

**PENGAPLIKASIAN OTOMATISASI PADA GERBANG PENHUBUNG
ANTARA BARAK TARUNA DAN MAIN BUILDING
DI SEKOLAH TINGGI PENERBANGAN INDONESIA**

RB Budi Kartika W, SSiT, SPd, MT¹, Oka Fatra ST, MT², Ismail Lathiif³

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug - Tangerang

ABSTRAK

Pada area Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia terdapat sebuah gerbang yang berfungsi sebagai penghubung antara barak Taruna menuju ruang makan dan main building. Namun saat ini gerbang tersebut masih dioperasikan secara manual, dan sering kali jadwal buka-tutup gerbang tidak tepat waktu. Berdasarkan kondisi saat ini maka perlu dibuat suatu rancangan otomatisasi gerbang penghubung antara barak Taruna dengan main building Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia. Sistem kerja dari rancangan tersebut adalah dengan menggunakan mikrokontroler Arduino dan modul Real Time Clock sebagai pengatur jadwal rancangan. Modul Real Time Clock akan mengaktifkan Arduino yang kemudian mengaktifkan Relay. Selanjutnya relay akan mengaktifkan motor listrik sebagai penggerak utama gerbang. Dengan pengaplikasian otomatisasi gerbang penghubung ini diharapkan akan terciptanya buka-tutup gerbang yang sesuai jadwal.

Kata Kunci : Gerbang, Mikrokontroler, Motor Listrik, Otomatisasi, Real Time Clock, Relay.

ABSTRACT

In the area of Indonesian Civil Aviation Institute there is a gate that serves as a liaison between the barracks Midshipman into the dining room and the main building. But this time the gate is operated manually, and often schedule of opening and closing the gate is not timely. Based on the condition at this time is needed to set a gate automation design liaison between the main building barracks of taruna as a student of Indonesian Civil Aviation Institute. Working system of the design is to use the Arduino microcontroller and Real Time Clock modules as a regulator of the draft schedule. Real Time Clock Module will enable Arduino which then activate Relay. Furthermore, the relay will activate the electric motor as the prime mover part of the connecting gate automation application is expected to be the creation of open-close gate as on as a schedule.

Keywords: Gate, Microcontroller, Electric Motors, Automation, Real Time Clock, Relay.

I. PENDAHULUAN

Pada area Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia terdapat sebuah gerbang yang berfungsi sebagai penghubung antara barak Taruna menuju ruang makan dan main building. Gerbang tersebut digunakan oleh para Taruna untuk menuju ruang makan di saat waktu makan tiba. Namun saat ini gerbang tersebut masih dioperasikan secara manual, dan sering kali jadwal buka-tutup gerbang tidak tepat waktu. Bahkan terkadang pintu gerbang masih tetap terbuka walaupun waktu makan Taruna telah berakhir.

Kondisi terbukanya gerbang diluar jadwal makan Taruna ini dapat menjadi celah keamanan asrama dan celah bagi para Tauna melakukan pelanggaran. Salah satu bentuk pelanggaran yang banyak dilakukan oleh Taruna adalah melewati gerbang penghubung ini pada saat olahraga pagi ataupun pada saat apel pagi/malam. Padahal menurut peraturan, Taruna tidak diperkenankan melalui gerbang ini diluar jadwal makan Taruna.

Melihat kondisi jadwal buka-tutup gerbang yang kurang tepat dan pengoperasiannya masih secara manual, maka penulis mencoba untuk mencari solusi terhadap permasalahan yang dihadapi.

Identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Banyak pelanggaran yang dilakukan oleh para Taruna.
2. Kondisi pengoperasian gerbang tidak sesuai jadwal.
3. Pengoperasian gerbang masih secara manual.

Dari masalah-masalah yang ada maka penulis melakukan perumusan masalah sebagai berikut :

1. Menentukan torsi yang dibutuhkan.
2. Menentukan kapasitas motor penggerak.
3. Menentukan ukuran rel dan roda gigi.
4. Merancang sistem kontrol.

II. LANDASAN TEORI

Pengertian Gerbang Otomatis

Pintu gerbang otomatis merupakan tempat keluar masuk suatu daerah yang pengoperasiannya dilakukan secara otomatis atau beroperasi dengan sendirinya. Sehingga dengan penggunaan gerbang otomatis akan didapatkan pengoperasian yang lebih mudah, dan sesuai dengan jadwal.

