

# *Prototype* Penggerak Pintu Pagar Otomatis Berbasis Arduino Uno ATMEGA 328P dengan Sensor Sidik Jari

Yogie El Anwar<sup>1</sup>, Noer Soedjarwanto<sup>2</sup>, Ageng Sadnowo Repelianto<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung  
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

<sup>1</sup>agoodbigboy@gmail.com<sup>1</sup>

<sup>2</sup>noersoedjarwanto@gmail.com<sup>2</sup>

<sup>3</sup>ageng@unila.ac.id

**Abstrak** - Penelitian ini bertujuan untuk merancang *prototype* penggerak pintu pagar otomatis dengan koding aktivasi sensor sidik jari. Pengendalian kecepatan yang ditentukan besarnya oleh beban pagar (kg) menjadi bagian yang diamati. *Prototype* penggerak pintu pagar otomatis mempunyai spesifikasi beban pagar 10 kg, panjang lintasan pagar 2 m, diameter gir 5 cm, panjang rantai 0,95 m, jumlah mata gigi gir 14, daya motor dc sebesar 300 watt, kecepatan putar 2000 rpm, tegangan masukkan dari 15,2 – 35 vdc dan sistem kontrol. Hasil penelitian yang didapat untuk *prototype* adalah kecepatan putar optimal dan torsi optimal berada pada tegangan 18,3 – 21,6 vdc. Dengan spesifikasi *prototype*, motor dc yang digunakan dapat menggerakkan benda dengan beban pagar hingga maksimal 50 kg.

**Kata Kunci** - Kontrol, Motor dc, Daya, Torsi, Kecepatan Putar, Beban

**Abstract** - The aim of this research is to design a *prototype* driver of automatic gate by coding activation of fingerprint sensor. The speed control determined by the gate's load (kg) becomes the observed part. It has specification, 10 kg gate's load, 2 m length of gate's rail, 5 cm gear's diameter, 0,95 m chain lengths, 14 gearwheel, 300 watts motor dc power, 2000 rpm rotational speed, input voltages from 15,2 to 35 Vdc, and control system. The results of this research is found that the optimum rotational speed and torque are in 18,3 – 21,6 Vdc. With *prototype's* specifications, motor dc used in this research can move the load of gate up to 50 kg.

**Keywords** - Control, DC motor, Power, Torque, Rotational speed, Load

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pintu pagar merupakan salah satu keamanan paling terdepan dalam menjaga suatu bangunan. Pintu pagar memiliki berbagai jenis dari jaman dahulu sampai sekarang dengan menggunakan kunci tambahan.

Aplikasi sensor sidik jari sudah banyak digunakan sebagai presensi<sup>[1]</sup>. Pintu otomatis dengan motor dc merupakan alat mekanis sebagai penggerak membuka dan menutup pintu<sup>[2]</sup>.

Pada penelitian ini ingin dibuat kendali pintu otomatis yang memiliki sistem keamanan menggunakan sensor sidik jari.

### B. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Merancang *prototype* penggerak pintu pagar otomatis menggunakan sensor sidik jari yang digunakan sebagai koding aktivasi penggerak motor.
- 2) Menganalisa konversi daya (watt) motor dc ke beban (kg) pintu pagar untuk mengetahui berapa besar daya yang mampu menggerakkan beban pagar.
- 3) Menghitung kecepatan putar motor dc dan torsi motor dc yang optimal digunakan untuk membuka dan menutup pagar.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Sensor Sidik Jari

Sistem biometrik sidik jari merupakan sistem yang paling banyak digunakan karena memiliki kecenderungan tingkat akurasi yang tinggi dan mudah diterapkan. Sifat yang dimiliki sidik jari antara lain:

1. *Perennial nature*, yaitu guratan-guratan pada sidik jari yang melekat pada kulit manusia seumur hidup.
2. *Immutability*, yaitu sidik jari seseorang tidak pernah berubah, kecuali mendapatkan kecelakaan yang serius.
3. *Individuality*, pola sidik jari adalah unik dan berbeda untuk setiap orang.



Gbr. 1 Sensor Sidik Jari<sup>[1]</sup>

Pemindai sidik jari saat ini sudah banyak digunakan, mulai dari absensi, sebagai access control, hingga sebagai identitas pribadi seperti pada SIM atau passport. Seperti halnya bagian tubuh yang lain, sidik jari terbentuk karena faktor genetic dan lingkungan. Kode genetik pada DNA memberi perintah untuk terbentuknya janin yang secara spesifik membentuk hasil secara acak. Demikian juga halnya dengan sidik jari. Sidik jari memiliki bentuk unik bagi setiap orang<sup>[3]</sup>.

Identifikasi sidik jari sebelumnya telah digunakan untuk bidang forensik, investigasi kriminal, dan identifikasi anggota badan. Kelebihan identifikasi biometrik diharapkan dapat menjadi solusi atas kelemahan proses identifikasi personal, sehingga dapat memberikan pelayanan dan kemudahan.

Kelebihan sistem biometrik khususnya sensor sidik jari dibandingkan dengan sistem identifikasi personal yaitu:

1. Bersifat permanen, tidak dapat diubah.
2. Tidak akan hilang, lupa, tertinggal, dan salah menempatkan.
3. Tidak bisa disalahgunakan oleh orang lain.
4. Praktis dan mudah.

Kekurangan yang dimiliki sensor sidik jari antara lain:

1. Tidak bisa memindai saat kondisi jari basah dan berdebu.
2. Terjadi kesalahan pencocokan dan ketidakcocokan<sup>[4]</sup>.

