

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

Berikut merupakan hasil dari rancang bangun yang sudah dilakukan. Pintu garasi otomatis secara keseluruhan memiliki ukuran dengan panjang 2,65 meter, lebar 3,44 meter, dan tinggi 2,2 meter.



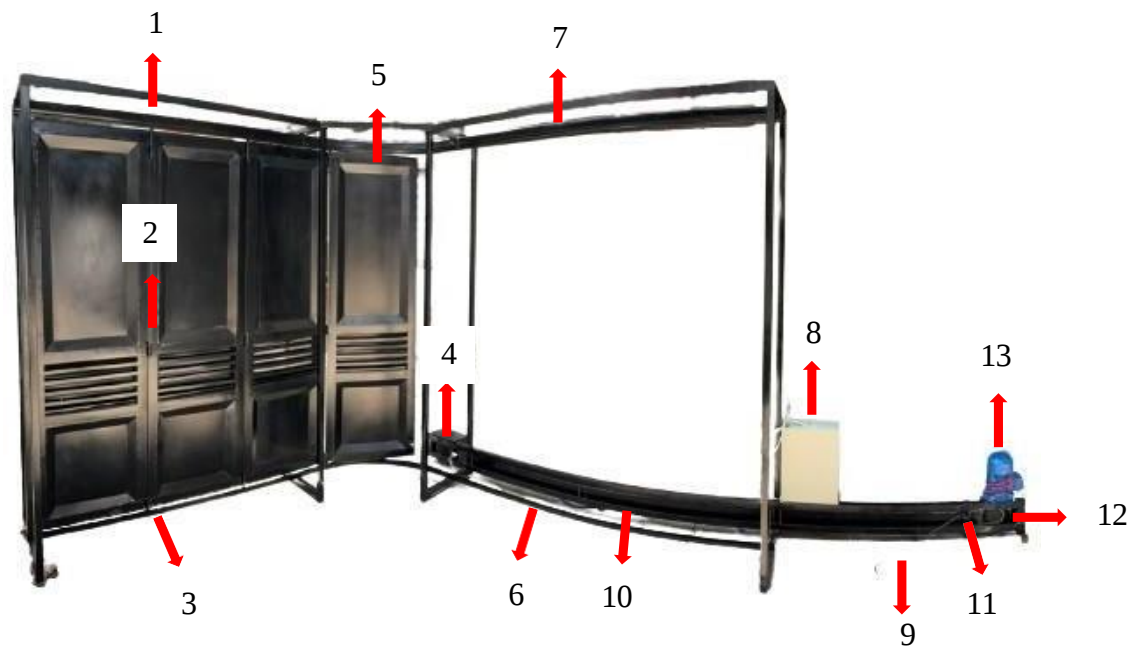
Gambar 4. 1 Pintu garasi otomatis *sliding corner*

Tabel 4. 1 Spesifikasi Pintu Garasi Otomatis

Bagian	Komponen	Spesifikasi
Sistem Transmisi	Motor + Gerbox wormgear NMRV	AC 3 Phase 0,5 Hp rasio 1:30
	Sprocket 1	Z 16 RS 50
	Shaft Dia 30	S35C
	Sprocket 1	Z 23 RS 50
	Pengait	S35C
	Rantai	RS 50
	Bearing	Bearing fillow block UCF 206 Dia 30 mm

Bagian	Komponen	Spesifikasi
Komponen Statis	Pasak	S45C
	Pintu	Besi hollow 4x6 dan Plat 1,2 mm
	Rel Atas dan Bawah	Material galvanis
	Roda Atas	Haski kupu
	Panel Box	30x40 cm
	Rangka	Besi hollow 4x6

Berikut gambar dan komponen pintu garasi otomatis yang sudah dilakukan rancang bangun



Gambar 4. 2 Bagian - bagian pintu garasi otomatis

Tabel 4. 2 Keterangan komponen

No	Komponen
1	Roda kupu pintu atas
2	Engsel Tengah
3	Roda bawah pintu
4	Sprocket Z23
5	Daun pintu
6	Rel bawah
7	Rel atas
8	Panel box
9	Pengait pintu
10	Rantai
11	Pengait rantai
12	Sprocket z16
13	Motor + Gearbox NmrV

Cara kerja mesin ini dimulai dengan menekan tombol buka, yang akan menyebabkan motor bergerak searah jarum jam dan mentransmisikan gerakan *sprocket* dan rantai untuk menggerakkan pengait pintu yang terhubung dengan rantai. Pengait pintu ini bertindak sebagai pengait pintu dan bergerak menuju titik limit switch. Setelah mencapai titik *limit switch*, motor akan berhenti. Ketika tombol tutup ditekan, gerakan pengait pintu akan berbalik arah menuju titik limit switch yang berlawanan, sehingga pintu tertutup secara otomatis.

4.2 Pengujian Pintu Garasi Otomatis

Pada pengujian ini, rangkaian pintu garasi otomatis sudah terpasang dan siap untuk dioperasikan. Dengan melakukan pengujian keseluruhan ini kita bisa mengetahui kelebihan dan kekurangan dari pintu garasi otomatis ini. Adapun tujuan

dari pengujian ini adalah apakah pintu garasi otomatis bekerja dengan baik dan benar sesuai dengan yang kita harapkan.

4.3 Pengujian Program *Remote* Dan *Sensor Safety*

Pengujian program *remote* dan sensor *safety* adalah data yang didapatkan pada saat *push button remote* di tekan oleh pengguna pintu garasi. Data gambar di bawah merupakan data pengujian sistem kendali *remote*

- *Remote* kontrol untuk speed dari VFD
- 1. Code diawali dengan definisi penggunaan pin dan pengambilan library untuk penggunaan lora

```
#include "LoRa_E220.h"
#include <SoftwareSerial.h>

#define ENABLE_RSSI true
#define btnA 3
#define btnB 7
```

Gambar 4. 3 Coding library pin

2. Definisi parameter pada komunikasi lora dan parameter untuk pesan yang akan dikirim dengan lora

```
/// < Algoritma LoRa E220 > ///
SoftwareSerial mySerial(4, 5);
LoRa_E220 e220ttl(&mySerial);

/// < Parameter state kondisi rev dan start > ///
String stateStart = "0";
String stateStop = "0";
```

