

Rancang Bangun Pagar Otomatis dengan *Finger print* Berbasis Mikrokontroler

Usman¹, Abdul Azis Rahmansyah², Nur Fajri Apriadi³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Bosowa

Jln. Kapasa Raya, No. 23, KIMA-Makassar 90245, Indonesia

E-mail : usman@politeknikbosowa.ac.id¹, maxmicro.azis@gmail.com², Nurfajri.03.polybosowa@gmail.com³

Abstrak

Pagar merupakan bagian keamanan terdepan dalam menjaga suatu bangunan. Pagar konvensional memerlukan operator untuk dapat membuka dan menutupnya sehingga tidak efektif dan efisien. Permasalahan ini dapat diatasi dengan sistem otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain pagar dengan menggunakan sensor *finger print* yang berbasis mikrokontroler arduino, yang dilengkapi dengan pengunci menggunakan solenoid. Penelitian ini berupa experimental yang dimulai dari perancangan, pabrikan dan pengujian. Pagar yang dibuat mempunyai spesifikasi 3.2 m x 1.5 m dengan total berat 30,67 Kg, panjang lintasan 210 cm, diameter *sprocket* 3 cm, Tegangan motor DC 12 Volt dan putaran 195 rpm. Hasil pengujian menunjukkan performa yang baik sesuai dengan desain awalnya, di mana pagar dapat terbuka dengan sidik yang telah direkam terlebih dahulu. Solenoid dapat membuka dan mengunci, begitupun dengan photodiode dapat mendeteksi adanya objek yang berada di atas rel. Hasil pengujian terdapat perbedaan waktu membuka/menutup dibandingkan dengan hasil desain sebesar 20%, dengan rata-rata tegangan 12.06 V, arus 1 A, putaran 135 rpm, dan waktu yang dibutuhkan 9.9 s di mana torsi yang dihasilkan adalah sebesar 0.64 Nm dan beban maksimal yang bisa digerakkan oleh motor DC adalah sebesar 59.97 kg.

Kata Kunci: pagar otomatis, *finger print*, *arduino uno*, torsi dan beban maksimal

Abstract

The fence is one of the leading security in maintaining a building. Conventional fence require operator to open and close it, so it does not effective and efficient. This problem can be solved with automated systems. This research aims to design fance system using finger print sensor based microcontroller arduino, which is equipped with a locking system that use a solenoid. This experimental research is starts from the design, fabrication and testing. Fences made have specifications 3.2 m x 1.5 m with a total weight is 30.67 kg, path lengthis 2.1 m, diameter sprocket 0.03 m, Voltage DC motor is 12 V and rotation is 195 rpm. The test results showed a good performance conform with its initial design, where a fence can be opened with a fingerprint has been recorded before. Solenoid can open and lock, likewise with the the photodiode can detect object is on the track. The test results obtained there are differences when opening / closing compared with the results design is 20%, with an average voltage is 12.06 V, current is 1 A, rotation is 135 rpm, and the time it takes 9.9 s, where the torque produced is of 0.64 Nm and maximum load can be driven by a DC motor is at 59.97 kg.

Keywords: otomatic fences, *finger print*, *arduino uno*, torque and maximum load

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi instrumentasi elektronika dewasa ini sangat pesat, karena manusia membutuhkan bantuan dari sesuatu yang dapat bekerja cepat, teliti efektif dan dan efisien. Sebuah sistem yang otomatis akan sangat membantu manusia dalam kehidupan ataupun dalam menyelesaikan tugas sehari-hari. Dengan sistem yang otomatis ini peralatan-peralatan dikontrol dengan bantuan mesin yang telah diprogram sedemikian rupa sehingga manusia tidak lagi menjadi pengendali melainkan digantikan oleh mesin yang bekerja secara otomatis [1].

