaan kepada pihak dayah. Target peserta adalah pengurus dapur, guru pendamping, dan santri yang terlibat dalam kegiatan ekstrakurikuler teknologi. Bentuk pelatihan:

- Workshop pengoperasian mesin pagar harmonika.
- Simulasi penggunaan dan pengisian bahan bakar pada kompor limbah.
- Pelatihan dasar keselamatan kerja dan pemeliharaan alat.
- Penyuluhan manajemen unit usaha kecil di dayah. Pelatihan bersifat praktis dan disertai modul sederhana agar mudah direplikasi



Gambar 1. Alur Perancangan

Pengujian Program Mesin Penggulung Kawat

Pengendalian kecepatan spindel dan arah eretan pada mesin penggulung kawat komponen atomizer menggunakan program yang dibuat pada software Visual Basic 6.0. pada Visual Basic, kecepatan dan arah motor stepper diatur dengan data yang dimasukkan pada textbox. Data yang ada pada textbox kemudian dikirimkan ke mikrokontroller menggunakan jalur komunikasi serial. Pada form sistem kendali mesin penggulung kawat komponen atomizer terdapat 3 commandbutton untuk fungsi perintah gerakan dan 1 textbox yang memasukkan data gerakan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan tahapan merencana dan mengkonsep maka penelitian dilanjutkan pada tahapan perancangan mesin yaitu dengan melakukan sejumlah perhitungan komponen transmisi mesin yang akan digunakan dan simulasi pembebanan.

A. Perancangan transmisi

Perancangan elemen mesin pada mesin pembuat pagar kawat harmonika dilakukan untuk mengetahui perencanaan motor penggerak yang digunakan, diameter minimal poros yang sesuai dan jenis transmisi yang akan digunakan pada mesin pembuat pagar kawat harmonika [9].

Perhitungan Perencanaan Motor Penggerak Perhitungan dalam perencanaan motor penggerak bertujuan untuk mengetahui daya motor penggerak minimum yang dapat dipakai dalam suatu perancangan yang menggunakan motor penggerak. Berikut merupakan persamaan yang dapat digunakan dalam mengetahui daya minimum motor pada mesin pembuat pagar kawat harmonika.

a. Perhitungan gaya bending kawat

$$\sigma = \frac{Mc}{I} = \frac{F \cdot L}{\frac{\pi \cdot d^4}{64}}$$

$$240 = \frac{F \cdot 120}{\frac{3,14 \cdot 1,00^4}{64}}$$

$$F = 7,27 \text{ N}$$

Jadi gaya yang dibutuhkan dalam melakukan bending kawat dengan diameter 2,1 mm yaitu 7,27 N.

b. Perhitungan gaya yang timbul [10] Perhitungan diawali dengan input data massa yang digerakan dengan poros. Massa beban yang bekerja dapat dicari dengan persamaan berikut. Gaya yang bekerja pada tumpuan dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini (nilai percepatan gravitasi = 10 m/s²).

Tabel 1. Gaya yang timbul pada poros

NO	Nama Part	Massa (kg)	Gaya (N)
1	Gaya bending kawat		7,27
2	Poros utama	1,5	15
3	Pulley	1,3	13
4	Plat penekuk kawat	0,3	3
Total gaya yang timbul			38,27 N

c. Perhitungan torsi motor penggerak [11][12] Untuk menghitung torsi motor yang dibutuhkan pada mesin pembuat pagar harmonika digunakan persamaan sebagai berikut: $T = F$ (gaya yang timbul) x r (jarak lengan momen) $T = 38,27 \text{ N} \times 177,8 \text{ mm}$
 $T = 38,27 \text{ N} \times 0,1778 \text{ m}$
 $T = 6,8 \text{ Nm}$

d. Perhitungan daya motor yang dibutuhkan Dalam menghitung daya motor penggerak yang dibutuhkan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = T \times \omega$$

Keterangan:

$P =$ Daya (kW)

$T =$ Torsi yang dibutuhkan (Nm) $\omega =$ Kecepatan sudut (rad/s)

e. Perhitungan kecepatan sudut Putaran rencana yang digunakan (n_2) adalah 700 rpm, maka perhitungan kecepatan sudut dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\omega = 2 \times \pi \times n_2$$

$$60 \omega = 2 \times 3,14 \times 700 \times 60$$

$$\omega = 4396 \text{ } 60 \omega = 73,27 \text{ rad/s}$$

Setelah diketahui torsi dan kecepatan sudut yang berkerja pada mesin pembuat pagar harmonika, maka dapat dilakukan perhitungan daya motor penggerak yang dibutuhkan yaitu:

$$P = T \times \omega \text{ } P = 6,8 \times 73,27$$

$P = 498 \text{ watt}$, Maka daya motor penggerak yang dibutuhkan dalam mesin pembuat pagar kawat harmonika yaitu 498 watt.