Gambar 4. 4 Coding kendali untuk lora

3. Code arduino dimulai dengan memulai setup untuk mendefinisikan pin yang dipakai untuk *push button* dan juga memulai komunikasi dengan lora

```

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  delay(500);

  e220ttl.begin();

  pinMode(btnA, INPUT_PULLUP);
  pinMode(btnB, INPUT_PULLUP);
}

```

Gambar 4. 5 Coding setup *push button remote*

4. Code arduino yang akan mengirimkan perintah start jika *push button* kanan pada *remote* ditekan

```

/// < Pembacaan Button A > ///
int A = digitalRead(btnA);
if(A == LOW){
  stateStart = "start";
  sendMessage(stateStart + ";");
}

```

Gambar 4. 6 Coding *push button* kanan saat ditekan

5. Code arduino yang akan mengirimkan perintah stop jika *push button* kiri pada *remote* ditekan

```

/// < Pembacaan Button B > ///
int B = digitalRead(btnB);
if(B == LOW){
  stateStop = "stop";
  sendMessage(stateStop + ";");
}

```

Gambar 4. 7 Coding *push button* kiri saat ditekan

6. Function untuk memberikan perintah kepada lora untuk mengirimkan pesan dari *push button*

```
/// < Send Message > ///  
void sendMessage(String _data_){  
    ResponseStatus rsT = e220ttl.sendMessage(_data_); /// pengiriman data  
    Serial.println(_data_);  
    Serial.println(rsT.getResponseDescription());  
}
```

Gambar 4. 8 Coding mengirim pesan dari lora ke mikrokontroler

- Rangkaian Kontrol VFD Box Pannel
- 1. Melakukan pemanggilan library dan penetapan penggunaan pin pada proyek:
 - Pin 4 = relay start
 - Pin 11 = relay reverse
 - Pin 5 = speed control VFD
 - Pin 7 = sensor trigger
 - Pin 6 = sensor echo
 - Pin 8 = limit switch front
 - Pin 9 = limit switch back

```

#include "LoRa_E220.h"
#include <SoftwareSerial.h>
#include <ezButton.h>

#define ENABLE_RSSI true
#define RlStart 4
#define RlRev 11
#define ControlVFD 5
#define trigPin 7
#define echoPin 6

ezButton LsFront(8);
ezButton LsBack(9);

```

Gambar 3. 54 Library pin

2. Mendefinisikan parameter pada lora dan variabel yang akan digunakan pada proyek

```

SoftwareSerial mySerial(2, 3);
LoRa_E220 e220ttl(&mySerial);
String dataCom, dataComPrev;
String prevState = "buka";
bool stateRev;
long duration, cm;

```

Gambar 3. 55 Coding parameter lora

3. Memulai komunikasi dengan lora dan mendefinisikan pin yang digunakan dan mode pada pin

```
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  delay(500);

  e220ttl.begin();

  pinMode(RlStart, OUTPUT);
  pinMode(RlRev, OUTPUT);
  pinMode(ControlVFD, OUTPUT);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);

  digitalWrite(RlStart, HIGH);
  digitalWrite(RlRev, HIGH);
  digitalWrite(ControlVFD, HIGH);

  LsFront.setDebounceTime(50);
  LsBack.setDebounceTime(50);
}
```

Gambar 3. 56 Coding lora untuk mendefinisikan pin yang dipakai

4. Memulai pembacaan dari limit swith:

```
LsFront.loop();
LsBack.loop();
```

Gambar 3. 57 Coding pembacaan *limit switch*

5. Membaca jarak dari sensor jarak

```
digitalWrite(trigPin, LOW);  
delayMicroseconds(5);  
digitalWrite(trigPin, HIGH);  
delayMicroseconds(10);  
digitalWrite(trigPin, LOW);  
  
pinMode(echoPin, INPUT);  
duration = pulseIn(echoPin, LOW);  
cm = (duration/2) / 29.1;  
Serial.println(cm);
```

Gambar 3. 58 Coding pembacaan sensor *safety*

6. Jika jarak kurang dari 50 cm dan state dalam kondisi buka maka akan diberikan perintah mati dengan menghidupkan relay stop

```
if(cm < 50 && prevState == "buka"){  
    digitalWrite(R1Start, HIGH);  
    Serial.println("Kondisi stop");  
}...
```

Gambar 3. 59 Coding pengatur jarak sensor *safety*

4.4 Pengujian *Remote Control*

4.4.1 Pengujian Sistem Kendali *Remote Control*

Pengujian sistem kendali *remote* bertujuan untuk mengetahui kesesuaian perintah yang dilakukan dengan cara menekan *Push button* sesuai Perintah yang diinginkan. Berikut ini adalah hasil uji coba menggerakkan pintu garasi menggunakan sistem kendali *remote*.

Tabel 4. 3 Uji coba *remote control*

No	Sistem Kendali <i>Remote</i>	Motor AC Bergerak Arah Jarum Jam	Motor AC Bergerak Berawanan Arah Jarum Jam
1	<i>Push button A</i>	✓	✓
2	<i>Push button B</i>	-	-

Pengujian ini dianggap berhasil karena fungsi *push button A* adalah untuk menggerakkan sementara fungsi *push button B* untuk menghentikan.

4.4.2. Pengujian Jangkauan *Remote*

Pengujian jangkauan sensor adalah pengujian dengan cara menguji *remote* dengan *receiver* yang akan menerima perintah untuk menggerakkan pintu garasi agar melakukan pembukaan maupun penutupan pintu garasi, pada saat pengujian ini *remote* diuji dengan posisi berada di dalam mobil dengan posisi kaca mobil terbuka dan tertutup dengan jarak yang ditentukan sampai tidak dapat merespon perintah *remote* yang diberikan.

Tabel 4. 4 Pengujian jangkauan remote control posisi dalam mobil kaca terbuka

No	Jarak	Hasil	
		Bisa	Tidak
1	1 m	✓	-
2	2 m	✓	-
3	3 m	✓	-
4	4 m	✓	-
5	5 m	✓	-
6	6 m	✓	-
7	7 m	✓	-
8	8 m	✓	-
9	9 m	✓	-
10	10 m	✓	-
11	11 m	✓	-
12	12 m	✓	-
13	13 m	✓	-
14	14 m	✓	-
15	15 m	✓	-
16	16 m	✓	-
17	17 m	✓	-
18	18 m	✓	-
19	19 m	✓	-
20	20 m	✓	-
21	21 m	✓	-
22	22 m	✓	-
23	23 m	✓	-
24	24 m	✓	-
25	25 m	✓	-

Pengujian ini dianggap berhasil ketika *remote* ditekan dengan jarak tertentu dan akan menerima perintah untuk membuka dan menutup pintu garasi tersebut dengan jangkauan 25 m dengan posisi kaca mobil terbuka.