Secara umum gerbang otomatis dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu sistem penggerak dan sistem kontrol. Sistem penggerak berfungsi untuk menggerakkan gerbang dari posisi diam hingga dapat beroperasi, sedangkan sistem kontrol berfungsi untuk mengontrol kerja dari sistem penggerak.

Perancangan Gerbang Otomatis

Agar pembuatan gerbang otomatis berjalan sesuai yang diharapkan maka dibutuhkan suatu perencanaan terhadap gerbang otomatis yang dimaksud. Gerbang yang ada saat ini merupakan gerbang geser, yang selanjutnya sistem kontrol akan memerintahkan sistem penggerak untuk menggeser gerbang.

Sistem penggerak merupakan kombinasi dari beberapa bagian, diantaranya unit penggerak, gigi reduksi, serta reil dan gigi penggerak. Sedangkan

pada sistem kontrol terdiri dari mikrokontroler, *RTC (Real Time Clock)*, relay, *key switch*, dan sensor infrared.

RTC dan mikrokontroler yang telah diprogram akan berfungsi sebagai *timer*. *Timer RTC* ini telah diatur pengoperasiannya hanya pada jam-jam makan Taruna. Apabila *timer RTC* ini aktif maka mikrokontroler akan mengaktifkan relay dan memerintahkan motor listrik untuk berputar. Kemudian putaran motor listrik akan menggerakkan gigi reduksi dan roda gigi yang telah dirancang sedemikian rupa, sehingga roda gigi tersebut dapat menggerakkan rel pada gerbang. Pengaturan posisi antara roda gigi dan rel penggerak akan mengarahkan gerakan luncuran pintu untuk bergeser terbuka atau tertutup.

Apabila gerakan gerbang telah terbuka penuh atau telah tertutup penuh, maka gerbang tersebut akan mengaktifkan sensor infrared. Sensor ini kemudian mengirim *input* ke mikrokontroler agar mematikan motor listrik sehingga gerbang berhenti bergerak.

Selain dengan menggunakan *timer RTC*, pengoperasian gerbang ini dapat juga dilakukan dengan menggunakan *key switch* apabila dikehendaki pengoperasian gerbang diluar jadwal yang ditentukan.

Perancangan Mesin Penggerak

Mesin penggerak berfungsi sebagai tenaga penggerak yang digunakan untuk memutar gigi reduksi, selanjutnya gigi reduksi ini akan memutar gigi penggerak dan menggerakkan rel pada gerbang yang dimaksud. Mesin penggerak yang penulis gunakan adalah motor listrik induksi 1 fasa.

Motor induksi adalah salah satu jenis dari motor-motor listrik yang bekerja berdasarkan induksi elektromagnet. Motor induksi memiliki sebuah sumber energi listrik yaitu di sisi stator, sedangkan sistem kelistrikan di sisi rotornya di induksikan melalui celah udara dari stator dengan media elektromagnet. Hal inilah yang menyebabkannya diberi nama motor induksi. (Arindya R. 2013).

Perancangan Gigi Reduksi

Roda gigi adalah bagian berputar dari mesin yang berguna untuk mentransmisikan daya. Dua atau lebih roda gigi yang bersinggungan dan bekerja bersama-sama disebut sebagai transmisi roda gigi, dan bisa menghasilkan keuntungan mekanis melalui rasio jumlah gigi. Rasio roda gigi yang tepat dapat memberikan keuntungan untuk menggerakkan baban yang berat menggunakan tenaga yang lebih kecil.

Dalam rancangan ini penulis menggunakan gigi reduksi berjenis *worm gear*. Roda gigi cacing (*worm gear*), merupakan hubungan antara gigi cacing (*worms*) sebagai poros penggerak, dengan roda cacing (*worm wheel*) sebagai poros yang digerakkan. Memiliki beberapa keunggulan yang tidak didapatkan pada roda gigi jenis lain, yaitu mampu memberikan gear rasio yang besar, serta mempunyai keistimewaan berupa fitur *self-locking*. *Self-locking* dapat didefinisikan sebagai ketidakmampuan roda cacing (*worm wheel*) untuk menggerakkan gigi cacing (*worms*), sehingga poros yang digerakkan tidak akan mampu untuk menggerakkan poros penggerak.