### B. Arduino Uno R3

Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler yang berbasis ATmega 328P. Mempunyai 14 digital input/output, yang 6 pin bisa digunakan sebagai keluaran PWM, 6 analog input, 16 MHz osilator Kristal, penghubung USB, power jack, ICSP header, dan tombol reset. Bagian ini sangat dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler. Contoh, menghubungkan Arduino ke komputer dengan kabel USB atau memberikan tegangan AC ke DC adaptor atau baterai untuk memulainya. Perbedaan mendasar dari sebelumnya adalah tidak menggunakan chip FTDI dan sebagai gantinya menggunakan Atmega8U2 yang diprogram sebagai converter USB-to-serial. Perubahan ini cukup membantu dalam instalasi software Arduino.

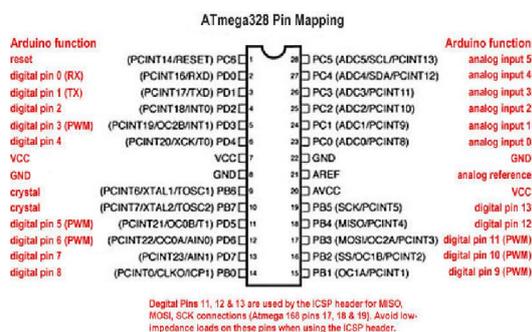


Gbr. 2 Arduino Uno R3<sup>[5]</sup>

### C. ATmega 328P

Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah ATmega 328P jenis AVR. ATmega 328P merupakan mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC yang di mana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari arsitektur CISC. *Mikrokontroler* ATmega 328P memiliki kemudahan program dengan menggunakan program bahasa C dan download program antara PC dengan mikrokontroler sangat cepat. *Mikrokontroler* ATmega 328P memiliki 23 pin yang sudah terintegrasi dengan *Board Arduino Uno R3*. Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain:

- 1) 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.
- 2) 32 x 8-bit register serba guna.
- 3) Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan clock 16 Mhz.
- 4) 32 KB *flash memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari *flash memory*.
- 5) Memiliki EEPROM sebesar 1 KB.
- 6) Memilik SRAM sebesar 2 KB.



Gbr. 3 Konfigurasi ATmega 328P [6]

### D. Sensor Jarak PING

Berikut spesifikasi sensor jarak ultrasonik ping:

- 1) Jarak pengukuran antara 3cm – 3m.
- 2) Input trigger-positive TTL pulse, 2 $\mu$ s min, 5 $\mu$ s tipikal.
- 3) Echo hold off 750 $\mu$ s dari fall of trigger pulse.

- 4) Delay before next measurement 200 $\mu$ s.
- 5) Burst indicator LED menampilkan aktifitas sensor.

Sensor jarak PING mendeteksi jarak obyek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonic selama 200 $\mu$ s kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor jarak PING memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa trigger dengan timeout minimaln 2 $\mu$ s). gelombang utrasonik ini melalui udara dengan kecepatan 344 meter per detik, mengenai obyek dan memantul kembali ke sensor. Ping mengeluarkan pulsa *output high* pada pin SIG setelah memancarkan gelombang ultrasonic dan setelah gelombang pantulan terdeteksi Ping akan membuat *output low* pada pin SIG. Lebar pulsa High akan sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonic untuk 2 kali jarak ukur dengan obyek.



Gbr. 4 Sensor jarak ping<sup>[7]</sup>

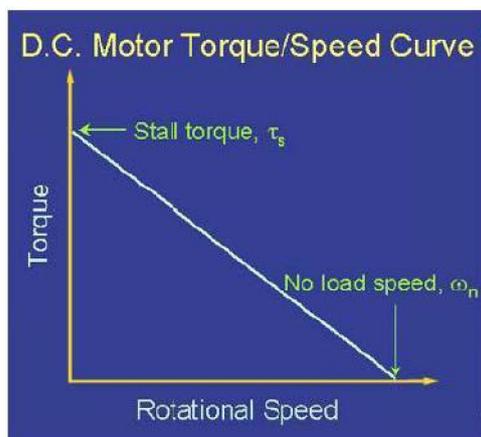
### E. Motor DC

Motor arus searah (motor DC) adalah mesin yang merubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanis yang berupa putaran. Hampir pada semua prinsip pengoperasiannya, motor arus searah sangat identik dengan generator arus searah. Kenyataannya mesin yang bekerja baik sebagai generator arus searah akan bekerja baik pula sebagai motor arus searah. Oleh sebab itu sebuah mesin arus searah dapat digunakan baik sebagai motor arus searah maupun generator arus searah.

Berdasarkan fisiknya motor arus searah secara umum terdiri atas bagian yang diam dan bagian yang berputar. Pada bagian yang diam (stator) merupakan tempat

diletakkannya kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan fluksi magnet sedangkan pada bagian yang berputar (rotor) ditempati oleh rangkaian jangkar seperti kumparan jangkar, komutator dan sikat. Motor arus searah bekerja berdasarkan prinsip interaksi antara dua fluksi magnetik. Dimana kumparan medan akan menghasilkan fluksi magnet yang arahnya dari kutub utara menuju kutub selatan dan kumparan jangkar akan menghasilkan fluksi magnet yang melingkar. Interaksi antara kedua fluksi magnet ini menimbulkan suatu gaya<sup>[8]</sup>.

