
Rancang Bangun Prototipe Mesin Potong Berbasis SCADA Menggunakan Mikrokontroler

Tamaji¹, Yoga Alif Kurnia Utama²

Teknik Elektro^{1,2}

Fakultas Teknik, Universitas Widya Kartika

Jl. Sutorejo Prima Utara II/1, Kota Surabaya

Telp. +62315922403/5926359, Fax. +6231 5925790

E-mail: tamajikayadi@gmail.com¹, yoga.alif@widyakartika.ac.id²

ABSTRACT

The automation that is currently developing makes work quickly completed. This automation system is widely used in all fields, especially in industrial environments. In an industrial environment, automation systems are very widely used because they require a fast production process with high yields and high quality, for example, such as the printing industry. The need for a printing machine such as a paper cutting machine is very important. Therefore this research tries to make a SCADA-based cutting machine prototype using a microcontroller so that it can be used or implemented in the printing industry. Tests that have been carried out show that the prototype of this cutting tool is capable of cutting paper to a predetermined size with a measurement error of 6,368%. From this it can be concluded that the cutting tools made in this study are good enough to be used for cutting paper and it is hoped that in the future it can become a tool that makes work easier in the printing industry.

Keywords: *Cutting Machine, Microcontroller, DC Motor, SCADA*

ABSTRAK

Sistem otomasi yang berkembang saat ini membuat pekerjaan menjadi cepat terselesaikan. Sistem otomasi ini banyak digunakan di semua bidang, terutama di lingkungan industri. Di dalam lingkungan industri, sistem otomasi sangat banyak dipakai karena menuntut proses produksi yang cepat dengan hasil yang banyak dan kualitas yang tinggi contohnya seperti industri percetakan. Kebutuhan akan mesin percetakan seperti mesin pemotong kertas menjadi sangat penting. Oleh karena itu penelitian ini mencoba untuk membuat sebuah prototipe mesin potong berbasis SCADA menggunakan microcontroller sehingga bisa digunakan atau diimplementasikan dalam industri percetakan. Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa prototipe alat potong ini mampu memotong kertas dengan ukuran yang telah ditentukan dengan eror pengukuran sebesar 6.368%. Dari sini dapat disimpulkan bahwa alat potong yang dibuat pada penelitian ini cukup baik digunakan untuk memotong kertas dan diharapkan kedepannya dapat menjadi alat bantu yang mempermudah pekerjaan dalam bidang industri percetakan.

Kata Kunci: *Mesin Potong, Mikrokontroler, Motor DC, SCADA*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dalam bidang elektronika membuat beberapa pekerjaan dapat diselesaikan dengan cepat, efektif dan efisien sebagai contoh sistem otomatisasi yang sedang berkembang saat ini. Pada jaman modern, sistem otomasi banyak dipakai di bidang pertanian [1-3], peternakan [4-6], properti rumah [7] dan industry [8]. Di bidang industri, sistem otomasi sangat banyak dipakai karena menuntut produksi yang banyak dan dengan kecepatan

produksi yang tinggi, contohnya seperti pada industri percetakan.

Dalam industri percetakan banyak diperlukan sebuah mesin produksi yang dapat melubangi kertas [9], dan memotong kertas baik memotong dengan bentuk potongan lurus [10] maupun berpola [11] dimana mesin ini akan membantu memotong kertas sesuai dengan keinginan operator.

Berdasarkan kebutuhan diatas, maka diperlukan pengendali mesin pemotong yang

akan bekerja secara otomatis, yaitu bila ada perintah dari operator untuk memotong kertas dengan ukuran tertentu. Salah satu cara untuk membuat hal tersebut adalah dengan memanfaatkan mikrokontroler.

Microcontroller sebagai suatu terobosan teknologi baru dalam bidang mikroprosesor dan mikrokomputer. Mikrokontroler merupakan teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang yang kecil, sehingga bisa meminimalisir penggunaan komponen elektronika.

Perangkat ini banyak sekali dimanfaatkan untuk membuat beberapa sistem otomatisasi seperti, robot [12], sistem monitoring [13] [14], dan lain lain. Perangkat penelitian ini akan dirancang menggunakan *microcontroller* yang dihubungkan dengan bahasa pemrograman Arduino dan digabung dengan bahasa pemrograman Visual Studio sebagai pusat pengendali dari prototipe mesin potong.