Tabel 4. 5 Percobaan Jangkauan *Remote Control* Dalam Mobil Kaca Tertutup

No	Jarak	Hasil	
		Bisa	Tidak
1	1 m	✓	-
2	2 m	✓	-
3	3 m	✓	-
4	4 m	✓	-
5	5 m	✓	-
6	6 m	✓	-
7	7 m	✓	-
8	8 m	✓	-
9	9 m	✓	-
10	10 m	✓	-
11	11 m	✓	-
12	12 m	✓	-
13	13 m	✓	-
14	14 m	✓	-
15	15 m	✓	-
16	16 m	✓	-
17	17 m	✓	-
18	18 m	✓	-
19	19 m	✓	-
20	20 m	✓	-
21	21 m	✓	-
22	22 m	✓	-
23	23 m	✓	-
24	24 m	-	×
25	25 m	-	×

Pengujian ini dianggap berhasil ketika *remote* ditekan dengan jarak tertentu dan akan menerima perintah untuk membuka dan menutup pintu garasi tersebut. Dengan jangkauan tidak melebihi 23 m dengan posisi kaca mobil tertutup.

4.5 Pengujian *Sensor Safety*

Pengujian *Sensor Safety* adalah pengujian dengan cara menghalangi sensor yang berada di ujung pintu untuk kondisi pintu menutup. Penempatan sensor ditaruh di ujung sejajar dengan tiang penutup dan sensor disetting untuk mendeteksi barang atau manusia yang menghalangi pintu dengan jarak 20 – 50 cm.

Tabel 4. 6 Uji coba sensor *safety*

No	Jarak	Objek	Ultrasonik	Kondisi Pintu Garasi	Keterangan
1	20	Ada	Terdeteksi	Pintu berhenti	Berhasil
		Tidak	Tidak terdeteksi	Pintu tidak berhenti	Berhasil
2	35	Ada	Terdeteksi	Pintu berhenti	Berhasil
		Tidak	Tidak terdeteksi	Pintu tidak berhenti	Berhasil
3	50	Ada	Terdeteksi	Pintu berhenti	Berhasil
		Tidak	Tidak terdeteksi	Pintu tidak berhenti	Berhasil

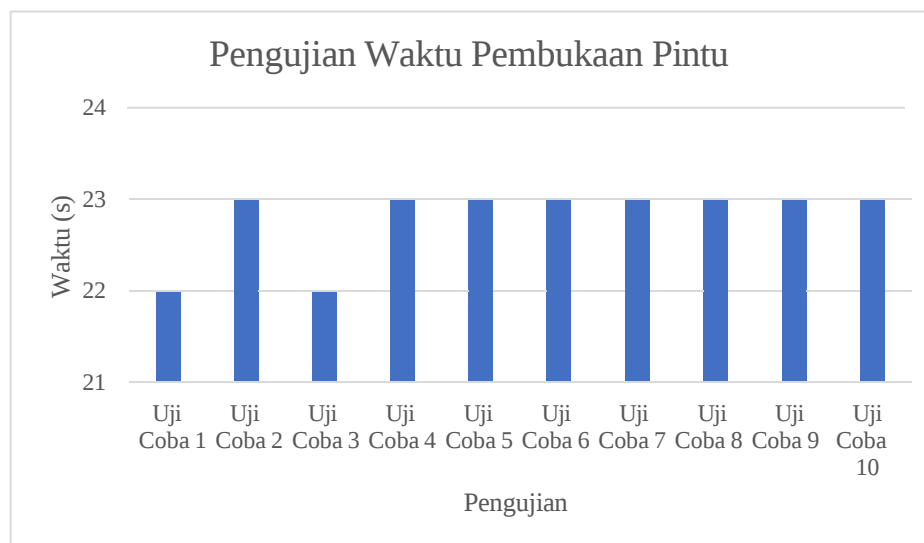
Pengujian dianggap berhasil karena pintu berhenti saat bergerak menutup ketika ada yang menghalangi dan pintu berhasil menutup ketika tidak ada yang menghalangi.

4.6 Pengujian Waktu

Pengujian Waktu saat menggunakan mesin Pintu garasi otomatis dilakukan saat kondisi menutup dan membuka percobaan dilakukan dengan menvideokan saat kedua proses tersebut berlangsung.

Tabel 4. 7 Pengujian waktu pada saat pembukaan

No	Waktu (s)
1	22
2	23
3	22
4	23
5	23
6	23
7	23
8	23
9	23
10	23



Gambar 4. 9 Grafik waktu pembukaan pintu

Perhitungan Standar Deviasi Waktu Pembukaan Pintu

Tabel 4. 8 Mean dan varians waktu pembukaan

	Waktu Pembukaan Pintu (Xi)	(Xi - Mean) ²
	22	0.64
	23	0.04
	22	0.64
	23	0.04
	23	0.04
	23	0.04
	23	0.04
	23	0.04
	23	0.04
	23	0.04
Total	228	1.6

$$\begin{aligned} \text{Mean} &= \frac{228}{10} \\ &= 22.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Varians} &= \frac{1.6}{10 - 1} \\ &= 0.17777 \end{aligned}$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{0.17777} = 0.421 \text{ s}$$

Standar Deviasi sebesar 0.42 s menunjukkan bahwa variasi atau penyebaran data waktu pembukaan (t) disekitar rata-ratanya cukup kecil. Ini berarti nilai-nilai waktu pembukaan cenderung berdekatan dengan rata-rata (22.8 s), menunjukkan konsistensi dalam pengukuran waktu.