Karakteristik yang dimiliki suatu motor dc dapat digambarkan melalui kurva daya dan kurva torsi/kecepatannya, dari kurva tersebut dapat dianalisa batasan-batasan kerja dari motor serta daerah kerja optimum dari motor tersebut.



Gbr. 5 Kurva torsi dan kecepatan

Dari gambar 5 terlihat hubungan antara torsi dan kecepatan suatu motor dc tertentu. Dari grafik terlihat bahwa torsi berbanding terbalik dengan kecepatan putaran. Dengan kata lain terdapat trade off antara besar torsi yang dihasilkan motor dengan kecepatan putaran motor. Dua karakteristik penting terlihat dari grafik yaitu:

1. *Stall torque*, menunjukkan titik pada grafik di mana torsi maksimum tetapi tidak ada putaran pada motor.
2. *No load speed*, menunjukkan titik pada grafik di mana terjadi kecepatan putar maksimum tetapi tidak ada beban pada motor.

Analisa terhadap grafik dilakukan dengan menghubungkan kedua titik tersebut dengan sebuah garis, di mana persamaan garis tersebut dapat ditulis di dalam fungsi torsi atau kecepatan sudut.

$$\tau_{motor} = \tau_s - \frac{\omega\tau_s}{\omega_n} \quad (2.1)$$

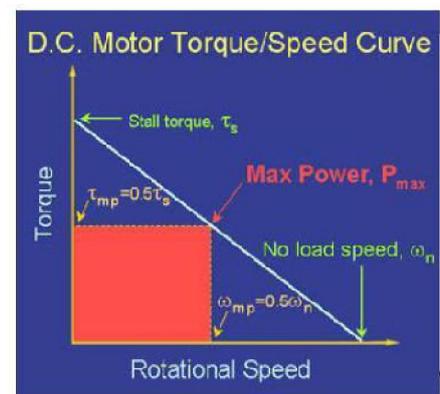
$$\omega_{motor} = (\tau_s - \tau) \cdot \omega_n / \tau_s \quad (2.2)$$

Dengan memasukan persamaan torsi dan kecepatan ke dalam persamaan daya diperoleh (Ranti Permata Sari, 2010):

$$P_{motor}(\omega) = -\frac{\tau_s}{\omega_n} \omega^2 + \tau_s \omega \quad (2.3)$$

$$P_{motor}(\tau) = -\frac{\omega_n}{\tau_s} \tau^2 + \omega_n \tau \quad (2.4)$$

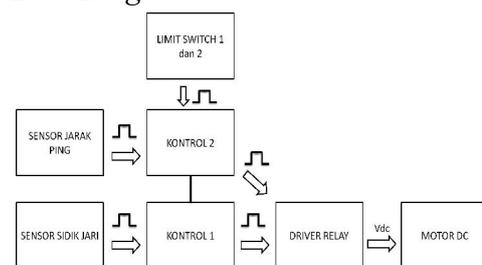
Dari persamaan daya terlihat bahwa daya merupakan perkalian antara torsi dan kecepatan sudut. Dimana di dalam grafik ditunjukkan oleh luas daerah persegi di bawah kurva torsi dan kecepatan.



Gbr. 6 Grafik torsi dan kecepatan dengan luas daerah persegi<sup>[9]</sup>.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

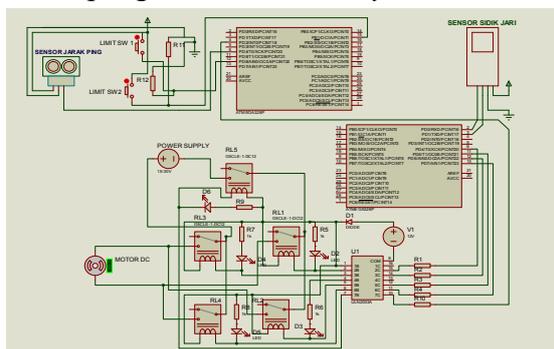
#### A. Blok Diagram



Gbr. 7 Blok diagram

Prinsip kerja alat *prototype* ini melakukan penyimpanan data sidik jari. Dengan cara menghubungkan control berupa arduino uno r3 atmega 328P dengan sensor sidik jari

dengan tegangan masuk +5 vdc, kemudian memasukkan urutan program penyimpanan. Langkah selanjutnya yaitu, menempelkan jari yang sidik jarinya ingin disimpan dan dipindai. Penyimpanan data sidik jari ini berupa gambar kemudian diubah menjadi data digital. Pada saat sensor menyala kondisinya 0 kemudian saat membaca sidik jari kondisinya 1 dengan waktu pembacaan. Kemudian kembali ke kondisi 0 saat pembacaan, kemudian kembali ke kondisi 1 saat meminta konfirmasi sidik jari yang sama untuk melakukan penyimpanan lalu kembali ke kondisi 0 saat kondisi siaga untuk melakukan penyimpanan data berikutnya. Data sidik jari yang tersimpan diberikan penamaan atau id berupa bilangan asli (0,1,2,3,..., 162). Data gambar disimpan pada memori yang terdapat di sensor sidik jari. Selanjutnya mengecek data penyimpanan dengan memasukkan urutan program pembacaan sidik jari. Selanjutnya memrogram kontrol untuk mengendalikan *driver relay* sehingga dapat menggerakkan motor dc. Memasukkan urutan program kombinasi urutan program pemindaian sidik jari dan pengendali *driver relay*.