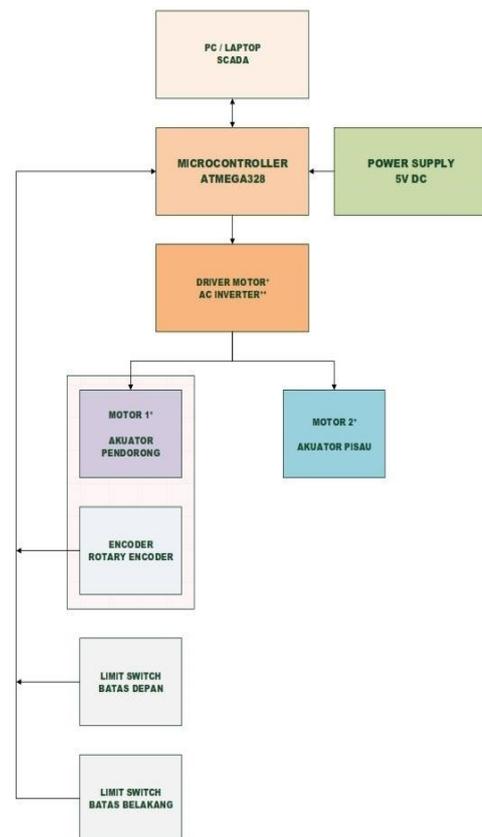
2. METODE

Perancangan dan analisis sistem pada penelitian ini secara garis besar terbagi menjadi 2 bagian utama, yaitu perencanaan perangkat keras dan perencanaan perangkat lunak. Tujuan dan maksud dari perencanaan baik perencanaan perangkat keras maupun perangkat lunak tersebut harus saling mendukung dan berhubungan agar didapat hasil akhir yang memuaskan dan sesuai dengan target. Dalam perancangan sistem juga dilakukan pengukuran dan penghitungan secara cermat dan teliti untuk menghindari kegagalan pada sistem saat diaplikasikan nantinya.

2.1 Perancangan Rangkaian

2.1.1 Diagram Blok Sistem

Diagram blok dari prototipe mesin potong ini dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Pada blok diagram yang ditunjukkan pada Gambar 1, ada beberapa komponen yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. PC / Laptop SCADA

PC / Laptop digunakan sebagai *interface* untuk monitoring, dan mengirim data, serta sekaligus memberikan tampilan mengenai posisi pendorong kertas apakah sudah sesuai posisinya. Pengiriman dan penerimaan data ini dilakukan oleh PC / Laptop dan Arduino Uno menggunakan komunikasi serial.

2. *Microcontroller* ATmega328p

Mikrokontroler ini berfungsi sebagai pusat kontrol input dan output dari keseluruhan sistem yang dibutuhkan dari perangkat prototipe mesin potong. Mikrokontroler yang dipakai pada penelitian ini adalah *microcontroller* ATmega328p yang ada di Arduino Uno. Arduino Uno ini memiliki beberapa fungsi pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Membaca limit switch sebagai batas depan
- b. Membaca limit switch sebagai batas belakang

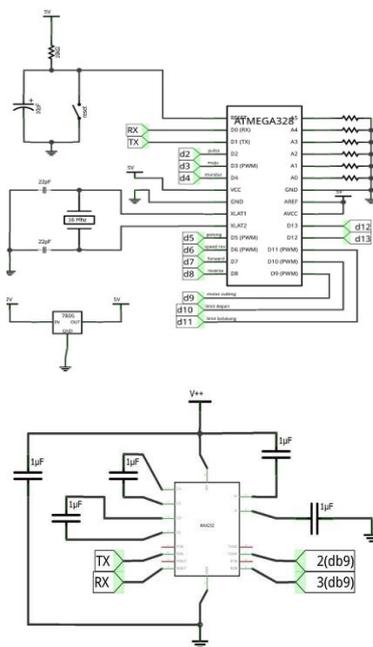
- c. Membaca rotary encoder
- d. Mengirim data dan menerima data dari PC.
- e. Menggerakkan motor DC untuk mendorong kertas
- f. Menggerakkan motor servo untuk memotong kertas

Dari fungsi-fungsi tersebut maka perlu diperhitungkan pin Arduino Uno mana saja yang dipakai untuk menjalankan fungsi-fungsi tersebut. Penetapan pin Arduino yang dipakai dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Mapping Port Microcontroller ATmega328p

Port	Fungsi / Kegunaan	Port	Fungsi / Kegunaan
RX (D0)	Komunikasi Serial	PD5 (D5)	Kontrol untuk Potong
TX (D1)	Komunikasi Serial	PD6 (D6)	Speed Rev
PD2 (D2)	Membaca Pulsa	PD7 (D7)	Forward
PD3 (D3)	Kontrol Maju	PD8 (D8)	Reverse
PD4 (D4)	Kontrol Mundur	PD9 (D9)	Cutting

Jika digambarkan dalam skematik rangkaian maka seperti yang terlihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Rangkaian Minimum Microcontroller ATmega328p dan RS232