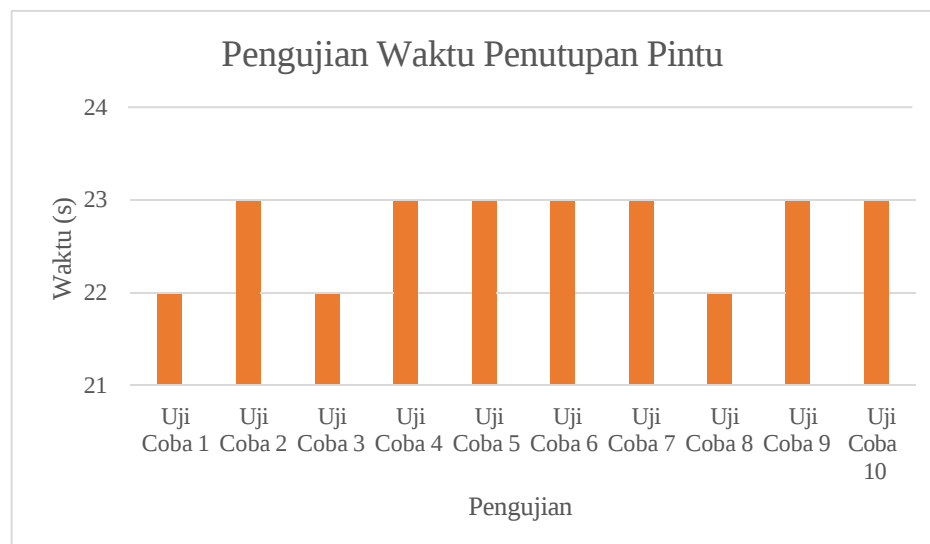
$$\text{Standar Error} = \frac{0.42162}{\sqrt{10}} = 0.133 \text{ s}$$

Standard Error sebesar 0.133 s ini menunjukkan bahwa rata-rata waktu pembukaan yang diperoleh dari sampel memiliki tingkat ketidakpastian yang rendah ketika digunakan untuk memperkirakan rata-rata populasi yang lebih luas. Semakin kecil

nilai SE, semakin tinggi akurasi estimasi rata-rata sampel terhadap rata-rata populasi. Oleh karena itu, hasil ini mengindikasikan bahwa pengukuran waktu pembukaan pintu otomatis dapat dianggap stabil dan dapat diandalkan.

Tabel 4. 9 Pengujian waktu pada saat menutup

No	Waktu (s)
1	22
2	23
3	22
4	23
5	23
6	23
7	23
8	22
9	23
10	23



Gambar 4. 10 Grafik waktu penutupan pintu

Perhitungan Standar deviasi waktu penutupan pintu

Tabel mean dan varians waktu penutupan		
	Waktu Penutupan Pintu (Xi)	(Xi - Mean) ²
	22	0.49
	23	0.09
	22	0.49
	23	0.09
	23	0.09
	23	0.09
	23	0.09
	22	0.49
	23	0.09
	23	0.09
Total	227	2.1

$$Mean = \frac{227}{10}$$

$$= 22,7$$

$$Varians = \frac{2.1}{10 - 1}$$

$$= 0.233 \text{ s}$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{0.23333} = 0.483 \text{ s}$$

Standar Deviasi sebesar 0.483 s menunjukkan bahwa variasi atau penyebaran data waktu penutupan (t) disekitar rata-ratanya cukup kecil. Ini berarti bahwa nilai-nilai waktu penutupan cenderung berdekatan dengan rata-rata (22.7 s), menunjukkan konsistensi dalam pengukuran waktu.

$$\text{Standar Error} = \frac{0.48304}{\sqrt{10}} = 0.152 \text{ s}$$

Standard Error sebesar 0.152 s menunjukkan bahwa rata-rata waktu penutupan yang dihitung dari sampel memiliki ketidakpastian yang kecil jika digunakan untuk

memperkirakan rata-rata populasi yang lebih besar. Semakin kecil SE, semakin akurat estimasi rata-rata sampel terhadap rata-rata populasi.

Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan, kecepatan dapat diketahui dengan sebelumnya mengetahui bahwa jarak rel dari roda paling depan sampai ke rel paling akhir sejauh 3 meter dengan kondisi actual posisi roda di pojok daun pintu paling awal dari arah pengait.

Untuk Kondisi membuka

$$v = \frac{s}{t}$$

$$v = \frac{3 \text{ m}}{22,8 \text{ s}}$$

$$v = 0,13 \text{ m/s}$$

Untuk kondisi menutup

$$v = \frac{s}{t}$$

$$v = \frac{3 \text{ m}}{22,7 \text{ s}}$$

$$v = 0,13 \text{ m/s}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, mesin pintu garasi otomatis mampu berjalan untuk membuka dan menutup dengan kecepatan 0,13 m/s.

4.7 Pengukuran Tegangan

Pengukuran tegangan dilakukan dengan menggunakan tangmeter yang mengelilingi kabel pada motor, dan prosesnya direkam menggunakan handphone. Hasilnya berupa grafik yang menunjukkan hubungan antara waktu dan kecepatan. Nilai kecepatan tersebut kemudian dikonversi menjadi jarak dan dibandingkan dengan nilai tegangan.

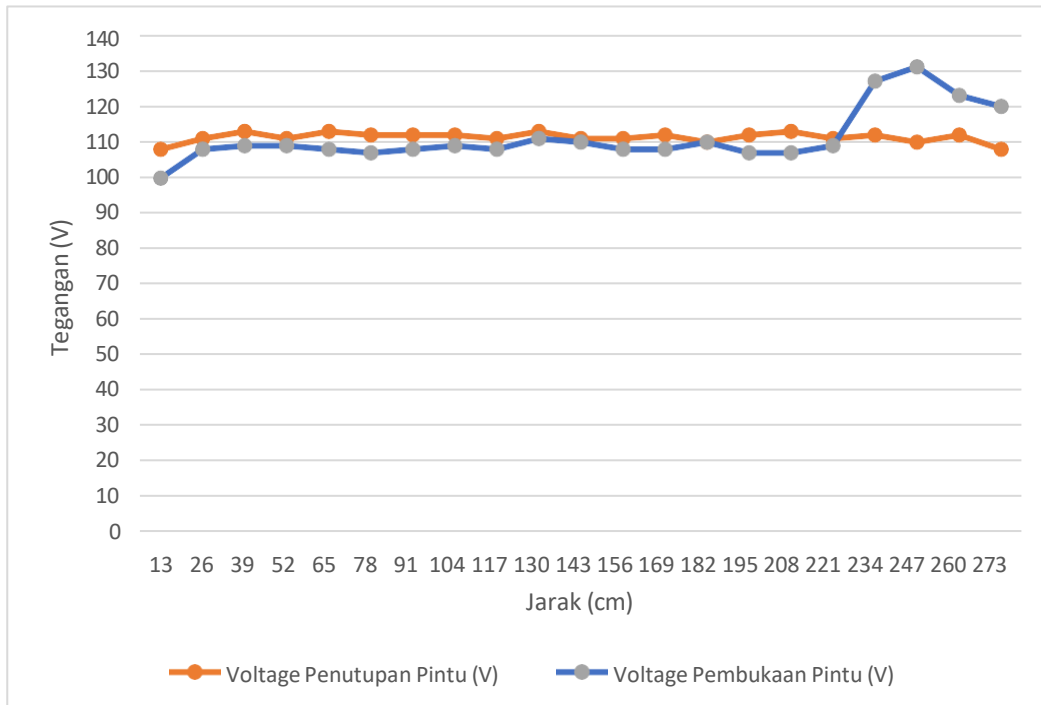


Gambar 4. 11 Proses pengukuran tegangan

Berikut adalah tabel dan grafik hasil pengukuran tersebut.