Pagar merupakan bagian terdepan dalam melindungi suatu bangunan. Sistem otomatis yang akan dibangun ini

membutuhkan pengenalan siapa saja yang dapat mengakses pagar tersebut, bagaimana cara menggerakkan pagar dan bagaimana cara mengunci pagar tersebut. Dengan demikian kita dapat merancang kebutuhan tersebut, misalnya untuk pengenalan salah satunya dengan *finger print* untuk mengidentifikasi manusia berdasarkan sidik jarinya. Perangkat lain yang bisa digunakan misalnya sensor retina, *smart face identification* atau sensor suara. Untuk menggerakkan rangka dari pagar, kita dapat menggunakan motor AC atau DC, *pneumatics* ataupun hidrolik. Sedangkan untuk sistem penguncian beberapa alat yang bisa digunakan seperti *selenoid* atau kunci magnetik.

Beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan dengan penelitian ini yaitu [2] *protitype* pintu

pagar otomatis berbasis *arduino uno* atmega 328p dengan sensor sidik jari. Hasil penelitian yang didapat 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. Penelitian ini berfokus pada kinerja motor DC sebagai penggerak pagar, tidak menyajikan sistem penguncian pagar dan kondisi adanya objek di atas rel pada saat pagar akan menutup kembali. Penelitian oleh [3] yang membuat akses kontrol ruangan menggunakan sensor sidik jari berbasis mikrokontroler Atmega328p. Hasilnya adalah sensor sidik jari dan sensor gerak dapat berfungsi untuk membuka dan menutup sebuah pintu. Penelitian ini tidak secara eksplisit menjelaskan bagaimana proses membuka dan menutup pintu. Selanjutnya oleh [4] dengan penelitian perancangan palang kereta api otomatis berbasis mikrokontroler AT89S51 menggunakan sensor inframerah sebagai sensor halangan. Hasilnya sistem yang dibangun dapat berjalan, akan tetapi yang menjadi kendala penggunaan infra merah tidak efektif karena pembacaannya tidak bisa jauh dari objeknya.

Berdasarkan penjelasan di atas tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah merancang dan membuat suatu pagar yang dapat bekerja secara otomatis dengan menggunakan *finger print* sebagai pengidentifikasi. Dengan demikian fungsi pagar sebagai sistem pengaman pertama dalam suatu bangunan bisa terpenuhi dan dapat mengefisien dan mengefektifkan kerja manusia.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem otomatisasi peralatan dapat memberikan manfaat lebih dibandingkan dengan sistem konvensional. Sistem otomatis ini berkembang seiring dengan pesatnya berkembang ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini. Pemanfaatan perkembangan teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk dapat memudahkan, membuat lebih efisien ataupun untuk meningkatkan keamanan sebuah sistem. Ciri umum dari alat-alat yang bersifat otomatis adalah kehadiran komponen elektronik yang menjalankan fungsi pengendalian dan pengaturan [5].

Pagar merupakan bagian yang penting dalam sistem keamanan suatu rumah/bangunan, karena pagar sebagai pelapis pertama untuk melindungi suatu bangunan. Secara konvensional suatu pagar dibuka dan ditutup dengan menggunakan tenaga manusia. Banyak permasalahan keamanan suatu bangunan atau rumah karena pagar yang dapat diakses oleh semua orang, ataupun efektifitas kinerja manusia tidak tercapai secara maksimal dengan menggunakan pagar yang konvensional. Dengan kemajuan teknologi pagar dapat membuka dan menutup secara otomatis dengan menggunakan perangkat elektronika [2,6].

Berikut penjelasan komponen utama yang digunakan dalam sistem pagar otomatis ini.

Finger print : merupakan divais yang dapat membaca pola guratan-guratan pada kulit tangan manusia. Sistem biometrik ini banyak digunakan karena memiliki

keakurasian yang tinggi, mudah dimanfaatkan dan masing-masing individu bebrbeda-beda, sehingga aplikasi untuk sekuritas atau akses kontrol sangat tepat digunakan. [3]. Salah satu jenis *finger print* adalah Fingerprint ZFM-20, modul *finger print* inilah yang digunakan dalam penelitian ini. Modul sensor ini dilengkapi dengan (*Digital Signal Processing*) DSP yang melakukan *image rendering*, kemudian mengkalkulasi, *feature-finding* dan terakhir *searching* pada data yang sudah ada.

Limit Switch ; jenis sakelar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja *limit switch* sama seperti sakelar *push on* yaitu menghubungkan pada saat katubnya ditekan pada batas penekanan tertentu dan akan memutus saat saat katub tidak ditekan [7].