Berdasarkan Gambar 2 diatas maka fungsi dari pin-pin tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Pin Reset ACTIVE LOW yaitu saat saklar ditekan maka semua memori yang telah terisi / sedang berjalan akan direstart untuk kembali pada kondisi awal.
- b. Pin D0 RX pada *Microcontroller* akan dihubungkan pada Pin 9 R2OUT IC max 232 untuk komunikasi serial.
- c. Pin D1 TX pada *Microcontroller* akan dihubungkan pada Pin 10 T2IN IC max 232 untuk komunikasi serial.
- d. Pin D2 pada *Microcontroller* akan dihubungkan pada Pin A *encoder* untuk pembacaan pulsa pada saat motor bergerak maju maupun mundur.
- e. Pin D3 pada *Microcontroller* akan dihubungkan pada pin 1 saklar untuk gerakan maju (*Foward*) secara manual dengan menekan tombol.
- f. Pin D4 pada *Microcontroller* akan dihubungkan pada Pin 2 saklar untuk gerakan mundur (*reverse*) secara manual dengan menekan tombol.
- g. Pin D5 pada *Microcontroller* akan dihubungkan pada 2 Pin Saklar yang dirangkai secara seri untuk menurunkan pisau potong.
- h. Pin D6 pada *Microcontroller* akan dihubungkan pada motor DC untuk mengatur kecepatan putaran motor saat mendekati nilai target.
- i. Pin D7 pada *Microcontroller* akan dihubungkan pada kaki motor DC kutub positif (+) saat motor mendapatkan tegangan maka akan bergerak maju.
- j. Pin D8 pada *Microcontroller* akan dihubungkan pada kaki motor DC kutub positif (-) saat motor mendapatkan tegangan maka akan bergerak mundur.
- k. Pin D9 pada *Microcontroller* akan dihubungkan pada Pin 2 motor Servo sebagai motor penggerak dari pisau potong, saat motor mendapat tegangan akan melakukan posisi derajat awal dan saat pin D5 ditekan / HIGH maka motor akan bergerak turun kebawah untuk memotong kertas.
- l. Pin D10 pada *Microcontroller* akan dihubungkan pada kaki limit *switch* depan agar saat motor sudah mencapai sensor depan maka pendorong akan berhenti

supaya tidak melebihi batas yang telah ditentukan.

- m. Pin D11 pada *Microcontroller* akan dihubungkan pada kaki limit *switch* belakang agar saat motor sudah mencapai sensor depan maka pendorong akan berhenti supaya tidak melebihi batas yang telah ditentukan
- n. Pin A0 – A5 karena tidak digunakan maka diberikan resistor yang dihubungkan ke *ground*.

Bahasa pemrograman yang digunakan untuk *microcontroller* ATmega328p pada Arduino Uno adalah menggunakan bahasa pemrograman arduino yang diadaptasi dari bahasa pemrograman C++. *Code editor* yang digunakan adalah Arduino IDE yang harus diinstall terlebih dahulu di komputer untuk menggunakannya.

3. Power Supply 5V DC

Power Supply 5V DC merupakan bagian vital dari perangkat elektronika yang berfungsi untuk memberikan suplai catu daya pada semua perangkat prototipe mesin potong yang membutuhkan suplai tegangan. *Power Supply* 5V dilengkapi dengan filter tegangan yang berfungsi untuk menyaring tegangan input dari baterai motor sehingga tidak sampai terinterferensi oleh putaran mesin yang dapat menyebabkan kerusakan *microcontroller*.

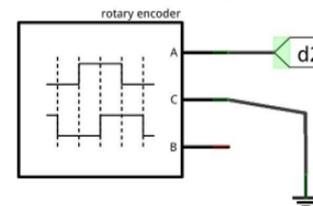
4. Driver Motor DC dan Encoder

Perangkat ini berfungsi untuk menggerakkan *screw* yang akan menggerakkan kertas dari posisi pembacaan awal sampai pada posisi motor kedua yaitu akuator pisau dimana kertas akan dipotong. Gerakan dari motor ini pun juga dikendalikan oleh *microcontroller*. Gerakan yang dikeluarkan yaitu maju dan mundur karena awal pembacaan data motor akan memosisikan pada titik *homing*. *Rotary Encoder* sendiri merupakan sensor yang berfungsi sebagai penghitung nilai pulsa dari motor.

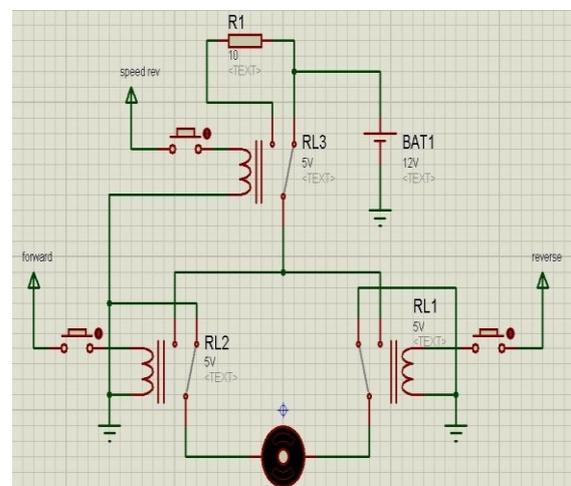
Rotary Encoder merupakan bagian penting yang akan mengirimkan nilai pulsa yang menunjukkan apakah kondisi ukuran kertas mencapai nilai yang diinginkan. Penggunaan *Rotary Encoder* hanya berfungsi untuk menandai apakah kondisi kertas mencapai titik awal dan akhir. Pada saat poros berputar searah jarum jam (CW), maka output a menghasilkan

pulsa high dan disaat yang bersamaan output b menghasilkan pulsa low. Begitu sebaliknya, saat poros berputar berlawanan arah jarum jam (CCW) saat output a menghasilkan pulsa high, output b akan menghasilkan pulsa high.