Tabel 4. 10 Hasil pengukuran tegangan

Kecepatan (m/s)	Detik (s)	Jarak (cm)	Tegangan Penutupan Pintu (V)			Tegangan Pembukaan Pintu (V)		
			R	S	T	R	S	T
0,13	1	13	109	107	108	102	99	100
0,13	2	26	112	110	111	109	107	108
0,13	3	39	114	112	113	110	108	109
0,13	4	52	112	109	111	110	108	109
0,13	5	65	114	112	113	109	107	108
0,13	6	78	113	111	112	108	106	107
0,13	7	91	113	111	112	109	107	108
0,13	8	104	113	111	112	110	108	109
0,13	9	117	112	110	111	109	107	108
0,13	10	130	114	112	113	112	110	111
0,13	11	143	112	110	111	111	109	110
0,13	12	156	112	110	111	109	107	108
0,13	13	169	113	111	112	109	107	108
0,13	14	182	111	109	110	111	109	110
0,13	15	195	113	111	112	108	106	107
0,13	16	208	114	112	113	108	106	107
0,13	17	221	112	110	111	110	108	109
0,13	18	234	113	111	112	128	126	127
0,13	19	247	111	109	110	132	130	131
0,13	20	260	113	111	112	124	121	123
0,13	21	273	109	107	108	121	119	120



Gambar 4. 12 Grafik perbandingan nilai tegangan saat pembukaan dan penutupan

Pada hasil grafik di atas dapat di tarik kesimpulan untuk nilai tegangan saat proses pembukaan memiliki nilai yang lebih tinggi karena proses tersebut berkaitan dengan pengait yang berkontak langsung saat awal sehingga dari jarak awal nampak mempunyai nilai yang kecil namun di akhir meningkat karena pembebanan yang semakin besar karena pengaruh dari massa daun pintu yang melewati rel tikung. Sedangkan pada saat proses penutupan memiliki nilai yang relatif sama dari awal sampai ahir karena gaya dorong yang dibawa oleh pengait memiliki keefektifan lebih terhadap penutupan pintu.

- Standar Deviasi dan Standar Error

Perhitungan Standar Deviasi Tegangan Pembukaan Pintu

Tabel 4. 11 Mean dan varians tegangan pembukaan

<u>Tegangan Pembukaan Pintu (Xi)</u>	<u>(Xi - Mean)²</u>
100	127,24
108	10,76
109	5,20
109	5,20
108	10,76
107	18,32
108	10,76
109	5,20
108	10,76
111	0,08
110	1,64
108	10,76
108	10,76
110	1,64
107	18,32
107	18,32
109	5,20
127	247,12
131	388,88
123	137,36
120	76,04
<u>Total</u>	<u>2337</u>
	<u>1120,29</u>

$$Mean = \frac{2337}{21}$$

$$= 111,28$$

$$Varians = \frac{1120,29}{21 - 1}$$

$$= 56,015$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{56,015} \approx 7,07 \text{ V}$$

Standar Deviasi sebesar 7,07 V menunjukkan bahwa variasi atau penyebaran data Tegangan Penutupan (V) disekitar rata-ratanya cukup kecil. Ini berarti bahwa nilai-nilai tegangan penutupan cenderung berdekatan dengan rata-rata (111,28 V), menunjukkan konsistensi dalam pengukuran tegangan.

$$\begin{aligned}
 SE &= \frac{7,07}{\sqrt{21}} \\
 &= \frac{7,07\text{ds}}{4,582} \\
 &= 1,54 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Standard Error sebesar 1,54 V menunjukkan bahwa rata-rata tegangan penutupan yang dihitung dari sampel memiliki ketidakpastian yang kecil jika digunakan untuk memperkirakan rata-rata populasi yang lebih besar. Semakin kecil SE, semakin akurat estimasi rata-rata sampel terhadap rata-rata populasi.

Perhitungan Standar Deviasi Tegangan Penutupan Pintu

Tabel 4. 12 Mean dan varians tegangan penutupan

Tegangan Penutupan Pintu (Xi)	(Xi - Mean) ²
108	10,89
111	0,09
113	2,89
111	0,09
113	2,89
112	0,49
112	0,49
112	0,49
111	0,09
113	2,89
111	0,09
111	0,09
112	0,49
110	1,69
112	0,49
113	2,89
111	0,09
112	0,49
110	1,69
112	0,49
108	10,89
Total 2338	40,69

$$Mean = \frac{2338}{21}$$

$$= 111,3$$

$$Varians = \frac{40,69}{21 - 1}$$

$$= 2,03$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{2,03} \approx 1,43 \text{ s}$$

Standar Deviasi sebesar 1,43 V menunjukkan bahwa variasi atau penyebaran data

Tegangan Penutupan (V) disekitar rata-ratanya cukup kecil. Ini berarti bahwa nilai-

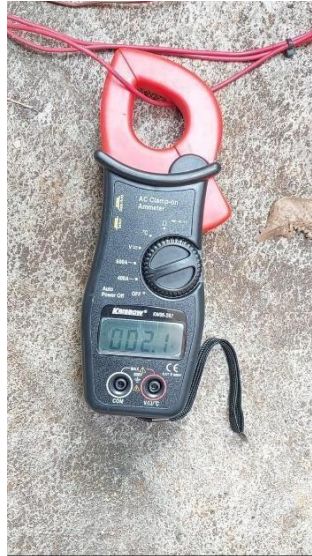
nilai tegangan penutupan cenderung berdekatan dengan rata-rata (111,3 V), menunjukkan konsistensi dalam pengukuran tegangan.

$$\begin{aligned} SE &= \frac{1,43}{\sqrt{21}} \\ &= \frac{1,43}{4,582} \\ &= 0,312 \text{ V} \end{aligned}$$

Standard Error sebesar 0,312 V menunjukkan bahwa rata-rata tegangan penutupan yang dihitung dari sampel memiliki ketidakpastian yang kecil jika digunakan untuk memperkirakan rata-rata populasi yang lebih besar. Semakin kecil SE, semakin akurat estimasi rata-rata sampel terhadap rata-rata populasi.