Perhitungan Diameter Poros

Berikut ini merupakan urutan perhitungan dalam mencari diameter poros minimal yang dapat digunakan dalam mesin pembuat pagar kawat harmonika. mengetahui diameter poros minimum dapat menggunakan persamaan

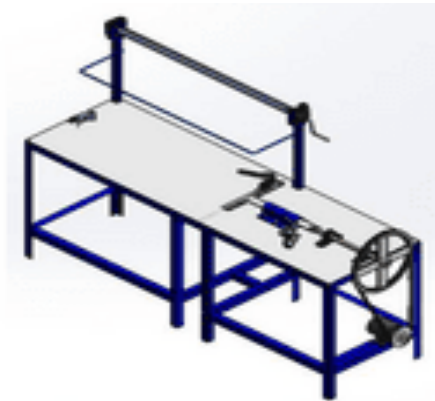
persamaan berikut ini: a. Menghitung daya rencana Daya rencana merupakan hasil perkalian dari daya yang digunakan dengan faktor koreksi dari suatu kegunaan mesin. Faktor koreksi dapat dilihat pada lampiran 1.

$$Pd = Fc \times P$$

$$Pd = 1,3 \times 0,5 \text{ kW}$$

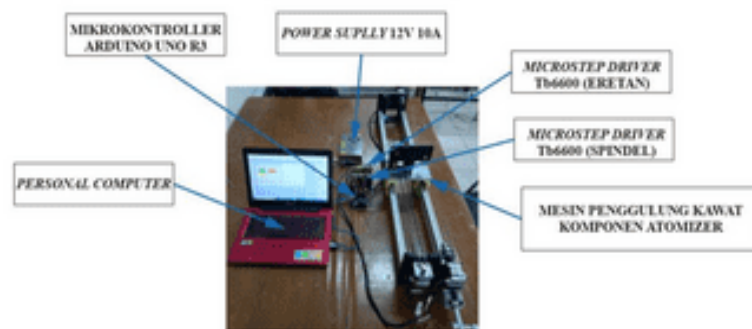
$$Pd = 0,65 \text{ kW}$$

B. Desain wujud Desain wujud dibuat setelah menentukan konsep yang digunakan dalam desain mesin [16]. Desain wujud merupakan desain keseluruhan dari mesin pembuat pagar kawat harmonika yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain wujud mesin pembuat pagar kawat harmonika

Mesin penggulung kawat komponen atomizer merupakan mesin yang dapat melapisi kawat inner dengan kawat outer dengan cara digulung searah sumbu x. Pada mesin penggulung kawat komponen atomizer yang telah dirancang dan dibuat merupakan mesin yang dapat menggulung secara otomatis oleh personal komputer. Mesin penggulung kawat komponen atomizer dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3. Mesin Penggulung Kawat

Mesin penggulung kawat komponen atomizer terdiri dari dua bagian utama yaitu mekanisme penggulangan dan pengendali mekanisme penggulangan. Mekanisme penggulangan kawat terdiri dari beberapa komponen diantaranya adalah: 1. Dua buah motor stepper berfungsi untuk memutar kawat inner, 2. Satu buah motor stepper berfungsi untuk menggerakkan eretan, 3. Eretan berfungsi untuk menyimpan kawat outer, dan 4. Logam berfungsi sebagai penanda bahwa putaran roda penggerak eretan harus dihentikan. Pengendali mekanisme

mesin penggulung kawat komponen atomizer terdiri dari beberapa komponen diantaranya adalah:

1. Power supply berfungsi untuk memberi arus listrik DC (direct current) pada komponen sistem kontrol,
2. Arduino UNO R3 berfungsi sebagai pengolah data yang dikirim dari komputer,
3. Microstep driver TB6600 berfungsi untuk mengatur arah, kecepatan, dan jumlah putaran pada motor stepper, dan
4. Sensor proximity induktif berfungsi untuk mendeteksi logam yang terdapan pada dudukan roda dan pemberi sinyal bahwa putaran motor stepper harus dihentikan. Prinsip kerja sistem kontrol pada mesin penggulung kawat komponen atomizer yaitu sebagai berikut: jika kawat inner sudah terpasang searah sumbu x pada cekam dan kawat outer sudah terpasang pada eretan, maka cekam dan eretan dapat dikendalikan oleh komputer. Motor yang memutar kawat inner akan menarik kawat outer dan eretan akan bergerak searah sumbu x sehingga terjadi gulungan yang konstan. Jika sensor proximity induktif mendeteksi logam, maka putaran motor dan gerak eretan akan berhenti.