Rangkaian *encoder* dan *driver* Motor DC yang masuk ke dalam pin Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 3. Rangkaian Encoder



Gambar 4. Rangkaian Driver Motor DC

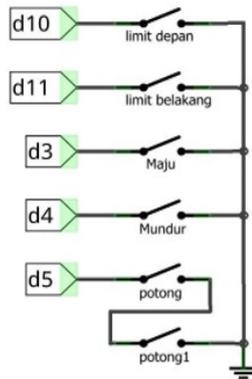
Bedasarkan gambar 4 diatas maka penjelasan dari rangkaian tersebut yaitu sebagai berikut:

- *Driver* motor DC disini menggunakan 3 Relay menerima perintah maju (*forward*) maka RL2 (relay 2) akan *contact* maka motor akan bergerak kekanan / maju.
- Saat Motor menerima perintah mundur (*Reverse*) maka RL1 (relay 1) akan *contact* maka motor akan bergerak ke kiri / mundur.
- Untuk relay 3 (RL3) saat motor sudah bergerak dan hampir mendekati nilai target maka RL3 akan *contact* maka motor akan mengalami penurunan kecepatan.

5. Limit Switch

Limit switch berfungsi sebagai sensor untuk melakukan pembacaan posisi awal dan posisi

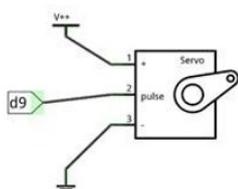
akhir dari pendorong kertas agar pendorong tidak melebihi batas yang telah ditentukan. Rangkaian *limit switch* yang masuk ke dalam pin Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



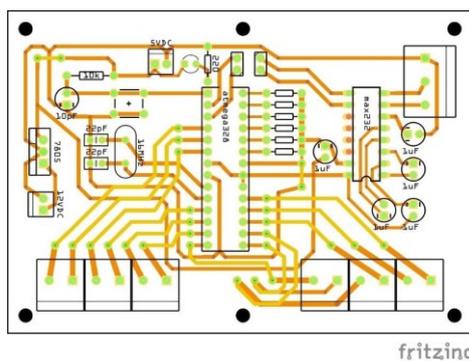
Gambar 5. Rangkaian *Limit Switch*

6. Motor Servo

Motor Servo adalah sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed feedback* yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor Servo posisi putaran sumbu (axis) dari motor akan di-*feedback* kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Perangkat ini merupakan perangkat yang akan berfungsi sebagai penggerak pisau pada saat garis akhir motor pendorong. Rangkaian motor servo yang masuk ke dalam pin Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini.



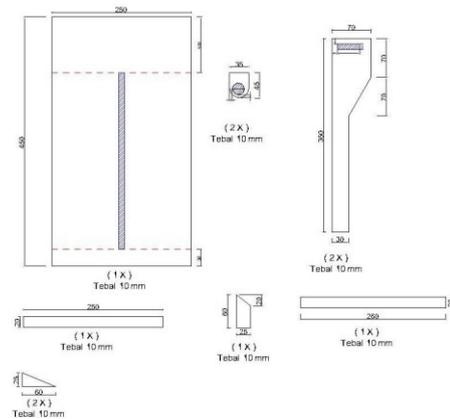
Gambar 6. Rangkaian Motor Servo



Gambar 7. Desain PCB perangkat mesin

2.2 Perancangan Mesin Potong

Pada desain ini akan dijelaskan ukuran dari prototipe yang akan dibuat. Prototipe ini dibuat dengan menggunakan bahan *acrylic* transparan dengan ketebalan 5 mm yang didesain diharapkan agar terlihat menarik dan mudah digunakan. Desain prototipe mesin potong ini dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Desain Prototipe Mesin Potong

2.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini mengikuti alur dari desain perangkat keras yang dirancang agar dapat berfungsi selayaknya mesin potong dimana diharapkan memiliki fungsi untuk memotong kertas sesuai dengan kebutuhan user. Perencanaan akan program ini juga didukung dengan pengolahan data yang telah didapat dari perhitungan dan penelitian perangkat keras dengan melakukan penulisan listing program ke dalam software Arduino dimana perintah – perintah program tersebut akan di eksekusi oleh *hardware* atau sistem yang dibuat.