4.8 Pengukuran Arus

Pengujian arus dilakukan dengan menggunakan tangmeter yang mengelilingi kabel pada motor, dan prosesnya direkam menggunakan handphone. Hasilnya berupa grafik yang menunjukkan hubungan antara waktu dan kecepatan. Nilai kecepatan tersebut kemudian dikonversi menjadi jarak dan dibandingkan dengan nilai arus. Berikut adalah grafik hasil pengujian tersebut.

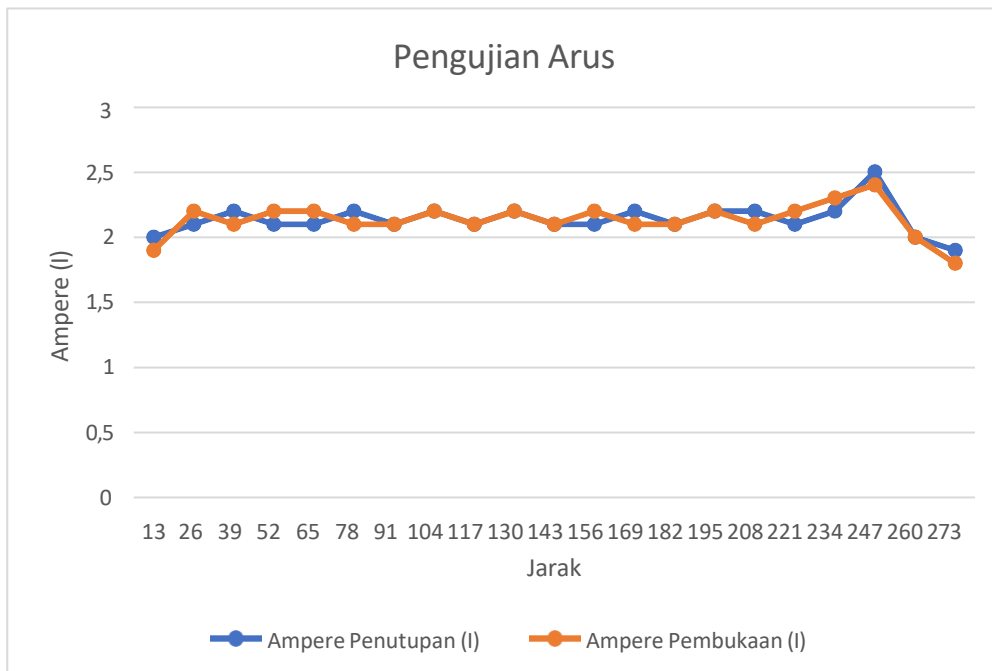


Gambar 4. 13 Proses pengukuran arus

Berikut adalah tabel dan grafik hasil pengukuran tersebut.

Tabel 4. 13 Hasil pengukuran arus

Kecepatan (m/s)	Detik (s)	Jarak (cm)	Arus Penutupan (I)			Arus Pembukaan (I)		
			R	S	T	R	S	T
0,13	1	13	2,1	1,9	2	2	1,7	1,9
0,13	2	26	2,2	2	2,1	2,3	2,1	2,2
0,13	3	39	2,3	2,1	2,2	2,2	2	2,1
0,13	4	52	2,2	2	2,1	2,3	2,1	2,2
0,13	5	65	2,2	2	2,1	2,3	2,1	2,2
0,13	6	78	2,3	2,1	2,2	2,2	2	2,1
0,13	7	91	2,2	2	2,1	2,2	2	2,1
0,13	8	104	2,3	2,1	2,2	2,3	2,1	2,2
0,13	9	117	2,2	2	2,1	2,2	2	2,1
0,13	10	130	2,3	2,1	2,2	2,3	2,1	2,2
0,13	11	143	2,2	2	2,1	2,2	2	2,1
0,13	12	156	2,2	2	2,1	2,3	2,1	2,2
0,13	13	169	2,3	2,1	2,2	2,2	2	2,1
0,13	14	182	2,2	2	2,1	2,2	2	2,1
0,13	15	195	2,3	2,1	2,2	2,3	2,1	2,2
0,13	16	208	2,3	2,1	2,2	2,2	2	2,1
0,13	17	221	2,2	2	2,1	2,3	2,1	2,2
0,13	18	234	2,3	2,1	2,2	2,4	2,2	2,3
0,13	19	247	2,6	2,4	2,5	2,5	2,3	2,4
0,13	20	260	2,1	1,9	2	2,1	1,9	2
0,13	21	273	2	1,8	1,9	1,9	1,7	1,8



Gambar 4. 14 Grafik hasil pengujian arus

Pada hasil grafik pengukuran arus nilai yang di hasilkan relatif sama yang mengartikan arus listrik yang masuk stabil.

Perhitungan Standar Deviasi Arus Pembukaan Pintu

Tabel 4. 14 Mean dan varians arus pembukaan pintu

Arus Pembukaan Pintu (Xi)	(Xi - Mean) ²
1.9	0.0529
2.2	0.0049
2.1	0.0009
2.2	0.0049
2.2	0.0049
2.1	0.0009
2.1	0.0009
2.2	0.0049
2.1	0.0009
2.2	0.0049
2.1	0.0009
2.2	0.0049
2.1	0.0009
2.1	0.0009
2.2	0.0049
2.1	0.0009
2.2	0.0049
2.3	0.0289
2.4	0.0729
2	0.0169
1.8	0.1089
Total	44.8
	0.3269

$$Mean = \frac{44.8}{21}$$

$$= 2,133$$

$$Varians = \frac{0.3269}{21 - 1}$$

$$= 0.0163$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{0.0163} = 0.128 \text{ A}$$

Standar Deviasi sebesar 0.128 A menunjukkan bahwa variasi atau penyebaran data

Arus Pembukaan (I) disekitar rata-ratanya cukup kecil. Ini berarti bahwa nilai-nilai

aruspenutupan cenderung berdekatan dengan rata-rata (2.133A), menunjukkan konsistensi dalam pengukuran ampere.

$$\text{Standar Error} = \frac{0.12784}{\sqrt{21}} = 0.0278 \text{ A}$$

Standard Error sebesar 0.027 A menunjukkan bahwa rata-rata arus pembukaan yang dihitung dari sampel memiliki ketidakpastian yang kecil jika digunakan untuk memperkirakan rata-rata populasi yang lebih besar. Semakin kecil SE, semakin akurat estimasi rata-rata sampel terhadap rata-rata populasi.