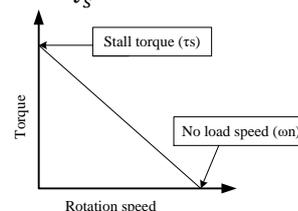
Arduino uno : sebuah *board* mikrokontroler yang berbasis pada mikrokontroler ATmega328. *Arduino uno* memiliki 14 buah *pin* yang dapat difungsikan sebagai *input/output* digital, sehingga dapat dihubungkan dengan perangkat *input* seperti *sensor*, selain itu juga dapat dihubungkan dengan perangkat *output*. Mikrokontroler ini dapat beroperasi pada tegangan 5V [8].

Motor DC ; mesin yang mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanis yang berupa putaran. Motor DC dapat diganti arah putarannya dengan mengganti polaritas sumber tegangan. Dengan sifat ini motor ini banyak digunakan untuk berbagai aplikasi yang ditunjang dengan kecepatannya tetap pada kondisi bertammbahnya beban [3]. Karakteristik motor DC diketahui dengan kurva yang menggambarkan hubungan torka dengan kecepatannya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Gambar tersebut menjelaskan bahwa torka motor DC berbanding terbalik dengan kecepatannya. Dua sifat dari grafik tersebut yaitu *stall torque*, titik dengan torsi maksimum akan tetapi motor tidak berputar dan *no load speed*, merupakan titik dimana motor berputar maksimum akan tetapi motor dalam keadaan tanpa beban [2].

Berdasarkan kurva pada Gambar 5 diperoleh fungsi torsi atau kecepatan sudut sebagai berikut.

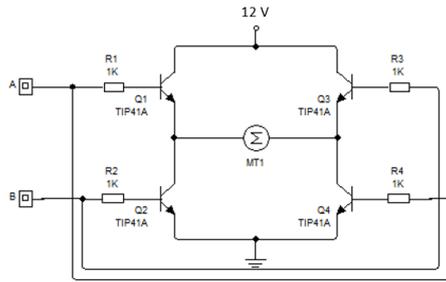
$$\tau_{motor} = \tau_s - \frac{\omega \tau_s}{\omega_n} \tag{1}$$

$$\omega_{motor} = (\tau_s - \tau) \frac{\omega_n}{\tau_s} \tag{2}$$



Gambar 1. Kurva torsi dan kecepatan motor DC [2]

Sensor Photodiode ; sensor cahaya semikonduktor yang dapat mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. Divais bekerja berdasarkan intensitas cahaya, jika terkena cahaya maka akan bekerja seperti dioda pada umumnya tetapi jika tidak mendapat cahaya maka akan berperan seperti resistor dengan nilai tahanan yang besar sehingga arus listrik tidak dapat mengalir [9].



Gambar 2. Rangkaian ekivalen driver motor [3]

LASER ; suatu alat yang memancarkan radiasi elektromagnetik, biasanya dalam bentuk cahaya yang tidak dapat dilihat maupun dapat dilihat dengan mata normal, melalui proses pancaran terstimulasi [10].

Driver Motor ; digunakan untuk sistem kontrol motor DC. Kontrol motor yang dimaksud adalah mengatur putaran motor yaitu *forward atau reevers* [4]. Driver yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis H-Bridge. Driver terdiri dari 4 buah transistor dimana transistor Q1 dan Q4 di *trigger* bersama, supaya ada aliran arus dari titik A ke B pada motor DC sehingga rotor akan berputar *clock wise*. Ketika arah putaran motor akan dibalik, maka transistor Q2 dan Q3 yang akan di *trigger* bersama, sehingga arus pada motor DC akan mengalir dari titik B ke A Gambar 2.