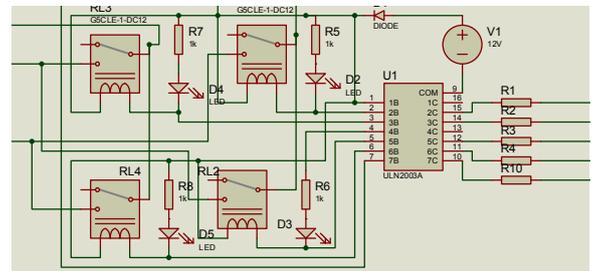
Gbr. 8 Rangkaian skematik *prototype* pagar otomatis

## B. Metode/Prosedur Kerja

### 1) Rangkaian Driver Relay

Pada alat yang dibuat memiliki rangkaian yang dapat membolak-balikkan arah putaran motor atau polaritas. Pada gambar 3.5 terdapat 4 buah relay yang digunakan sebagai switching dengan membalikkan polaritas.

Lampu indicator atau LED akan membantu mengetahui kondisi relay yang bekerja. Pada rangkaian ini, selain relay terdapat juga beberapa komponen lainnya seperti resistor. Resistor yang digunakan sebelum ic uln 2003 dihubungkan ke arduino. Fungsi dari resistor sebagai penyetabil tegangan dan arus yang masuk ke rangkaian. Masukan yang berasal dari kaki arduino akan terhubung dengan ic uln 2003, dengan melihat datasheet.

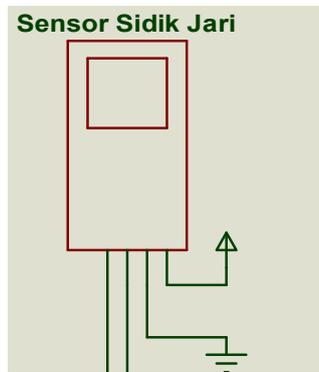


Gbr. 9 Rangkaian *Driver relay*

### 2) Rancangan Sensor Sidik Jari

Pada penelitian ini menggunakan sensor sidik jari atau fingerprint yang berfungsi sebagai indikator putaran motor dc. Sensor sidik jari ini sebagai perintah untuk menjalankan motor dc.

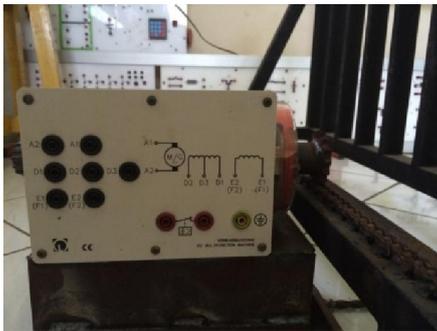
Prinsip kerja sebuah modul fingerprint yaitu bekerja dengan otak utama berupa chip DSP yang melakukan image rendering, kemudian mengkalkulasi, *feature-finding*, dan *searching* pada data yang sudah ada. Output sensor ini berupa TTL serial yang memungkinkan dapat dihubungkan dengan Arduino maupun mikrokontroler lainnya. Sensor ini mampu menyimpan hingga 163 sidik jari pada memori internalnya. Sensor ini dilengkapi dengan led merah pada lensa yang akan menyala sebagai indicator pengambilan gambar berlangsung.



Gbr. 10 Rangkaian Sensor Sidik Jari

### 3) Rancangan Pagar Otomatis

Pada penelitian ini menggunakan pagar berbahan besi dengan panjang 1m, lebar, 50cm, dan menggunakan 4 buah roda. Pagar ini terhubung dengan motor dc dengan gir dan rantai sebagai alat penggerak pagar.



Gbr. 11 Pagar yang terhubung dengan motor dc

## C. Pengujian Alat

### 1) Pengujian Sensor Sidik Jari

Pengujian pada sensor sidik jari ini dilakukan dengan cara memasukkan 5 buah sidik jari. Kemudian sensor membaca dan menyimpannya ke dalam memori yang terdapat pada sensor. 5 buah sidik jari tersebut yaitu ibu jari, jari telunjuk, jari tengah, jari manis, dan jari kelingking. Semuanya merupakan jari yang ada pada tangan kanan. Dengan penamaan id 0, 1, 2, 3, dan 4 secara berurutan dari ibu jari sampai jari kelingking.

### 2) Pengujian Driver Relay

Pengujian rangkaian driver motor ini sebagai switching relay dengan cara memberikan masukan sebagai sumber utama dan memberikan trigger pada pin-pin yang

dihubungkan ke pin arduino. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan pengendali motor dalam hal ini arduino uno r3 dengan Atmega328P bekerja dengan baik. Proses pengujian dilakukan dengan memasukkan program ke mikrokontroler yang terhubung ke motor dc. Dikatakan program dapat berjalan dengan baik apabila motor dc dapat membalik arah putaran dan berhenti sesuai delay waktu yang diberikan.