Perhitungan Standar Deviasi Arus Penutupan Pintu

Tabel 4. 15 Mean dan varians arus penutupan pintu

Arus Penutupan Pintu (Xi)	(Xi - Mean) ²
2	0.0196
2.1	0.0016
2.2	0.0036
2.1	0.0016
2.1	0.0016
2.2	0.0036
2.1	0.0016
2.2	0.0036
2.1	0.0016
2.2	0.0036
2.1	0.0016
2.1	0.0016
2.2	0.0036
2.1	0.0016
2.2	0.0036
2.2	0.0036
2.1	0.0016
2.2	0.0036
2.2	0.0036
2.1	0.0016
2.2	0.0036
2.5	0.1296
2	0.0196
1.9	0.0576
<u>Total</u> 44.9	<u>0.2696</u>

$$\text{Mean} = \frac{44.9}{21}$$

$$= 2.138$$

$$\text{Varian} = \frac{2,138}{21 - 1}$$

$$= 0.107$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{0.107} = 0,327 \text{ A}$$

Standar Deviasi sebesar 0,327 A menunjukkan bahwa variasi atau penyebaran data

Arus Penutupan (I) disekitar rata-ratanya cukup kecil. Ini berarti bahwa nilai-nilai arus

penutupan cenderung berdekatan dengan rata-rata (2.14A), menunjukkan konsistensi dalam pengukuran ampere.

$$\text{Standar Error} = \frac{0.327}{\sqrt{21}} = 0.0713 \text{ A}$$

Standard Error sebesar 0.0713 A menunjukkan bahwa rata-rata arus penutupan yang dihitung dari sampel memiliki ketidakpastian yang kecil jika digunakan untuk memperkirakan rata-rata populasi yang lebih besar. Semakin kecil SE, semakin akurat estimasi rata-rata sampel terhadap rata-rata populasi.

4.9 Daya Nyata

Untuk menghitung daya nyata di perlukan data yang sebelumnya sudah diambil melalui pengukuran arus dan tegangan. Nilai cos phi di ambil dari persamaan daya nyata menurut Von Meier Alexander, berikut dibawah ini persamaannya.

Tabel 4. 16 Data Mean Tegangan Arus Motor Listrik			
Kondisi Pintu	Mean Tegangan (V)	Mean Arus (I)	Cos phi
Pembukaan	111,28	2,13	0,8
Penutupan	111,3	2,14	

- Perhitungan daya nyata saat pembukan pintu:

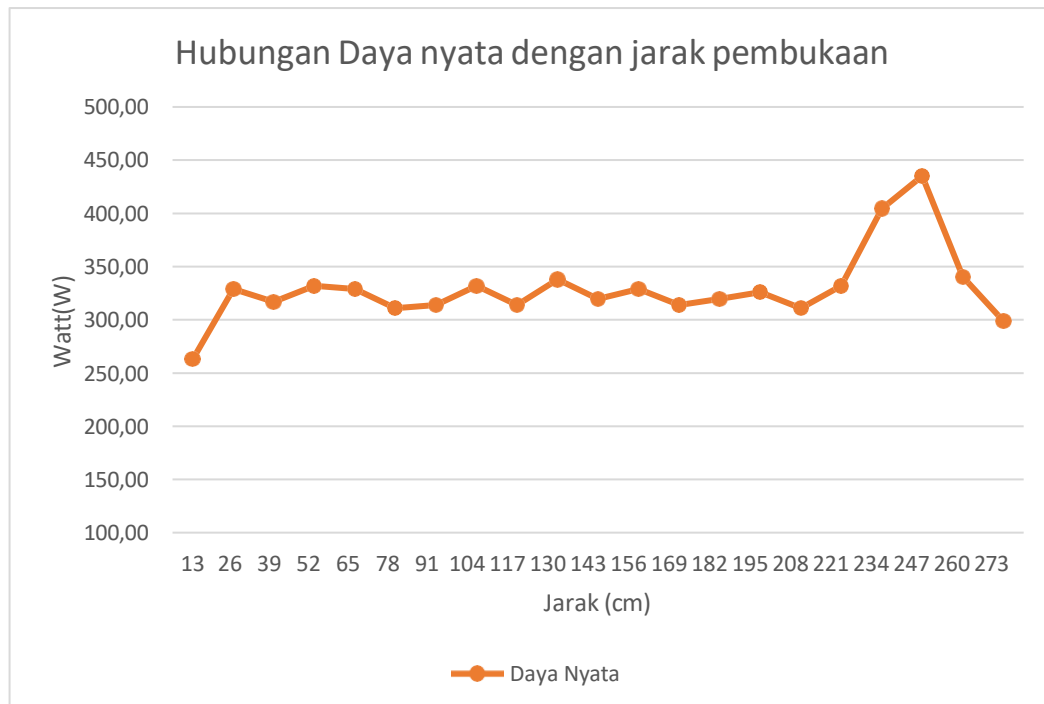
$$\text{Daya Nyata Pembukaan} = 3 \times V \times I \times \cos \theta$$

$$\text{Daya Nyata Pembukaan} = 3 \times 111,28 \times 2,13 \times 0,8$$

$$\text{Daya Nyata Pembukaan} = 568,86 \text{ Watt}$$

Untuk daya semua saat membuka didapatkan nilai sebesar 568,86 watt

Jarak (cm)	Mean Arus	Mean Tegangan	Daya Nyata
13	1,9	100	262,96
26	2,2	108	328,84
39	2,1	109	316,80
52	2,2	109	331,88
65	2,2	108	328,84
78	2,1	107	310,98
91	2,1	108	313,89
104	2,2	109	331,88
117	2,1	108	313,89
130	2,2	111	337,97
143	2,1	110	319,70
156	2,2	108	328,84
169	2,1	108	313,89
182	2,1	110	319,70
195	2,2	107	325,79
208	2,1	107	310,98
221	2,2	109	331,88
234	2,3	127	404,27
247	2,4	131	435,13
260	2	123	340,46
273	1,8	120	298,94