Perancangan Pemilihan Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan otak dari sistem kontrol. Berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan dapat diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, memproses *input* tersebut, dan kemudian menghasilkan *output* sesuai dengan yang diinginkan.

Mikrokontroler yang digunakan berjenis Arduino UNO, dikarenakan Arduino UNO menyediakan komunikasi langsung dengan modul RTC melalui komunikasi TWI, lebih fleksibel dalam bahasa pemrograman, serta harga yang relatif lebih murah dibanding jenis lain. Berikut spesifikasi teknis dari Arduino UNO:

Tabel Spesifikasi Auduino UNO

Mikrokontroler	Atmega328
Batas tegangan input	6-20 Volt
Tegangan disarankan	7-12 Volt
Tegangan kerja	5 Volt
Jumlah I/O Digital	14 pin (6 PWM)
Jumlah I/O Analog	6 pin
Arus	50 mA
Flash memory	32 KB
Bootloader	SRAM 2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan	16 MHz

Perancangan Pemilihan Modul RTC

Modul *Real Time Clock* (RTC) dapat menyediakan informasi waktu secara presisi mulai dari detik, menit, jam, tanggal, hari, bulan, dan tahun. Modul RTC dengan jenis DS3231 dapat langsung

dihubungkan dengan pin I2C (TWI) pada Arduino UNO. Selain itu RTC DS3231 juga dilengkapi dengan input baterai yang memungkinkan perangkat untuk mempertahankan waktu yang ada ketika catu daya utama terganggu. Kemampuan ini lah yang dimanfaatkan untuk pembuatan jadwal operasional gerbang yang akurat.

Perancangan Pemilihan Relay

Relay adalah Sakelar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik untuk menggerakkan kontak sakelar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh relay yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50mA, mampu menggerakkan kontak sakelar untuk menghantarkan listrik 220V 10A. Pemilihan relay ini dapat dilakukan dengan mempertimbangkan besar arus dan tegangan beban yang mengalir pada relay tersebut.

Perancangan Pemilihan Sensor Infrared

Sensor infrared adalah komponen elektronika yang dapat mengidentifikasi cahaya infra merah. Saat ini sensor infrared ini sering digunakan sebagai *proximity sensor* atau sensor jarak. Dalam pemilihan sensor infrared yang akan digunakan, harus mempertimbangkan beberapa hal diantaranya: tegangan kerja sensor, jarak deteksi sensor, serta cara penghubungan dengan mikrokontroler.

Dalam rancangan ini digunakan sensor infrared dengan tipe E18-D80NK. Hal ini dikarenakan sensor jenis ini dapat langsung terhubung dengan mikrokontroler Arduino UNO tanpa perangkat tambahan lain. Berikut spesifikasi sensor infrared E18-D80NK:

Tabel Spesifikasi Sensor Infrared E18-D80NK

Tegangan input	+5 VDC
Konsumsi arus	25mA ~ 100mA
Dimensi	1.7cm (diameter) x 4.5cm (panjang)
Jarak deteksi	3cm ~ 80cm
Temperatur Op.	-25°C ~ 55°C

Perancangan Pemilihan *Selector Key*

Selector key merupakan perangkat masukan yang dapat memberi sinyal input kepada mikrokontroler. *Selector key* ini akan aktif apabila dioperasikan dengan menggunakan anak kunci yang sesuai. Hal ini memungkinkan seseorang yang berwenang dapat mengoperasikan gerbang di luar jadwal yang telah ditentukan.

Perancangan Pemilihan Kabel Penghantar

Kabel listrik merupakan media yang dapat menghantarkan tenaga listrik dari sumber tenaga listrik ke peralatan yang menggunakan tenaga listrik, atau menghubungkan satu peralatan listrik ke peralatan listrik lainnya.

Dalam pemasangan kabel sebagai penghantar, perlu diperhatikan mengenai besar luas penampang kabel yang digunakan. Pemilihan luas penampang kabel harus mempertimbangkan Kemampuan Hantar Arus (KHA), dan Tegangan Jatuh (*drop voltage*) yang diperbolehkan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah Kerja Diagram Alir Penelitian

a. Studi Literatur

Studi Literatur ini dilakukan dengan melakukan studi data terhadap buku literatur, jurnal, artikel, serta pencarian di internet mengenai hal-hal yang berkaitan dengan rancangan otomatis gerbang.