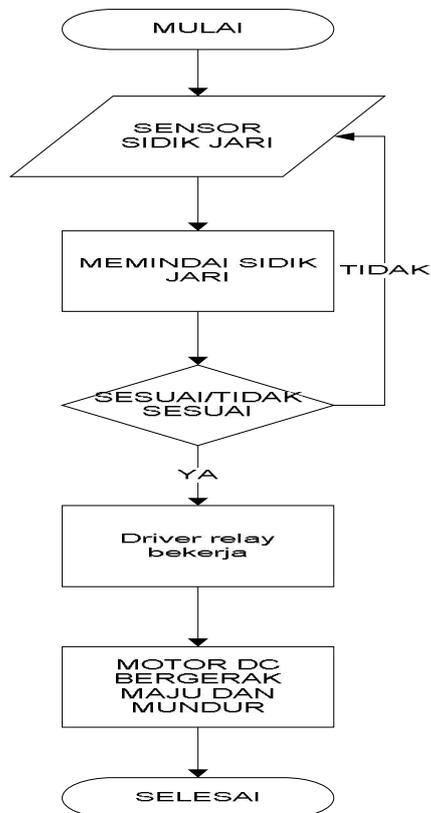
### 3) Pengujian Sensor Jarak PING

Pengujian ini dilakukan agar motor tidak menggerakkan pagar saat ada benda yang berhenti di tengah lintasan pagar. Ketika ada benda yang berhenti di tengah lintasan pagar pada jarak terjauh yang terdeteksi yaitu 50 cm sampai 5 cm, maka sensor jarak ini akan memerintahkan kontrol untuk memutus tegangan driver motor dan tegangan masukan ke motor dc.

### 4) Pengujian Pagar Otomatis

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur nilai putaran dengan masukan tegangan yang berurutan, dari tegangan terendah sampai tegangan tertinggi, sesuai respon putaran motor. Penentuan nilai tersebut akan dibandingkan dengan waktu dan beban pada motor.

Berikut adalah diagram alir proses *prototype* berjalan.

Gbr. 12 Diagram alir proses *prototype* berjalan

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. *Prototype Pagar Otomatis*

*Prototype* penggerak pintu pagar otomatis yang tersusun atas sensor sidik jari sebagai keamanan dan *switching*. Sensor ini dapat menyimpan 163 sidik jari pada memori internalnya. *Driver relay* sebagai pembalik polaritas untuk motor dc, motor dc sebagai penggerak beban, pagar sebagai beban, *power supply*, dan kabel penghubung.

Gbr.13 *Prototype* Penggerak Pintu Pagar Otomatis.

##### B. *Data Hasil Penelitian*

*Prototype* penggerak pintu pagar otomatis ini hanya bergerak maju dan mundur sesuai perintah yang diberikan kepada arduino. Dengan gir berdiameter 5 cm serta rantai sebagai media gir untuk menggerakkan pagar

memiliki panjang 95 cm. Dengan beban pagar 10 kg. Dengan menggunakan nilai tegangan yang berubah data yang dapat dilihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2.

Tabel 1. Kecepatan dan waktu saat menggerakkan pagar kondisi *forward*.

Forward				
Massa Kg	Tegangan (Vdc)	Arus (Amp)	Rpm	Waktu (Detik)
10 Kg	15.2	0.8	310	6
	16.5	0.9	480	4
	17.1	0.9	500	3.8
	18.3	1	680	3.5
	19	1.1	700	3.3
	20.3	1.2	820	2.5
	21.6	1.3	900	2.3
	22.2	1.3	990	2.2
	23.5	1.3	1100	2.1
	24.1	1.4	1150	2.05
	25.4	1.4	1260	1.95
	26	1.5	1300	1.9
	27.7	1.6	1450	1.8
	28.5	1.6	1500	1.75
	29.2	1.7	1550	1.7
31.2	1.8	1700	1.65	
33.8	2	1850	1.6	
35	2.2	1900	1.55	

Tabel 2. Kecepatan dan waktu saat menggerakkan pagar kondisi *backward*.

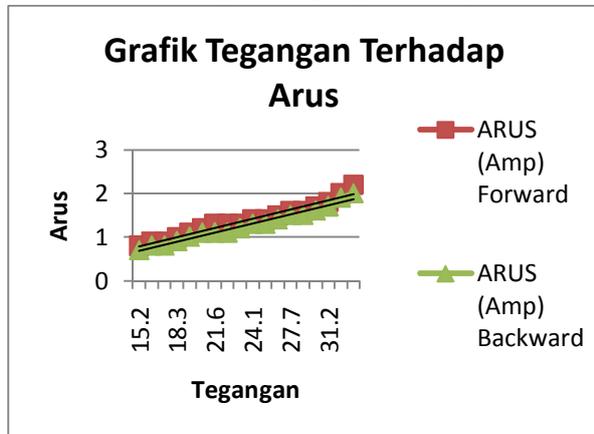
Backward				
Massa Kg	Tegangan (Vdc)	Arus (Amp)	Rpm	Waktu (Detik)
10 Kg	15.2	0.7	320	5.6
	16.5	0.8	500	3.8
	17.1	0.8	620	3.4
	18.3	0.9	710	3
	19	1	750	2.8
	20.3	1.1	890	2.2
	21.6	1.1	1200	2
	22.2	1.1	1300	1.9
	23.5	1.2	1450	1.8
	24.1	1.3	1500	1.75
	25.4	1.3	1700	1.65
	26	1.4	1850	1.6
	27.7	1.5	1980	1.45
	28.5	1.5	2050	1.4
	29.2	1.6	2150	1.35

	31.2	1.7	2300	1.25
	33.8	1.9	2400	1.2
	35	2	2500	1.15

Pengambilan data pada penelitian ini adalah dengan melakukan pengukuran besaran nilai kecepatan dan waktu yang dibutuhkan untuk pagar membuka dan menutup dengan pas. Pengambilan datanya yaitu dengan cara menaikkan tegangan secara bertahap. Setiap pada tegangan yang diinginkan diambil data kecepatan dengan menggunakan tachometer baik itu dalam kondisi forward maupun backward. Untuk pengambilan data waktu menggunakan stopwatch.