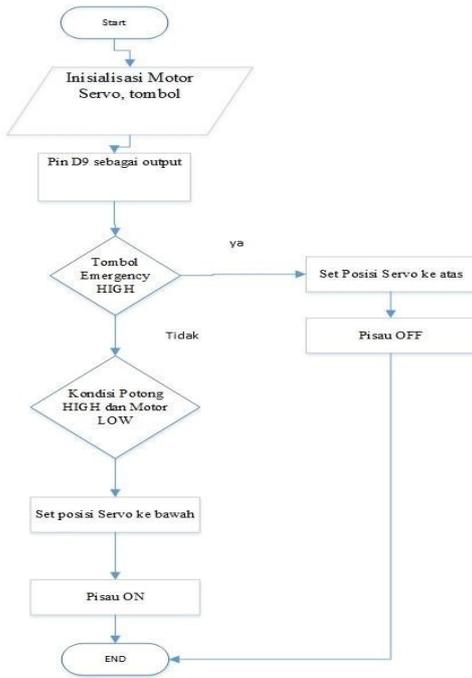
2.3.1 Diagram Alir Program Utama

Pada pembuatan sebuah sistem kontrol diperlukan sebuah diagram alir yang dapat menjelaskan alur atau langkah-langkah dari cara kerja sebuah sistem yang dibuat. Tujuan dari pembuatan diagram alur adalah untuk mempermudah dalam pembuatan sistem itu sendiri.

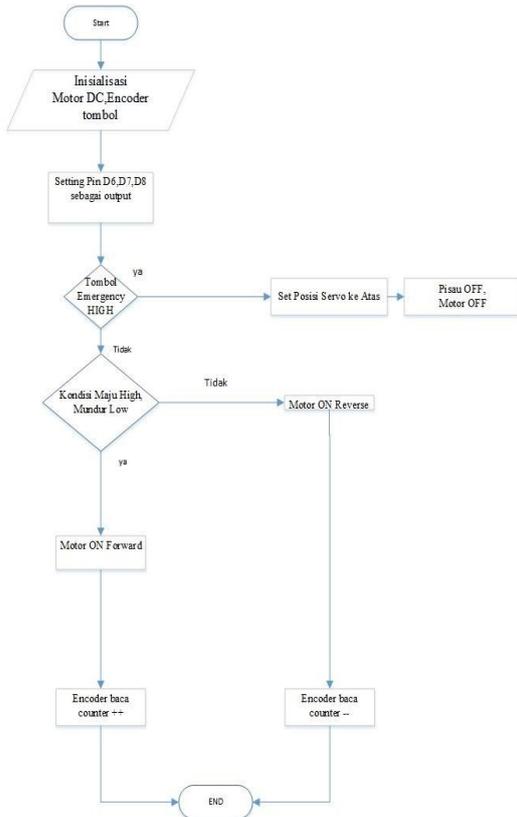
Berikut ini merupakan diagram alir program utama dari perangkat pengontrol prototipe mesin potong berbasis SCADA yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

Sistem ini berjalan secara realtime artinya saat pengguna mengirim data pada PC / Laptop maka mesin akan berjalan sesuai dengan ketentuan yang telah diminta. Mesin

akan secara otomatis melakukan homing (titik awal) setelah selesai memotong kertas.