b. Analisa Data dan Pengukuran Lapangan

Setelah dilakukan studi literatur dan didapat hasil pengukuran di lapangan, maka data yang telah didapat dianalisa untuk dilanjut ke tahap perancangan.

c. Perancangan

Perancangan ini merupakan gambaran sebelum rancang bangun, meliputi:

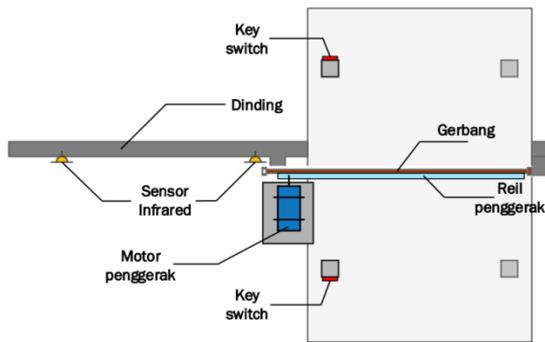
1. Mesin Penggerak
2. Gigi Reduksi
3. Pemilihan Mikrokontroler
4. Pemilihan Modul RTC
5. Pemilihan Relay
6. Pemilihan Sensor Infrared
7. Pemilihan *Selector Key*
8. Pemilihan Kabel Penghantar

d. Pembahasan

Setelah mendapat referensi-referensi serta gambaran bahan/komponen yang dibutuhkan dalam perencanaan gerbang otomatis, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan. Dari hasil perhitungan tersebut digunakan sebagai acuan menentukan spesifikasi bahan/komponen yang akan digunakan.

e. Gambar

Merupakan model rancangan otomatisasi gerbang yang akan diterapkan.



Gambar Rancangan Gerbang Otomatis

IV. PEMBAHASAN

Metode Perancangan

Dalam merancang gerbang otomatis, dilakukan beberapa analisa perhitungan. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan alat sesuai yang dibutuhkan.

Pene

tuan Torsi yang Dibutuhkan

Dari hasil pengukuran didapat gaya yang dibutuhkan untuk menggerakkan gerbang sebesar 40 Newton. Penulis menentukan gear penggerak gerbang dengan diameter kerja 6 cm ($r = 3\text{cm}$). Maka torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan gerbang dari keadaan diam dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$\tau = F \times r$$

$$\tau = 40 \times (3 \cdot 10^{-2}) = 1.2 \text{ N.m}$$

Keterangan :

- τ : torsi yang dibutuhkan (Nm)
- F : gaya yang dibutuhkan (N)
- r : panjang lengan / radius (m)

Maka didapat hasil torsi yang dibutuhkan sebesar 1.2 Newton meter.

Penentuan Motor Penggerak

Penulis menggunakan motor AC 1 fasa karena banyak terdapat dipasaran dan harga yang relatif terjangkau. Dalam kasus ini penulis menggunakan motor AC 1 fasa dengan spesifikasi sebagai berikut: tegangan kerja 220VAC/50Hz, daya motor 135 watt, jumlah kutub magnet sebanyak 4 kutub (2 pasang).

Dari spesifikasi motor yang telah dijelaskan, maka dapat dicari daya motor dan kecepatan putar motor sebagai berikut :

$$f = n \cdot Pole$$

$$n = \frac{f}{Pole} = \frac{50}{2} = 25 \text{ put/det}$$

Selanjutnya didapat torsi yang dihasilkan oleh motor melalui persamaan berikut:

$$P = 2\pi \cdot n \cdot \tau \rightarrow \tau = \frac{P}{2\pi \times n}$$

$$\tau = \frac{135}{2 \times 3.14 \times 25} = 0.85 \text{ N.m}$$

Keterangan:

- Pole : jumlah kutub pada motor
- f : frekuensi (Hz)
- n : jumlah putaran (put/det)
- P : daya motor (watt)
- V : tegangan (V)
- τ : torsi (N.m)

Penentuan Gigi Reduksi

Dengan penggunaan gear penggerak yang memiliki diameter kerja 6 cm ($6 \cdot 10^{-2}$ meter) didapat keliling sebesar 0.1884 meter, serta diketahui jarak perpindahan gerbang sejauh 3m, maka jumlah rotasi yang dibutuhkan gerbang untuk bekerja penuh dapat dicari dengan cara :

$$\text{jumlah put.} = \frac{\text{jarak perpindahan}}{\text{kel. gear penghubung}}$$

$$\text{jumlah put.} = \frac{3 \text{ m}}{0.1884 \text{ m}} = 15.92 \text{ put.}$$

Selanjutnya penulis melakukan pembulatan ke atas menjadi 16 putaran.