C. Analisa Grafik Serta Analisa Regresi

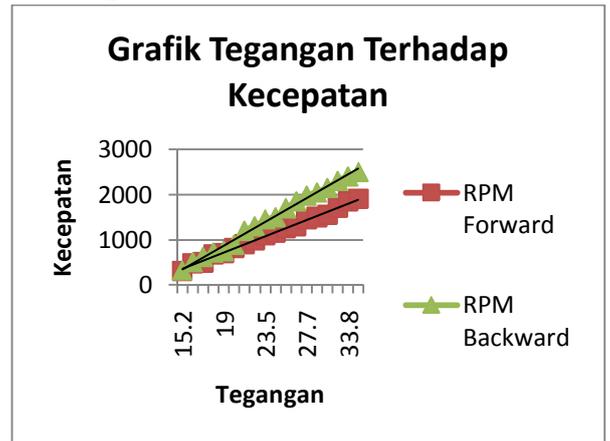
1) Grafik Hubungan Tegangan Dengan Arus



Gbr. 14 Grafik Tegangan terhadap arus.

Diagram garis di atas menerangkan bahwa, hubungan antara tegangan terhadap arus berbanding lurus. Semakin besar tegangan yang diberikan, maka semakin besar nilai arus. Grafik di atas memiliki dua garis linier. Untuk arus forward  $Y = -0,16602 + 0,0644x$  dengan nilai regresi 0,98. Untuk arus backward  $Y = -0,25695 + 0,0633x$  dengan nilai regresi 0,99.

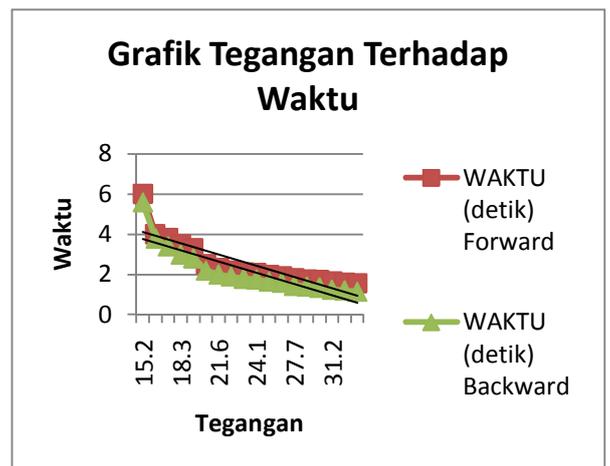
2) Grafik Hubungan Tegangan Dengan Kecepatan



Gbr. 15 Grafik Tegangan Terhadap Kecepatan.

Diagram garis di atas menerangkan bahwa, hubungan antara tegangan terhadap kecepatan berbanding lurus. Semakin besar tegangan yang diberikan, maka semakin besar nilai kecepatan. Grafik di atas memiliki dua garis linier. Untuk kecepatan forward  $Y = -835,313 + 80,94x$  dengan nilai regresi 0,99. Untuk kecepatan backward  $Y = -1371,47 + 117,02x$  dengan nilai regresi 0,97.

3) Grafik Hubungan Tegangan Dengan Waktu



Gbr. 16 Grafik Tegangan Terhadap Waktu.

Diagram garis di atas menerangkan bahwa, hubungan antara tegangan terhadap waktu berbanding terbalik. Semakin besar tegangan yang diberikan, maka semakin kecil nilai waktu yang ditempuh. Grafik di atas memiliki dua garis linier. Untuk waktu forward  $Y = 6,463 - 0,163x$  dengan nilai regresi 0,68.

Untuk waktu backward  $Y = 6,1125 - 0,163x$  dengan nilai regresi 0,70.

#### D. Analisa Perhitungan Torsi Dengan Daya

Secara umum torsi merupakan gaya yang digunakan untuk menggerakkan sesuatu dengan jarak dan arah tertentu. Hubungan torsi dan daya motor dapat dihubungkan dengan rumus:

$$\tau = P/\omega \quad (4.1)$$

Dimana:

$\tau$  = Torsi (Newton meter)

$P$  = Daya motor (watt)

$\omega$  = Kecepatan sudut (rad/s)

Mengambil salah satu contoh dari data yang ada, dengan daya motor dc = 300 watt dan kecepatan putar motor dc = 310 rpm, maka didapat:

$$P = 300 \text{ watt}$$

$$n = 310 \text{ rpm}$$

Mencari nilai omega,

$$\tau = P / \omega$$

$$\omega = 2\pi n/60$$

$$\omega = (2\pi \cdot 310)/60$$

$$\omega = 32,4762 \text{ rad/s}$$

Maka torsi pada kecepatan 310 yaitu,

$$\tau = \frac{P}{\omega}$$

$$\tau = \frac{300}{32,4762}$$

$$\tau = 9,2735 \text{ Nm}$$

1 newton meter [N·m] = 0.1019716212978 kilogram-force meter [kgf·m]

$$\tau = 9,2735 \times 0,1019716212978$$

$$\tau = 0,9420 \text{ kg.m}$$

Dari perhitungan di atas, berlaku rumus yang sama untuk melakukan perhitungan omega dan torsi yang dihasilkan. Dalam kondisi *forward* maupun *backward*. Berikut data hasil perhitungan yang diperoleh.