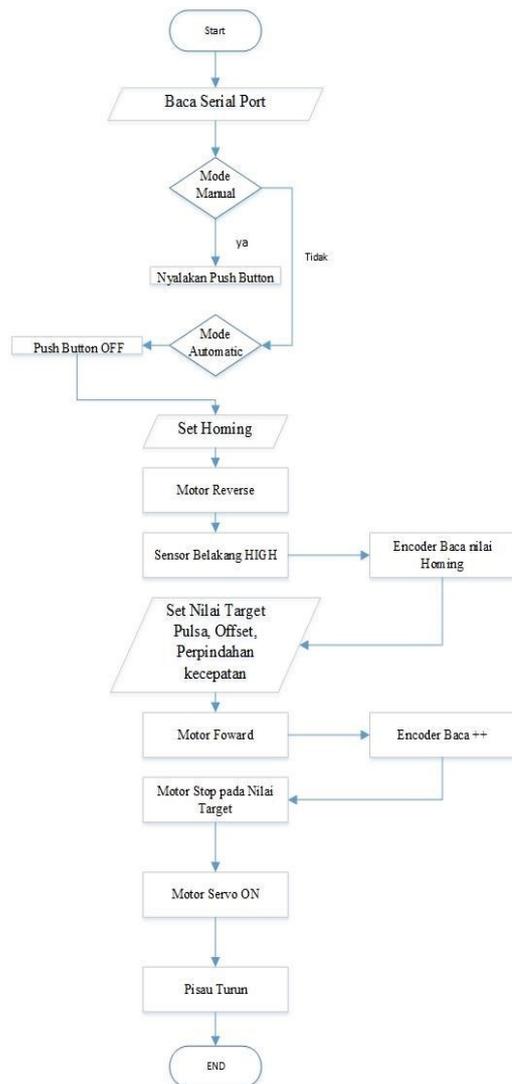
Gambar 9. Flowchart Motor Servo



Gambar 10. Flowchart Motor DC maju-mundur

2.3.2 Diagram Alir Program Interface Pada Komputer

Diagram alir ini merupakan alur dari program *interface* prototipe mesin potong yang berbasis SCADA dengan menggunakan aplikasi visual studio. Pada aplikasi visual studio dibuatlah sebuah *interface* atau tampilan agar pada saat mesin digunakan atau dijalankan sesuai dengan keinginan pengguna mulai dari posisi awal hingga posisi yang ingin dipotong. Di dalam program ini akan terdapat tampilan nilai target, nilai saat ini (nilai *increment* dari *encoder*), dan tab *setting* yaitu titik *homing*, titik *offset* untuk berhenti sebelum titik *setting* (berfungsi untuk menghindari stop diatas atau dibawah *setting*), pulsa/mm untuk memasukkan nilai pulsa contohnya saat diberi nilai 13 maka muncul perhitungan 1mm = 13 pulsa.



Gambar 11. Flowchart Visual Basic 2015

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan analisis dan desain perancangan sistem, tahap selanjutnya adalah melakukan pembuatan pada masing-masing blok rangkaian dan serangkaian uji coba. Rangkaian uji coba ini bertujuan untuk mendapatkan kesesuaian spesifikasi dan hasil yang diinginkan dalam melakukan pemotongan kertas.

3.1 Hasil Pembuatan Mesin Potong

3.1.1 Implementasi Perangkat

Prototipe ini menggunakan bahan acrylic dimana ukurannya sesuai dengan desain yang sudah ditampilkan sebelumnya. Hasil prototipe mesin ini dapat dilihat pada Gambar 12 di bawah ini.



Gambar 12. Tampak Prototipe yang telah dibuat

3.1.2 Implementasi Pendorong Kertas

Implementasi Pendorong kertas disesuaikan dengan desain yang telah dirancang dimana dapat dilihat pada gambar 13 dan gambar 14.



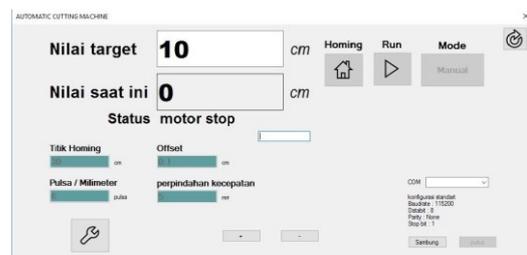
Gambar 13. Pendorong Kertas



Gambar 14. Screw Pendorong

3.2 Hasil Pembuatan Program Visual Studio

Pengaplikasian prototipe ini menggunakan program *Microsoft Visual Studio* dengan bahasa *visual basic*. *Design Form* yang telah dibuat, dapat dilihat pada Gambar 15 di bawah ini.



Gambar 15. Desain Form Visual Basic

Untuk menjalankan program diperlukan koneksi RS232 dengan kabel serial. Setelah itu pemilihan nomor COM port yang terhubung

dan *klik button* sambung pada bagian kanan bawah. Disini juga disediakan *button* putus yang akan memutuskan koneksi *serial* PC dengan *hardware*. Disediakan juga tombol *setting* dan *save* untuk mengatur dan menyimpan data yang dimasukkan. Nilai saat ini adalah nilai *encoder* yang akan menghitung gerakan dari motor dan nilai target adalah nilai yang dimasukkan.

3.3 Hasil Pembuatan Rangkaian

3.3.1 Implementasi Rangkaian

Microcontroller

Rangkaian *microcontroller* merupakan komponen utama yang merupakan otak dari keseluruhan sistem yang mengontrol kinerja perangkat. Dalam implementasinya rangkaian *microcontroller* dikemas menjadi satu wadah kotak yang menampung beberapa sistem kecil didalamnya, diantaranya; motor servo, motor DC, *encoder*, dan hubungan serial antara *microcontroller* dengan PC / Laptop. *Microcontroller* yang digunakan adalah jenis ATmega328p yang telah terisi bahasa pemrograman arduino. Program telah didesain sesuai dengan logika yang diterapkan pada diagram alir.



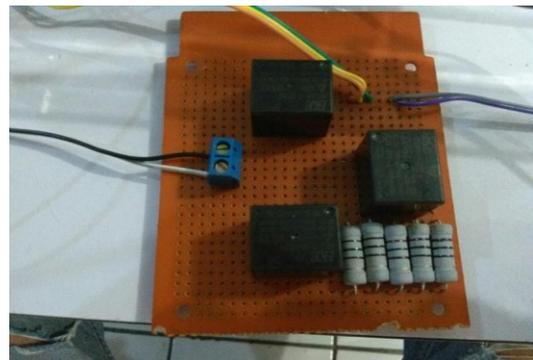
Gambar 16. Rangkaian Microcontroller

3.3.2 Implementasi Motor DC dan Driver Motor

Pemasangan motor DC ini sebagai penggerak utama dari pendorong kertas, pengoperasian dari motor ini adalah *forward* dan *reverse* bisa secara manual (dengan tombol) maupun secara *automatic* menggunakan program dari *visual studio*.