Grafik menunjukkan hubungan antara daya nyata motor listrik dan jarak pembukaan pintu garasi. Daya nyata sebagian besar stabil di kisaran 300–350 watt, dengan sedikit fluktuasi sepanjang pergerakan. Namun, daya mengalami peningkatan tajam mendekati jarak 234 cm, mencapai sekitar 450 watt, yang kemungkinan disebabkan oleh resistansi tambahan atau beban yang lebih berat pada titik tersebut. Setelah puncak, daya menurun drastis saat pintu mencapai jarak pembukaan penuh. Secara keseluruhan, daya motor cenderung stabil dengan peningkatan signifikan pada titik tertentu selama pembukaan pintu.

- Perhitungan daya nyata saat penutupan:

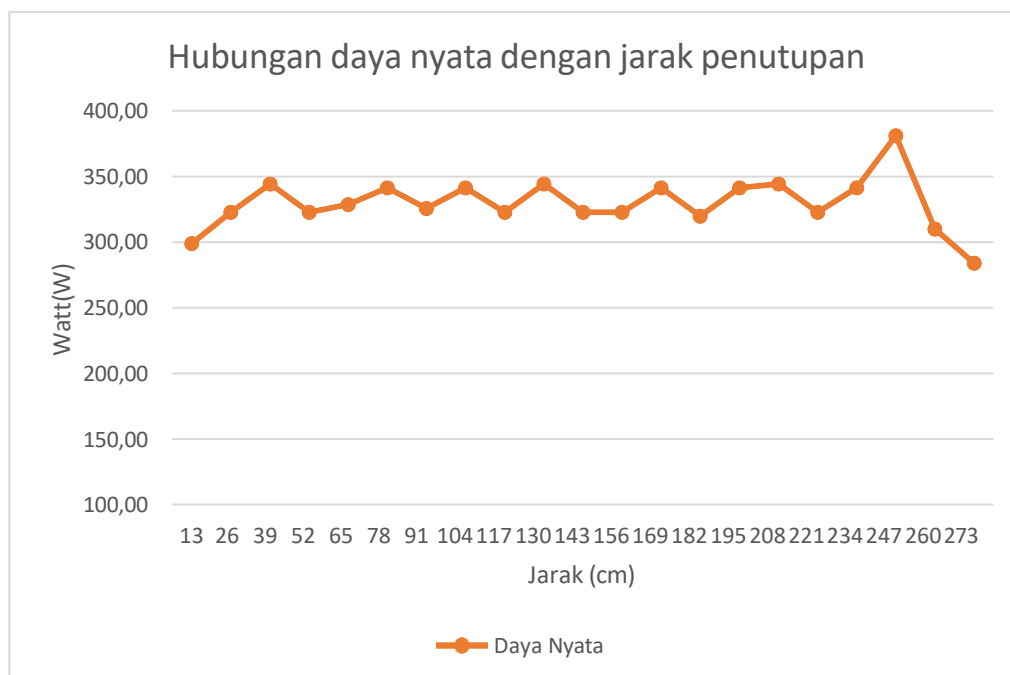
$$\text{Daya Nyata Penutupan} = 3 \times V \times I \times \cos \theta$$

$$\text{Daya Nyata Penutupan} = 3 \times 111,3 \times 2,14 \times 0,8$$

$$\text{Daya Nyata Penutupan} = 571,6 \text{ Watt}$$

Untuk daya nyata saat membuka didapatkan nilai sebesar 330 watt.

Jarak (cm)	Mean Arus	Mean Tegangan	Daya Nyata
13	2	108	298,94
26	2,1	111	322,61
39	2,2	113	344,06
52	2,1	111	322,61
65	2,1	113	328,42
78	2,2	112	341,02
91	2,1	112	325,52
104	2,2	112	341,02
117	2,1	111	322,61
130	2,2	113	344,06
143	2,1	111	322,61
156	2,1	111	322,61
169	2,2	112	341,02
182	2,1	110	319,70
195	2,2	112	341,02
208	2,2	113	344,06
221	2,1	111	322,61
234	2,2	112	341,02
247	2,5	110	380,60
260	2	112	310,02
273	1,9	108	284,00



Pada grafik diatas bisa diketahui daya nyata berkisar antara 300–350 watt untuk sebagian besar jarak penutupan pintu. Ini menunjukkan bahwa daya yang dibutuhkan motor listrik relatif stabil selama sebagian besar pergerakan pintu. Namun, terdapat peningkatan tajam dalam daya nyata pada jarak 234 cm, yang mencapai sekitar 375 watt, ini menunjukkan adanya gesekan yang lebih tinggi di sekitar jarak ini, sehingga memerlukan lebih banyak daya untuk menggerakkan pintu. Setelah puncak tersebut, daya turun drastis menjelang penutupan menunjukkan bahwa pergerakan pintu membutuhkan lebih sedikit daya di tahap akhir. Meskipun daya nyata cenderung stabil, terdapat beberapa fluktuasi kecil di sepanjang rentang jarak, yang mungkin disebabkan oleh variasi kecil dalam resistansi mekanik sepanjang pergerakan pintu.

4.10 Efisiensi Daya Motor

Efisiensi daya motor listrik merupakan ukuran keefektifan motor listrik didapatkan dari perbandingan keluaran daya motor yang digunakan terhadap keluaran daya totalnya.

Nilai efisiensi dapat ditentukan dengan persamaan berikut

$$\eta = \frac{P_{\text{Output}}}{P_{\text{input}}} \times 100$$

untuk nilai efisiensi saat penutupan

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{330 \text{ watt}}{372 \text{ watt}} \times 100 \% \\ &= 88,7 \% \end{aligned}$$

Maka nilai efisiensi motor saat proses penutupan sebesar 88,7 % sementara untuk nilai efisiensi saat pembukaan

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{328,4 \text{ watt}}{372 \text{ watt}} \times 100 \% \\ &= 88,2 \% \end{aligned}$$

Maka nilai efisiensi motor saat proses pembukaan sebesar 88,2 %.