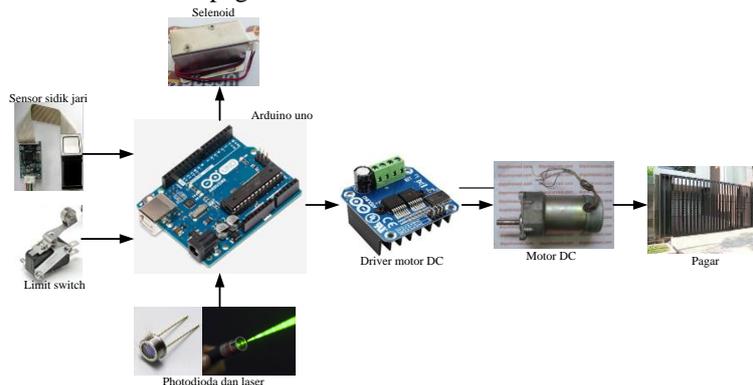
Solenoid ; peralatan yang dipakai untuk mengkonversi arus listrik menjadi gerak mekanik. Solenoid dibuat dari kumparan dan inti besi yang dapat digerakkan, dan berfungsi sebagai aktuator untuk membuka kunci otomatis.

III. METODE

Rancangan Penelitian

Rancangan sistem pagar secara otomatis ini menggunakan pemindai sidik jari untuk dapat membuka pagar dan selenoid untuk menguncinya. Sebagai penggerak digunakan motor DC dengan *gear box* yang dikopel dengan *sprocket* dan rantai. Untuk mengidentifikasi adanya sebuah objek yang berada di atas rel akan dideteksi oleh sensor *photodiode*. Secara lengkap desain sistem ini dapat dilihat pada blok diagram Gambar 3.

Pagar yang akan dibuat berbahan baja ringan dengan spesifikasi 1.40 m x 3.2 m, panjang lintasan 2.80 m dan roda penggerak sebanyak 3 (tiga) buah dengan diameter 8 cm. Desain rancangan mekanik sistem pagar otomatis



Gambar 3. Blok diagram penelitian

ini ditunjukkan oleh Gambar 4. Desain rangkaian elektronik untuk sistem ini menggunakan sistem tegangan 12 V dan 5 V. Sedangkan rancangan *software* ini dapat di lihat dalam Gambar 5.

Analisis Data

Parameter yang akan diukur meliputi, tegangan (V), arus (A), putaran (rpm), daya (W) dan waktu (s) membuka dan menutup pagar. Sedangkan untuk waktu membuka dan menutup akan dibandingkan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$k\odot = \pi d \tag{3}$$

$$l_t = \frac{rpm}{60} \tag{4}$$

$$t = k\odot \times l_t \tag{5}$$

dimana : $k\odot$ = keliling *sprocket* (m), π = phi, d = diameter *sprocket*, l_t = panjang lintasan *sprocket* selama t detik dan rpm = putaran motor DC

Untuk mengitung torsi motor pada saat bekerja dan beban maksimal yang bisa diputar oleh motor adalah

$$\tau = \frac{P}{\omega} \tag{6}$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \tag{7}$$

dimana : τ = torca (Nm), P = daya (watt) dan ω = kecepatan sudut (rad/s)

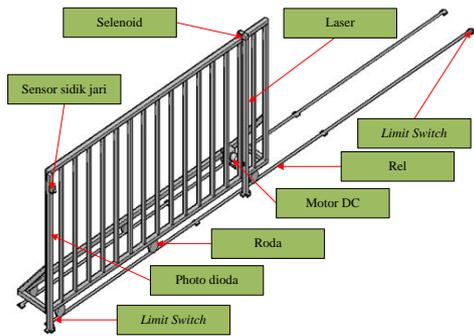
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Mekanik