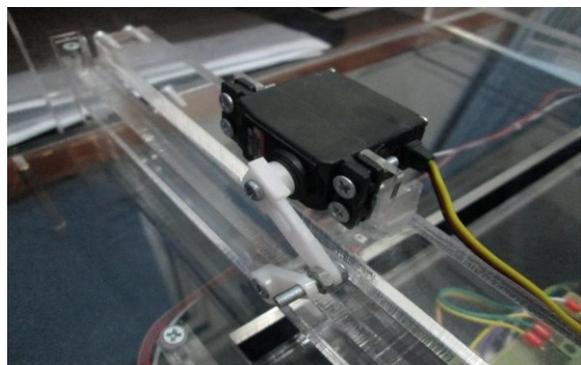
Gambar 17. Motor DC



Gambar 18. Driver Motor Menggunakan Relay

3.3.3 Implementasi Motor Servo

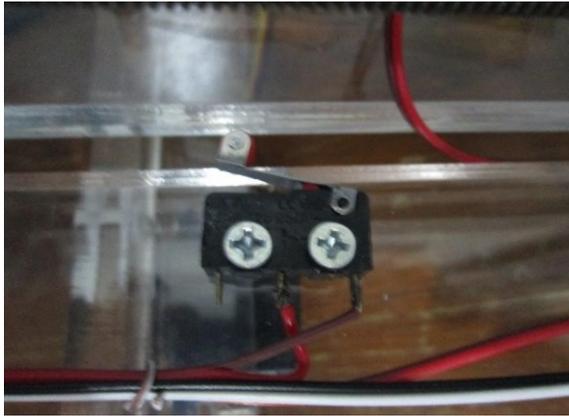
Pemasangan motor Servo ini sebagai penggerak utama dari pisau potong. Pengoperasiannya dapat digunakan secara *automatic* secara manual dengan menggunakan tombol kiri-kanan yang ada pada prototipe.



Gambar 19. Motor Servo

3.3.4 Implementasi Limit Switch

Limit switch disini sebagai sensor batas depan dan batas belakang dari gerak pendorong kertas agar saat mencapai batas depan maupun belakang otomatis pendorong akan berhenti.



Gambar 20. Limit Switch



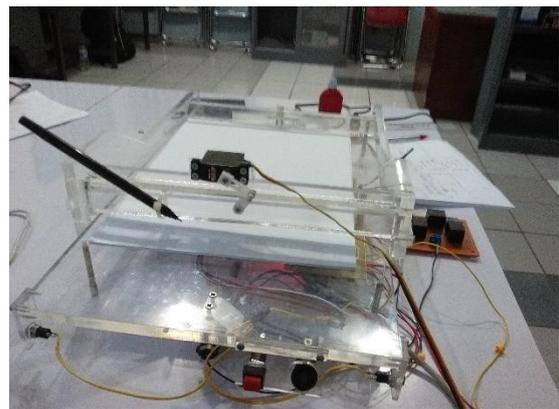
Gambar 21. Hasil Percobaan

3.4 Pengujian Alat

Pada pengujian ini alat akan diuji coba untuk memotong kertas sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan yaitu sebesar 2 cm. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali. Hasil percobaan itu dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini sedangkan pengujian pemotongan kertas yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 21 dan 22 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Alat

Hasil Potong	Error
2,3cm	$\frac{\{(2,3\text{cm} - 2\text{cm})\}}{(2,3\text{cm})} * 100\% = 13\%$
2,3cm	$\frac{\{(2,3\text{cm} - 2\text{cm})\}}{(2,3\text{cm})} * 100\% = 13\%$
2,1cm	$\frac{\{(2,1\text{cm} - 2\text{cm})\}}{(2,1)} * 100\% = 4,76\%$
1,9cm	$\frac{\{(1,9\text{cm} - 2\text{cm})\}}{(1,9\text{cm})} * 100\% = 5,2\%$
2,1cm	$\frac{\{(2,1\text{cm} - 2\text{cm})\}}{(2,1)} * 100\% = 4,76\%$
2,3cm	$\frac{\{(2,3\text{cm} - 2\text{cm})\}}{(2,3\text{cm})} * 100\% = 13\%$
2 cm	$\frac{\{(2\text{cm} - 2\text{cm})\}}{(2\text{cm})} * 100\% = 0\%$
2,1cm	$\frac{\{(2,1\text{cm} - 2\text{cm})\}}{(2,1)} * 100\% = 4,76\%$
1,9cm	$\frac{\{(1,9\text{cm} - 2\text{cm})\}}{(1,9\text{cm})} * 100\% = 5,2\%$
2 cm	$\frac{\{(2\text{cm} - 2\text{cm})\}}{(2\text{cm})} * 100\% = 0\%$
Rata-Rata Nilai Error	$13 + 13 + 4,76 + 5,2 + 4,76 + 13 + 0 + 4,76 + 5,2 + 0 / 10 = \mathbf{6,368\%}$



Gambar 22. Hasil percobaan

4. KESIMPULAN

Penelitian ini membuat mesin potong kertas berbasis SCADA menggunakan mikrokontroler. Mesin potong yang dibuat menggunakan bahan *acrylic* bening dengan ketebalan 5 mm. Alat dikontrol menggunakan PC dan memotong kertas menggunakan pisau yang digerakkan oleh motor servo.