Tabel 3. Data hasil perhitungan torsi pada kondisi *forward*.

Forward			
Massa Kg	Tegangan (Vdc)	Rpm	T (Nm)
10 Kg	15.2	310	9.2375
	16.5	480	5.9659
	17.1	500	5.7273
	18.3	680	4.2112
	19	700	4.0909
	20.3	820	3.4922
	21.6	900	3.1818
	22.2	990	2.8926
	23.5	1100	2.6033
	24.1	1150	2.4901
	25.4	1260	2.2727
	26	1300	2.2028
	27.7	1450	1.9749
	28.5	1500	1.9091
	29.2	1550	1.8475
31.2	1700	1.6845	
33.8	1850	1.5479	
35	1900	1.5072	

Tabel 4. Data hasil perhitungan torsi pada kondisi *backward*.

Backward			
Massa Kg	Tegangan (Vdc)	Rpm	T (Nm)
10 Kg	15.2	320	8.9489
	16.5	500	5.7273
	17.1	620	4.6188
	18.3	710	4.0333
	19	750	3.8182
	20.3	890	3.2176
	21.6	1200	2.3864
	22.2	1300	2.2028
	23.5	1450	1.9749
	24.1	1500	1.9091
	25.4	1700	1.6845
	26	1850	1.5479
	27.7	1980	1.4463
	28.5	2050	1.3969
	29.2	2150	1.3319
31.2	2300	1.2451	
33.8	2400	1.1932	
35	2500	1.1455	

E. Pembahasan

Data yang diambil memiliki dua kondisi, yaitu *forward* atau membuka pagar dan *backward* atau menutup pagar. Pada data yang tertera pada tabel. Dengan nilai tegangan yang sama. Nilai arus dan kecepatan pada dua kondisi ini sangat berbeda. Nilai arus dan kecepatan saat kondisi *backward* lebih besar dan waktu lebih singkat dibanding saat kondisi *forward*. Hal ini dipengaruhi oleh konstruksi rantai dan gir yang terdapat pada pagar tidak sempurna. Pada kondisi motor bergerak *forward*, terdapat konstruksi yang membuat motor tidak berputar dengan lancar, karena dudukan motor yang dibuat sedikit mengganjal perputaran motor. Sedangkan pada kondisi *backward* motor dc bergerak tanpa hambatan dari konstruksi *prototype*.

Kecepatan dan torsi optimal saat membuka dan menutup pagar dapat ditentukan dengan melihat gambar 4.8. dengan cara,

$$\tau_{mp} = 0,5 \tau_s \dots\dots\dots(4.4)$$

$$\omega_{mp} = 0,5 \omega_n \dots\dots\dots(4.5)$$

Yang merupakan satu per dua dari torsi maksimum dan satu per dua dari kecepatan maksimum. Pada saat kondisi *forward*, torsi dan kecepatan yang optimal dapat ditentukan. Melihat pada tabel 4.6, kondisi torsi terbesar pada 9,2375 Nm dan kecepatan putar tertinggi pada 1900 rpm. Kondisi optimal untuk menggerakkan *prototype* ini yaitu pada saat,

$$\tau_{mp} = 0,5 \tau_s$$

$$\tau_{mp} = 0,5 \times 9,2375$$

$$\tau_{mp} = 4,6188 \text{ Nm}$$

dan,

$$\omega_{mp} = 0,5 \omega_n$$

$$\omega_{mp} = 0,5 \times 1900$$

$$\omega_{mp} = 950 \text{ rpm}$$

Sedangkan pada kondisi *backward* dengan kondisi terbesar pada 8,9489 Nm dan kecepatan putar tertinggi pada 2500 rpm. Kondisi optimal untuk menggerakkan *prototype* ini yaitu pada saat,

$$\tau_{mp} = 0,5 \tau_s$$

$$\tau_{mp} = 0,5 \times 8,9489$$

$$\tau_{mp} = 4,4744$$

dan,

$$\omega_{mp} = 0,5 \omega_n$$

$$\omega_{mp} = 0,5 \times 2500$$

$$\omega_{mp} = 1250 \text{ rpm}$$

Jika melihat data yang ada kondisi optimal untuk menggerakkan pagar otomatis berada pada rentang tegangan 18,3 – 21,6 Vdc.

Tabel 5. Kondisi optimal saat *forward*

Forward			
Massa Kg	Tegangan (Vdc)	Rpm	T (Nm)
10 Kg	18.3	680	4.2112
	19	700	4.0909
	20.3	820	3.4922
	21.6	900	3.1818

Tabel 6. Kondisi optimal saat *backward*

Backward			
Massa Kg	Tegangan (Vdc)	Rpm	T (Nm)
10 Kg	18.3	710	4.0333
	19	750	3.8182
	20.3	890	3.2176
	21.6	1200	2.3864

Dengan daya motor dc yang digunakan yaitu 300 watt. Menentukan berapa beban dengan satuan kilogram yang dapat digerakan bisa dihitung. Dengan mengetahui panjang rantai dan diameter gir yang digunakan. Menggunakan rumus sebagai berikut:

$$v = \frac{pzn}{60} \dots\dots\dots(4.6)$$

v = kecepatan rantai (m/s)

p = panjang rantai (m)

z = jumlah mata gigi

n = kecepatan putar (rpm)

Untuk mencari beban yang dapat digerakkan dengan rumus,

$$F = \frac{102.Pd}{v} \dots\dots\dots(4.7)$$

F = Beban (kg)