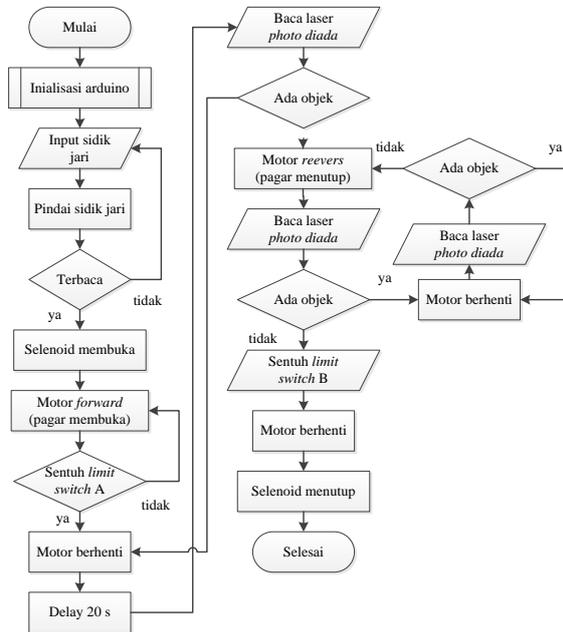
Hasil fabrikasi rancang bangun pagar otomatis ini mempunyai spesifikasi dengan berat 3.6 kg, panjang lintasan pagar 2.82 m, diameter sproket 0.03 m, panjang rantai 3.2 m, jumlah mata gigi sproket 15 buah. Secara visual ditunjukkan Gambar 6. Sumber listrik yang digunakan adalah sistem DC dengan nominal *power suplay* 5 dan 12 V yang diperoleh *rectivier*. Sebagai *back up* sistem kelistrikannya menggunakan baterai dan inverter untuk mengubah tegangan DC menjadi AC.

Pengujian Sistem

Pengujian sistem meliputi pengujian buka tutup pagar otomatis secara keseluruhan. Kemudian diukur beberapa variabel yang meliputi tegangan, arus pada motor DC, putaran dan waktu yang dibutuhkan oleh pagar untuk membuka dan menutup. Hasil pengujian sistem ini disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.



Gambar 4. Desain mekanik pagar.



Gambar 5. Flowchart program arduino.



Gambar 6. Hasil fabrikasi rancangan pagar.

Pembahasan

Tabel 1 memberikan gambaran bahwa sistem pagar otomatis ini sudah dapat berfungsi seperti desainnya. Sidik jari yang valid melalau *finger print* akan memicu selenoid membuka. Perubahan yang terjadi pada kondisi ini yaitu *port 9* Arduino mempunyai tegangan sebesar 4.8 V yang memicu selenoid sehingga mempunyai tegangan sebesar 11.8 V. Kondisi ini yang menyebabkan selenoid membuka, kemudian terbukanya selenoid ini akan memicu moor DC berputar sehingga pagar terbuka. Pada kondisi sidik jari *invalid* maka tidak terjadi perubahan tegangan pada *port 9* arduino sehingga selenoid tidak mebuca. Untuk kondisi adanya sebuah objek pada lintasan, akan menyebabkan tegangan di *photodiode* sangat kecil yaitu sebesar 0.1 V sehingga tidak bisa memicu motor berputar. Pada kondisi ini tegangan terminar motor adalah 0 V.

Hasil pengujian membuka dan menutup pagar dilakukan pengujian sebanyak 5 (lima) kali sehingga diperoleh rata-rata tegangan motor 11.92 V, arus 0.92 A, putaran 136.8 rpm, dan waktu yang dibutuhkan 9.74 s pada saat membuka pagar. Sedangkan pada saat menutup rata-rata tegangan motor 12.2 V, arus 1.08 A, putaran 133.3 rpm, dan waktu yang dibutuhkan 10.04 s. Pada kondisi motor *forward* putaran motor lebih rendah dari pada kondisi *reverse*, sedangkan waktu yang dibutuhkan lebih lama, hal ini disebabkan karena kontruksi rantai dan rel yang tidak terlalu baik. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada Gambar 7.

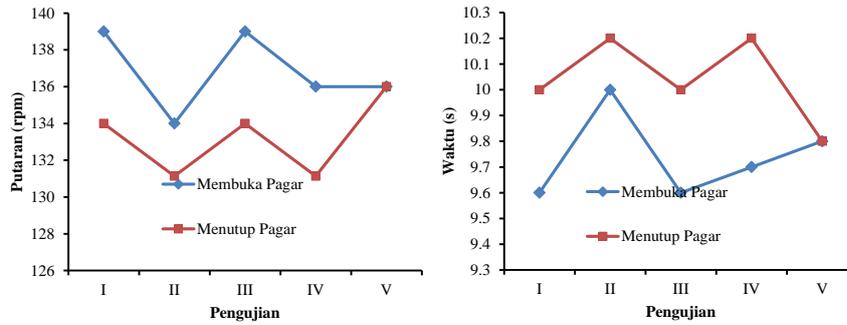
Gambar 8 menunjukkan pengaruh tegangan terhadap putaran dan arus. Grafik tersebut dilihat bahwa tegangan mempengaruhi arus dan putaran, dimana kenaikan tegangan akan menyebabkan kenaikan dan arus pula. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian oleh [2]. Secara teoritik kenaikan tegangan akan menyebabkan kenaikan fluksi yang pada akhirnya menyebabkan kenaikan arus dan putaran, ini dapat dilihat pada persamaan $E = K\Phi N$ dan $T = K\Phi I_a$. Kedua persamaan ini dimana tegangan (E) berbanding lurus dengan fluks (Φ) dan torka (T) berbanding lurus pula dengan fluks (Φ) [11].