Dalam rancangan ini penulis menetapkan kecepatan gerak gerbang sebesar 0.11 m/s. Sehingga waktu yang dibutuhkan gerbang untuk bergerak dengan kecepatan 0.11 m/s melalui persamaan berikut :

$$v = \frac{s}{t} \rightarrow t = \frac{s}{v} = \frac{3 \text{ m}}{0.11 \text{ m/s}} = 25.6 \text{ sekon}$$

Dari hasil yang didapat maka untuk beroperasi gerbang harus melakukan 16rotasi dalam 26 detik. Dengan kata lain gerbang melakukan $\frac{60}{26} \times 16 = 36.92 \text{ rpm}$.

Rasio gigi reduksi yang dibutuhkan :

$$\text{Rasio gigi reduksi} = \frac{rpm_{input}}{rpm_{output}} = \frac{1500 \text{ rpm}}{36.92 \text{ rpm}} = \frac{40.62}{1}$$

Didapat rasio gigi reduksi sebesar 40:1.

Penentuan Relay yang Dibutuhkan

Berdasarkan spesifikasi pabrikan, motor listrik yang digunakan mempunyai daya 135 watt, tegangan 220 volt, dan faktor daya 0.8. Sehingga didapat arus untuk motor sebesar :

$$I_n = \frac{P}{V \times \text{Cos}\theta} = \frac{135}{220 \times 0.8} = 0.76 \text{ Ampere}$$

Ket : I_n = Arus nominal (Ampere)

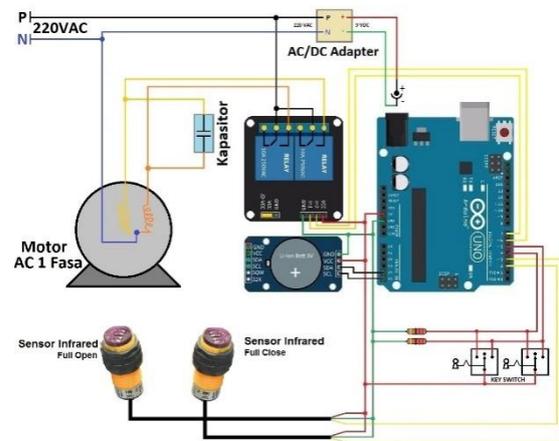
P = Daya motor (Watt)

$\text{Cos } \theta$ = Faktor daya

Selanjutnya dihitung arus starting motor ± 7 kali arus nominal, yaitu sebesar $0.76 \times 7 = 5.32$ Ampere. Sehingga penulis menggunakan relay modular yang dapat melayani beban hingga 10 Ampere.

Pembuatan Rangkaian Kontrol

Rangkaian kontrol dibutuhkan agar sistem kontrol dapat berjalan dengan semestinya. Dalam pembuatan rangkaian kontrol, penulis menggunakan papan PCB untuk menghubungkan mikrokontroler, modul RTC, dan modul Relay. Sedangkan *selector key* dan sensor infrared dihubungkan menggunakan kabel tambahan. Hubungkan masing-masing komponen seperti gambar berikut :



Gambar Rangkaian Kontrol yang Dibutuhkan

Penentuan Kabel yang Digunakan

Hal yang harus diperhatikan dalam penentuan kabel yang digunakan adalah seberapa besar penghantar kabel tersebut. Untuk menentukan besar penampang kabel yang digunakan, dapat dicari menggunakan perhitungan berikut:

$$\phi = \frac{L \times \rho \times I \times 2}{V_r}$$

Keterangan :

ϕ : Luas penampang kabel (mm^2)

L : Panjang penghantar yang digunakan (m)

ρ : Massa jenis penghantar (0.0167 untuk tembaga)

I : Arus yang mengalir (Ampere)

V_r : Tegangan jatuh / Voltage drop dari sumber (Volt)

Dari hasil pengukuran dan perhitungan didapat beberapa data diantaranya : panjang kabel yang dibutuhkan sepanjang 25 meter, arus maksimum yang mengalir sebesar 6.32 Ampere (penjumlahan antara arus *starting* motordengan arus AC-DC adapter), dan tegangan jatuh yang diperbolehkan 5% yaitu sebesar 11 Volt. Perhitungan besar penampang yang digunakan dapat dicari:

$$\varphi = \frac{25 \times 0.0167 \times 6.32 \times 2}{11} = 0.4797 \text{ mm}^2$$