Pengujian Program Sistem Kontrol Pada Mesin Penggulung Kawat

Komponen Atomizer Pada pembuatan sistem kontrol mesin penggulung kawat komponen atomizer dilakukan pengujian akurasi pada mesin penggulung kawat komponen atomizer. Data pengujian akurasi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Pengujian Akurasi Mesin Penggulung Kawat

No	kecepatan Program (rpm)	tachometer (rpm)			Error (%)	Akurasi (%)
		1	2	3		
1	100	98,3	95,9	97,6	2,73	97,27
2	120	118,9	119,7	119,4	0,56	99,44
3	140	131,3	130,8	131,6	6,26	93,74
4	160	157,3	156,5	157,5	1,81	98,19
5	180	174,5	173,7	175,6	3	97
Rata-rata					2,87	97,13

menunjukkan data kecepatan motor stepper, dimana kecepatan program motor stepper dibandingkan dengan kecepatan yang terdeteksi pada tachometer. Data tersebut disajikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan oleh gambar 4, dan gambar 5

No	kecepatan Program (rpm)	tachometer (rpm)			Error (%)	Akurasi (%)
		1	2	3		
1	100	98,3	95,9	97,6	2,73	97,27
2	120	118,9	119,7	119,4	0,56	99,44



Gambar 4. Grafik Error Terhadap Kecepatan Program



Gambar 5. Grafik Akurasi Terhadap Kecepatan Program

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Kecepatan Penggulungan

No	Kecepatan Gerak Sumbu X (mm/menit)	Kecepatan Spindel (rpm)	Panjang Penggulungan (mm)	waktu penggulungan (menit)	Pengamatan Visual
1	25	200	200	8	Rapat
2	35	200	200	5,7	Sedikit Renggang
3	45	200	200	4,4	Renggang
4	55	200	200	3,6	Sangat Renggang

Dari data tabel 3 memberikan rata-rata waktu menggulung 1 lilitan adalah 0,3 detik atau kecepatan penggulungan sebesar 3,33 lilitan/detik. Grafik jumlah gulungan terhadap kecepatan gerak sumbu x dan grafik waktu penggulungan terhadap kecepatan gerak sumbu x dapat dilihat pada gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Grafik Jumlah Gulungan terhadapGerak Sumbu X



Gambar 7. Grafik waktu pulungan terhadap Kecepatan Gerak Sumbu X

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan komponen transmisi mesin pembuat pagar kawat harmonika diperoleh motor penggerak yang digunakan yaitu motor DC 500 watt, jenis transmisi yang digunakan yaitu pulley dengan ukuran 4 inch dan 14 inch, sedangkan sabuk-v yang digunakan yaitu sabuk dengan tipe A dengan Panjang keliling sabuk 76 inch. Adapun diameter poros yang digunakan pada mesin pembuat pagar kawat harmonika yaitu 25 mm dengan material S45C dan estimasi gaya yang diperlukan dalam pembendingan kawat yaitu sebesar 7,27 N.

REFERENSI

- [1] A. P. Nugroho, "Prototype Penyiraman Tanaman Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO," 2018.
- [2] R. Hedwig, Teori Sistem. 2016.
- [3] R. A. Wibowo, "Instrumentasi Kendali Mesin CNC Milling 5 Axis Portable Berbasis Microcontroller Mach3 Breakout Board dan Microstep Motor Driver TB6600," 2019.
- [4] H. Ridwanda, D. Triyanto, Y. Brianorman, J. S. Komputer, V. Basic, and D. Indonesia, "Sistem Kendali Alat Listrik Berbasis Waktu Dengan ATmega8535," *Jurnal Coding Sistem Komputer Universitas Tanjungpura*, vol. 02, no. 3, pp. 11–20, 2014. [5] S. Hastin, N. Indarwati, and I. Gunadi, "Rancang Bangun Sistem Pengontrol Temperatur Menggunakan Mikrokontroler Atsam3X8E Pada Peralatan Ultrasonic Assisted Extraction (Uea)," *Youngster Physics Journal*, vol. 6, no. 4, pp. 339–347, 2017.
- [6] R. Sulistyowat and D. D. Febriantoro, "Perancangan Prototype Sistem Kontrol Dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler," *jurnal Iptek*, vol. 16, pp. 10–21, 2015, [Online]. Available: <http://jurnal.itats.ac.id/wp-content/uploads/2013/06/4.-RINY-FINAL-hal-24-32.pdf>
- [7] Ermanu. A. Hakim, Sistem Kontrol, Edisi Pert. Malang, 2012.
- [8] Alamsyah, A. Amir, and M. N. Faisal, "Peralatan Elektronik Jarak Jauh Berbasis Web," *Perancangan Dan Penerapan Sistem Kontrol Peralatan Elektronik Jarak Jauh Berbasis Web*, vol. 6, no. 2, pp. 577–584, 2015.
- [9] T. Sutabri, P. Purnomo, and Y. B. Widodo, "Implementasi BAS (Building Automatic System) Menggunakan
- [10] Syahrul, "Motor Stepper: Teknologi, Metoda Dan Rangkaian Kontrol," *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, vol. 26, no. 5, pp. 3310–3314, 2012, doi: 10.5504/bbeq.2012.0074.
- [11]. Ariwibowo, Desmira, R. Ekawati, and N. Rahmah, "Sistem Perancangan Conveyor Menggunakan Sensor Proximity Pr18-8dn Pada Wood Sanding Machine," vol. 8, no. 1, pp. 67–81, 2021.