Pengujian dilakukan dengan cara memotong kertas dengan ukuran yang dimasukkan melalui PC. Hasil menunjukkan bahwa alat ini dapat memotong kertas dimana eror atau kesalahan ukuran potong yang terjadi sebesar 6.368%. Dari sini dapat disimpulkan bahwa alat potong yang dibuat pada penelitian ini cukup baik digunakan untuk memotong kertas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas limpahan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Prototipe Mesin Potong Berbasis SCADA Menggunakan Mikrokontroler”. Terima kasih yang sebesar-besarnya juga penulis ucapkan kepada

Universitas Widya Kartika yang telah membantu dalam menyediakan sarana dalam penyelesaian penelitian ini.

PUSTAKA

- [1] Haryanto. (2018). Sistem Penyiraman Bibit Tanaman Berdasarkan Programmable Logic Controller (PLC). *Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknik*, 5(1), 7–12.
- [2] Sukmono, H., Wardati, N. K., & Sutikno. (2020). Prototipe Sistem Otomasi Gerbang Irigasi Dengan Implementasi Mikrokontroler Berbasis IoT. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (ELKOM)*, 2(1), 30–40. <https://doi.org/10.32528/elkom.v2i1.3133>
- [3] Mandala, H., Rachmat, H., & Sukma Eka Atmaja, D. (2015). Perancangan Sistem Otomatisasi Penggilangan Teh Hitam Orthodox Menggunakan Pengendali PLC Siemens S7 1200 dan Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) di PT . Perkebunan Nusantara VIII Rancabali. *Jurnal Tugas Akhir*, 2(1), 990–997.
- [4] Ari Wibowo, F. (2019). Perancangan Sistem Otomasi Pengantar Ayam di PT. Bayu Berlian Makmur. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(2), 1–5.
- [5] Afrino, R., Triwiyatno, A., & Sumardi. (2017). Perancangan Sistem Otomatisasi Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Omron CPM1A Pada Prototype Alat Pengolah Susu Murni Menjadi Susu Pasteurisasi Aneka Rasa. *Transient*, 6(1), 37–43.
- [6] Karim, M. F., Abidin, Z., & Ilmi, U. (n.d.). Prototipe Monitoring Kadar Keasaman Air , Suhu Air dan Pemberian Pakan Otomatis pada Tambak, *Seminar Nasional ForteiRegional 7*, 41–46.
- [7] Zulaikha, S., Adria, A., & Rahman, A. (2018). Sistem Otomasi Lampu Rumah Adaptif Berbasis Artificial Neural Network. *Jurnal Online Teknik Elektro*, 3(2), 68–75.
- [8] Dasril, A. P., & Risfendra. (2019). Perancangan Human Machine Interface Untuk Sistem Otomasi Storage Berbasis PLC. *Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional*, V(1), 1–6.
- [9] Rozie, M., & Ihwan, K. (2017). Perancangan Alat Pelubang, Pemotong, dan Pematah Kertas 3 in 1 Menggunakan Metode Ergonomicfunction Deployment (EFD). *Jurnal Teknik Industri UNISI*, 1(1), 56–68.
- [10] Basori, S., & Priyana, D. U. O. (2014). Redesain Mesin Pemotong Kertas Tipe Pemotongan Lurus Kapasitas 10 Kg / Jam. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur UNJ*, 1(3), 125–132.
- [11] Safitra, A. F., Fauzi, A. R., Hafiyantama, F., & Septian, R. (2015). *Rancangan Mesin Pemotong Kertas Berpola*. Politeknik Negeri Jakarta.
- [12] Utama, Y. A. K., Budijanto, A., & S., A. K. (2018). Desain Pengendalian Koordinat Gerak Robot Nirkabel Cerdas Menggunakan Aplikasi Android Melalui Akselerasi Gerakan Smartphone. *Electrician*, 12(1), 10–16. <https://doi.org/10.23960/elc.v12n1.2068>
- [13] Tamaji, & Utama, Y. A. K. (2021). Penggunaan Neuro Fuzzy Pada Sistem Monitoring Ketinggian Air Sungai. *Jurnal Informatika Kaputama(JIK)*, 5(1), 164–173.
- [14] Utama, Y. A. K., Hidayat, D. T., & Juniarto, N. (2021). Implementasi Fuzzy Logic Pada Sistem Monitoring Suhu Pompa Air. *Jurnal Informatika Kaputama (JIK)*, 5(1), 154–163.