Pd = Daya rencana (watt)

v = kecepatan rantai (m/s)<sup>[10]</sup>

Dengan mengacu pada plat nama motor dc, memiliki daya sebesar 300 watt dan kecepatan putar 2000 rpm. Konstruksi prototype dengan panjang rantai 0,95 m dan memiliki jumlah mata gir 14. Motor dc ini dapat menggerakkan beban sebesar,

$$v = \frac{pzn}{60}$$

$$v = \frac{0,95 \times 14 \times 2000}{60}$$

$$v = 443,33 \text{ m/s}$$

Sehingga beban yang dapat digerakan yaitu,

$$F = \frac{102 \cdot Pd}{v}$$

$$F = \frac{102 \times 300}{443,33}$$

$$F = 69,02 \text{ kg}$$

Jadi beban yang dapat digerakan oleh motor dc sebesar 69,02 kg.

Dengan persamaan 4.7 dapat menentukan daya motor yang dibutuhkan. Beban pagar yaitu 10 kg, panjang rantai 0,95 m, jumlah mata gir 14, dan menggunakan kecepatan putar yang sama yaitu 2000 rpm. Dengan nilai kecepatan rantai yang sama yaitu 443,33 m/s maka daya motor yang dibutuhkan yaitu,

$$F = \frac{102 \cdot Pd}{v}$$

$$Pd = \frac{F \cdot v}{102}$$

$$Pd = \frac{10 \times 443,33}{102}$$

$$Pd = 43,464 \text{ watt}$$

Jadi, dengan beban sebesar 10 kg dan kecepatan putar yang diinginkan 2000 rpm, maka daya motor yang dibutuhkan yaitu 43,464 watt.

Tabel 7. Data penelitian beban maksimal.

No	Tegangan (Vdc)	Beban (Kg)	Waktu (Detik)	Rp m
1	20,2	10	2.2	890
2		20	4.3	440
3		30	7.5	290
4		40	10.5	220
5		50	14	170
6		60	0	0

Setelah melakukan perhitungan beban maksimum yang telah didapat, melakukan percobaan terhadap *prototype* yang dibuat. Dengan menambah beban setiap 10 kg, yaitu 10 kg, 20 kg, 30 kg, 40, kg, 50 kg, dan 60 kg.

Data hasil penelitan dan data hasil perhitungan memiliki perbedaan. Hal ini dikarenakan terjadi gesekan antara gir dan rantai. Gesekan ini tidak begitu lancar. Terdapat hambatan yang dipengaruhi konstruksi pagar, dudukan motor dc, pengelasan gir, dan rantai.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Dari serangkaian penelitian, pengujian, dan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Kondisi optimal saat kondisi motor dc menggerakkan pagar secara *forward* dan *backward* yaitu antara rentang tegangan 18,3 – 21,6 Vdc.
- 2) Secara matematis motor dc yang digunakan pada penelitan dapat menggerakkan benda maksimal sebesar 69,02 kg.
- 3) Pada penelitian, *prototype* ini hanya mampu menggerakkan benda sebesar 50kg karena konstruksi benda yang kurang sempurna dan pergesekkan antara gird an rantai

### B. Saran

Saran dari penelitian ini adalah:

- 1) Untuk pengembangan alat ini sebaiknya menambahkan *autolock door* supaya pagar tidak bisa digerakkan saat keadaan motor dc diam.
- 2) Untuk keamanan yang lebih canggih sebaiknya memadukan system biometrik lainnya seperti memadukan biometrik sidik jari dengan wajah dan mata

## REFERENSI

- [1] Lathif, Naslim. 2001. *Aplikasi Sidik Jari Untuk Sistem Presensi Menggunakan Magic Secure 2500*. (Makalah Seminar Tugas Akhir). Universitas Diponegoro. Semarang.
- [2] Mujiman. 2008. *Pintu Otomatis Berpengunci Waktu Berbasis Mikrokontroler AT89C51*. (Jurnal Teknologi, Vol. 1, No. 1, 2008: 58 – 67). Institut Sains dan Teknologi AKPRIND. Yogyakarta.
- [3] Oroh, Joyner R. 2014. *Rancang Bangun Sistem Keamanan Motor Dengan Pengenalan Sidik Jari*. (e-Journal Teknik Elektro dan Komputer (2014), ISSN 2301-8402). Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- [4] Sarwoko, Eko Adi. 2006. *Mekanisme Sistem Identifikasi Biometrik*. (Prosiding Seminar Nasional SPMIPA). Universitas Diponegoro. Semarang.
- [5] Anonim. 2013. *Arduino Uno*. Arduino. Milan.  
<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>
- [6] Anonim. 2014. *ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/PDatasheetSummary*. Atmel. California.  
[www.atmel.com/DatasheetAVRAtmega328](http://www.atmel.com/DatasheetAVRAtmega328)
- [7] Simbolon, Pahala Alpha Rinaldo. 2011. *Aplikasi Sensor Ultrasonik Sebagai Pengendali Level Ketinggian Air Secara Otomatis Dengan Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535*. (Tugas Akhir). Universitas Sumatera Utara. Medan.
- [8] Zuhail, 1988. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Gramedia. Jakarta.
- [9] Sari, Ranti Permata. 2010. *Penalaan Parameter Kontrol PID Dengan Metode Heuristic, Aplikasi: Sistem Pengendalian Kecepatan Motor DC*. (Tugas Akhir). Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- [10] Sularso. 1978. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Pradnya Paramita. Jakarta.