Tabel 1. Hasil pengujian sistem

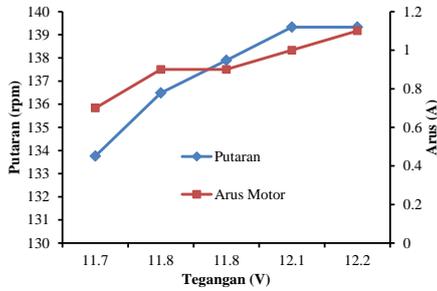
Finger print (Valid/tidak valid)	Selenoid		Objek di lintasan		Motor	
	Buka	Kunci	Ada	Tidak	Berputar	Berhenti
Valid	√			√	√	
		√	√			√
Tidak valid		√				√

Tabel 2. Hasil pengujian membuka dan menutup pagar.

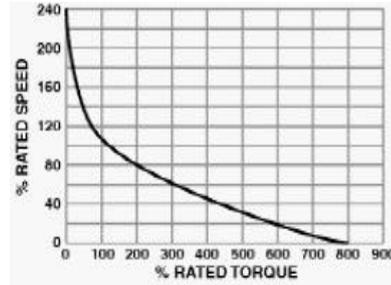
Uji	Membuka Pagar					Menutup Pagar				
	Tegangan Motor (V)	Arus Motor (A)	Daya Motor (W)	Putaran (rpm)	Waktu (s)	Tegangan Motor (V)	Arus Motor (A)	Daya Motor (W)	Putaran (rpm)	Waktu (s)
I	12.2	1.1	11.4	139	9.6	12.3	0.7	11.2	134	10
II	11.7	0.9	7.2	134	10	12	0.65	9.6	131	10.2
III	12.1	1.1	10.1	139	9.6	12.2	0.7	9.2	134	10
IV	11.8	1	8.8	136	9.7	12	0.65	9.7	131	10.2
V	11.8	1	8.6	136	9.8	12.5	0.75	11.7	136	9.8



Gambar 7. Grafik perbandingan membuka dan menutup pagar (a) putaran dan (b) waktu.



Gambar 8. Grafik perbandingan tegangan terhadap putaran dan arus pada motor DC pada kondisi pagar membuka



Gambar 9. Grafik hubungan torka terhadap kecepatan motor DC [11].

Waktu yang dibutuhkan oleh pagar untuk menutup dan membuka dengan menggunakan persamaan (3-5) didapatkan 8.2 s. Apabila dibandingkan dengan hasil pengukuran waktu yang dibutuhkan untuk membuka dan menutup rata-rata sebesar 9.89 s atau berbeda sebesar 20%. Perhitungan secara teoritik di atas tidak memperhitungkan beban pada motor tersebut. Fenomena ini disebabkan karena bertambahnya torsi pada motor DC, karena adanya beban sebesar 30,67 Kg. penambahan torsi ini akan menyebabkan penurunan kecepatan seperti yang ditunjukkan oleh karakteristik motor DC pada Gambar 9. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa kenaikan torsi dapat menyebabkan penurunan putaran [11]. Fenomena ini juga dapat diverifikasi dengan penelitian oleh [2].