Menurut PUIL ditentukan besar KHA sebesar 125% dari arus nominal. Sehingga KHA dari rancangan yang penulis buat dapat dicari dengan rumus $KHA = 125\% \times In$. Dimana In rancangan ini merupakan arus maksimum yang mengalir pada penghantar, yaitu sebesar 6.32A. $KHA = 125\% \times 6.32 = 7.9 \text{ Ampere}$.

Dari hasil perhitungan ukuran kabel berdasarkan prinsip tegangan jatuh / voltage drop (0.4797 mm^2), dan hasil KHA yang didapat (7.9A), selanjutnya kedua hasil tersebut dibandingkan dengan merujuk pada tabel kuat arus pada PUIL 2011 seperti dibawah ini.

Tabel 7.3-4 KHA terus menerus yang diperbolehkan untuk kabel instalasi berinsulasi dan berselubung PVC, serta kabel fleksibel dengan voltase pengenal 230/400 (300) volt dan 300/500 (400) volt pada suhu ambient 30 °C, dengan suhu konduktor maksimum 70 °C

Jenis kabel	Luas penampang mm ²	KHA terus menerus	KHA pengenal gawai proteksi
		A	A
1	2	3	4
	1,5	18	10
	2,5	26	20
	4	34	25
	6	44	35
NYIF	10	61	50
NYIFY	16	82	63
NYPLYw			
NYM/NYM-0	25	108	80
NYRAMZ	35	135	100
NYRUZY	50	168	125
NYRUZYr			
NHYRUZYr	70	207	160
NHYRUZYr	95	250	200
NYBUY	120	292	250
NYLRZY, dan Kabel fleksibel berinsulasi PVC	150	335	250
	185	382	315
	240	453	400
	300	504	400
	400	-	-
	500	-	-

Tabel Kuat Arus berdasarkan PUIL 2011

Tabel kuat arus dengan luas penampang 1.5 mm^2 menizinkan untuk dialiri KHA sebesar 18A, sedangkan KHA dalam perhitungan rancangan ini hanya 7.9A. Maka ukuran kabel dengan luas penampang 1.5 mm^2 dapat digunakan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pemaparan dan perhitungan pengaplikasian otomatisasi gerbang yang telah dilakukan, maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaplikasian otomatisasi pada gerbang penghubung ini dapat dijadikan pemecahan masalah terhadap jadwal buka-tutup gerbang yang tidak tepat.
2. Rancangan otomatisasi gerbang yang dimaksud dapat dioperasikan diluar jadwal yang ada dengan menggunakan *selector key* oleh orang yang berwenang.

3. Torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan gerbang sebesar 1.2 N.m.
4. Torsi yang dihasilkan oleh motor penggerak sebesar 0.85 N.m.
5. Rasio gigi reduksi sebesar 40:1.
6. Relay modular yang digunakan berkapasitas 10A.
7. Kabel penghantar yang digunakan memiliki luas penampang sebesar 1.5mm^2 .

3. Sutarno. (2013). Fisika Untuk Universitas. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Adapun saran dalam pengaplikasian otomatisasi gerbang ini antara lain :

1. Perawatan berkala berupa pembersihan dan pelumasan pada rel dan roda pintu gerbang.
2. Perawatan berkala berupa pembersihan dan pelumasan pada gigi penggerak dan relnya.
3. Perawatan berkala berupa pelumasan jalur pelepasan kopling penghubung.
4. Perawatan berkala berupa pelumasan pada bearing penyangga gerbang.
5. Bila dikehendaki dibuat sistem pelepasan kopling yang lebih baik.
6. Untuk pengembangan selanjutnya lebih baik ditambahkan suatu sistem pengaman motor listrik yang dapat memutus supply ketika motor tidak dapat berputar akibat terhalang oleh benda asing.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kadir, Abdul. (2013). PanduanPraktisMempelajariAplikasi MikrokontrolerdanPemrogramannyaM enggunakan Arduino. Yogyakarta:Andi.
2. Watkins, A.J., & Parton, R.K. (2005). Perhitungan Instalasi Listrik. Jakarta : Erlangga.