Secara umum torsi merupakan gaya yang digunakan untuk menggerakkan sesuatu dengan jarak dan arah tertentu. Dari persamaan (9-10) dimana $P_{rata-rata} = 9.22 \text{ W}$ dan $n_{rata-rata} = 136.8 \text{ rpm}$ maka torsi yang dihasilkan adalah 0.64 Nm atau 0.06 kg.m yang dihitung berdasarkan persamaan (6). Sedangkan beban maksimal yang bisa diputar oleh motor DC ini dengan tegangan kerja 12 V, dihitung dengan menggunakan persamaan (7), diperoleh beban sebesar 59.97 kg.

Pengembangan

Penerapan sistem pagar otomatis sudah cukup banyak diterapkan, seiring dengan perkembangan teknologi kontrol dan elektronika serta tuntutan keamanan. Di lain pihak sistem otomatis dapat memberikan efektivitas dan efisiensi yang lebih baik. Dengan demikian penelitian yang seperti ini perlu keberlanjutan untuk mendapatkan metode atau device baru yang bisa lebih meningkatkan kinerja, keamanan dan efektifitas serta keekonomiannya.

Kedepannya perlu penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan motor induksi sebagai penggerak karena beroperasi dengan tegangan AC sehingga tidak diperlukan *rectifier* mempunyai *reliability* dan juga mempunyai torka yang besar, efisiensi yang relatif tinggi, kerugian gesekan rendah, ekonomis dan biaya pemeliharaan yang rendah. Akan tetapi motor ini mempunyai *starting* awal yang tinggi dan putarannya susah diatur, tetapi bisa dimanupulasi dengan menggunakan *gear box* untuk menurunkan putarannya [12]. Selain itu untuk lebih meningkatkan keamanan bisa menambahkan divais pengidentifikasi misalnya dengan menggunakan *voice detector* atau menggantikan *finger print*. Pemakaian *voice detector* bisa lebih meningkatkan efisiensi karena kita tidak perlu bersentuhan langsung dengan divaisnya cukup kita mengeluarkan suara. Misalnya pada saat kita bekendara kita tidak perlu turun untuk menepelkan jari kita pada *finger print*. Menurut [13] *voice detector* mempunyai kelebihan seperti kehandalan, ketahanan, akurasi, adaptasi dan kesederhanaan. Untuk alasan keamanan divais ini mempunyai karakteristik yang sama dengan sidik jari, setiap manusia mempunyai frekuensi suara yang berbeda-beda yang megakibatkan karateristik sura manusia berbeda-beda pula.

V. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, sistem pagar otomatis ini sudah dapat berfungsi sesuai dengan perancangan, dimana semua blok dari sistem ini menunjukkan indikator keberhasilan. Hasil pengujian didapatkan perbedaan waktu membuka/menutup dibandingkan dengan hasil desain sebesar 20%, dengan rata-rata tegangan 11.92 V, arus 0.92 A, putaran 136.8 rpm pada motor DC, dan waktu yang dibutuhkan 9.74 s pada saat membuka pagar. Sedangkan pada saat menutup rata-rata

tegangan motor 12.2 V, arus 1.08 A, putaran 133.3 rpm, dimana torsi yang dihasilkan adalah sebesar 0.64 Nm dan beban maksimal yang bisa digerakan oleh motor DC yang dipakai adalah sebesar 59.97 kg.

Saran

Untuk penelitian lebih lanjut, perlu diperhatikan rancangan mekanik terkait dengan cara menggerakkan pagar, supaya mempunyai gaya gesek yang rendah, sehingga menghasilkan putaran yang lebih konstan. Selain itu seperti yang dibahas sebelumnya perlu penelitian lanjut untuk menggantikan jenis motor penggerak dan sensor pendeteksi objek pada lintasan.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Maryam dan Muh.Agung Izurhaq yang telah banyak membantu dalam proses penelitian ini.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, sistem pagar otomatis ini sudah dapat berfungsi sesuai dengan perancangan, dimana semua blok dari sistem ini menunjukkan indikator keberhasilan. Hasil pengujian didapatkan perbedaan waktu membuka/menutup dibandingkan dengan hasil desain sebesar 20%, dengan rata-rata tegangan 11.92 V, arus 0.92 A, putaran 136.8 rpm pada motor DC, dan waktu yang dibutuhkan 9.74 s pada saat membuka pagar. Sedangkan pada saat menutup rata-rata tegangan motor 12.2 V, arus 1.08 A, putaran 133.3 rpm, dimana torsi yang dihasilkan adalah sebesar 0.64 Nm dan beban maksimal yang bisa digerakan oleh motor DC yang dipakai adalah sebesar 59.97 kg.

Saran

Untuk penelitian lebih lanjut, perlu diperhatikan rancangan mekanik terkait dengan cara menggerakkan pagar, supaya mempunyai gaya gesek yang rendah, sehingga menghasilkan putaran yang lebih konstan. Selain itu seperti yang dibahas sebelumnya perlu penelitian lanjut untuk menggantikan jenis motor penggerak dan sensor pendeteksi ada tidak objek yang ada pada rel.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Maryam dan Muh.Agung Izurhaq yang telah banyak membantu dalam proses penelitian ini.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Irvan Nanda Prawira, "Perancangan dan Pembuatan Sistem Parkir Otomatis Menggunakan Koin Berbasis Mikrokontroler AT89S52 Secara Hardware," Medan, Skripsi 2010.
- [2] Yogie El Anwar, Noer Soedjarwanto, and Ageng Sadnowo Repelianto, "Prototype Penggerak Pintu Pagar Otomatis Berbasis *Arduino uno*," *Volume 9, No. 1, Januari 2015*, vol. 9, no. 1, pp. 30-41, Januari 2015.
- [3] Dony Saputra, Abdul Haris Masud, Muhamad

Ramadhan, and Dian Fitriani, "Akses Kontrol Ruang Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler Atmega328p," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi*, Yogyakarta, 2014, pp. 596-604.

- [4] Renova Simanulang, "Perancangan Palang Kereta Api Otomatis Berbasis Mikrokontroler AT89S51 Menggunakan Sensor Inframerah Sebagai Sensor Halangan," Fisika Instrumen, Universitas Sumatra Utara, Medan, Tugas Akhir 2009.
- [5] Marlin Malluka and Indra Surjati, "Model Sistem Otomatisasi Pengisian Ulang Air Minum," *Tesla*, vol. 10, no. 2, pp. 97-102, Oktober 2008.
- [6] Wibowo, Sunu Hasta, "Simulasi Pengontrolan Pintu Garasi Otomatis," *Jurnal Intekna*, pp. 1-9, 2014.
- [7] Yudhy Wiranatha Jaya Kusuma, Noer Soedjarwanto, Agus Trisanto, and Dikpride Despa, "Rancang Bangun Penggerak Otomatis Panel Surya Menggunakan Sensor," *Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. IX, no. 1, pp. 11-20, Januari 2015. [Online].
- [8] Zainal Abidin and Susmini Indriani Lestariningsati, "Sistem Keamanan dan Monitoring Rumah Pintar Secara Online Menggunakan Perangkat Mobile," *Komputika*, vol. III, no. 2, pp. 13-17, 2014.
- [9] Christoforus Yohannes, "Sistem Penghitung Jumlah Barang Otomatis Dengan Sensor Ultrasonik," *Elektrikal Enjiniring*, vol. IX, no. 2, pp. 66-71, Agustus 2012.
- [10] C Hadi P, "Rancang Bangun Alat Pemilah dan Penghitung Barang dengan Menggunakan Laser Berbasis Mikrokontroler," Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Skripsi 2014.
- [11] Bambang Hidayat and Syamsul Amien, "Pengaruh Pegaturan Kecepatan Menggunakan Metode Pengaturan Fluksi Terhadap Efisiensi Pada Motor Arus Searah," *Singuda Ensikom*, vol. IX, no. 2, pp. 86-91, November 2014.
- [12] Yusnita and Hendro Tjahjono, "Sistem Pengendali Arus Start Motor Induksi Phasa Tiga Dengan Variasi Beban," *Jurnal Teknik Elektro ITP*, vol. I, no. 2, pp. 19-23, Januari 2012.
- [13] M. H. Moattar and M. M. Homayounpour, "A Simple But Efficient Real-Time Voice Activity Detection Algorithm," in *17th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2009)*, Glasgow, Scotland, 2009, pp. 2549-2553.