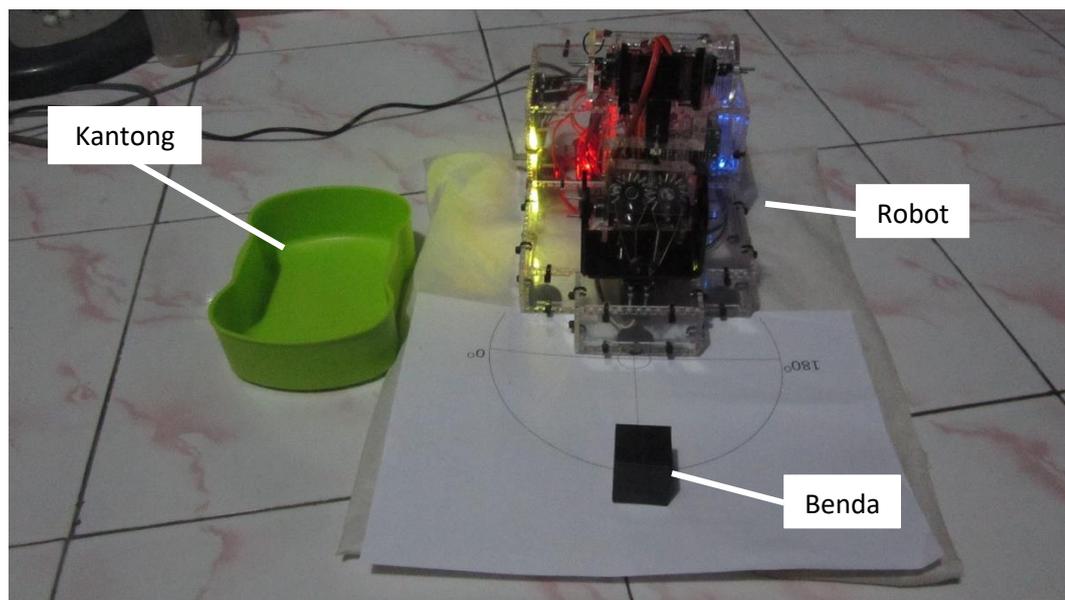


## BAB IV

### HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

#### 1.1 Percobaan I

Pada percobaan I benda diletakkan di  $90^\circ$  dari titik *base* dengan jarak 95 mm di depan robot. Letak robot, benda, dan kantong pada percobaan ini dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4. 1** Tata Letak Percobaan I

##### 1.1.1 Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian pada percobaan ini didapat dari broker selama pengujian berlangsung. Data hasil pengujian ini disajikan pada Tabel 4.1 dan 4.2.

**Tabel 4. 1** Data Hasil Pengujian Percobaan I

No.	Waktu	Pesan	Robot						Letak Benda	
			Mode	Sendi ( <i>Joint</i> )						Grip- per
				1	2	3	4	5		
1	10:24:11	*1,90,220,90,0,90,90#	RES	90	130	18	18	90	Tutup	Lantai
2	10:24:13	*2,91,120,38,22,119,0#	PUT	91	68	18	74	119	Buka	Lantai
3	10:24:16	*2,92,117,36,21,126,0#	PUT	92	68	18	75	126	Buka	Lantai

**Tabel 4. 2** Data Hasil Pengujian Percobaan I (lanjutan)

No.	Waktu	Pesan	Robot						Letak Benda	
			Mode	Sendi ( <i>Joint</i> )						Grip- per
				1	2	3	4	5		
4	10:24:18	*3,92,117,36,20,127,90#	PACK	92	68	18	74	127	Tutup	Robot
5	10:24:23	*3,93,117,35,17,90,90#	PACK	93	68	18	72	90	Tutup	Robot
6	10:24:27	*3,87,220,90,45,90,90#	PACK	87	130	18	45	90	Tutup	Robot
7	10:24:31	*3,0,220,90,45,90,90#	PACK	18	130	18	45	90	Tutup	Robot
8	10:24:35	*3,0,90,90,90,90,90#	PACK	18	68	22	90	90	Tutup	Robot
9	10:24:39	*3,0,90,90,90,90,0#	PACK	18	68	22	90	90	Buka	Kantong

### 1.1.2 Analisis

Dari Tabel 4.1 dan 4.2 dapat diketahui bahwa pengujian pada percobaan I dapat diselesaikan dengan 9 pesan, dimulai pada waktu 10:24:11, dan selesai pada waktu 10:24:39. Ini mengartikan bahwa waktu pemindahan benda pada percobaan ini berlangsung selama 28 detik. Waktu pengiriman pesan yang selalu *update* mengartikan bahwa pengendali sudah terhubung ke broker dan dapat mem-*publish* pesan secara *real time*. Selain itu keluaran nilai pesan setiap waktu berbeda-beda. Ini mengartikan bahwa pengendali dapat bekerja dengan baik dalam membaca status tombol mode, membaca keluaran nilai sensor-sensor yang dikendalikan dari gestur tangan, dan mengolah nilai-nilai tersebut menjadi keluaran data larik.

Pada robot, mode pengendalian yang tertampil di LCD berubah sesuai dengan nilai pertama pada setiap pesan. Ketika nilai pertama pesan angka 1, LCD menampilkan karakter “RES” yang berarti mode *reset*. Ketika nilai pertama pesan angka 2, LCD menampilkan karakter “PUT” yang berarti mode *putting*. Ketika nilai pertama pesan angka 3, LCD menampilkan karakter “PACK” yang berarti mode *packing*. Selain mode pengendalian, posisi sendi dan gripper pada robot juga berubah setiap waktu sesuai dengan hasil pengolahan nilai ke-2 hingga nilai ke-6 pada setiap pesan. Pengolahan nilai yang dimaksud telah dijelaskan pada BAB III. Sebagai contoh, berikut pengolahan nilai yang dilakukan pada pesan nomor 1 (\*1,90,220,90,0,90,90#), nomor 3 (\*2,92,117,36,21,126,0#), dan nomor 6 (\*3,87,220,90,45,90,90#):

- Pesan nomor 1 ((\*1,90,220,90,0,90,90#)
  - Sendi 1 = 90 ,keluaran  $90^{\circ}$
  - Sendi 2 =  $220 - 90 = 130$  ,keluaran  $130^{\circ}$
  - Sendi 3 =  $90 - 130 = -40$  ,keluaran  $18^{\circ}$
  - Sendi 4 =  $0 - 90 + 90 = 0$  ,keluaran  $18^{\circ}$
  - Sendi 5 = 90 ,keluaran  $90^{\circ}$
  - Sendi 6 = 90 ,keluaran *gripper* tertutup
  
- Pesan nomor 3 (\*2,92,117,36,21,126,0#)
  - Sendi 1 = 92 ,keluaran  $92^{\circ}$
  - Sendi 2 =  $117 - 90 = 27$  ,keluaran  $68^{\circ}$
  - Sendi 3 =  $36 - 68 = -32$  ,keluaran  $18^{\circ}$
  - Sendi 4 =  $21 - 36 + 90 = 75$  ,keluaran  $75^{\circ}$
  - Sendi 5 = 126 ,keluaran  $126^{\circ}$
  - Sendi 6 = 0 ,keluaran *gripper* terbuka
  
- Pesan nomor 6 (\*3,87,220,90,45,90,90#):
  - Sendi 1 = 87 ,keluaran  $87^{\circ}$
  - Sendi 2 =  $220 - 90 = 130$  ,keluaran  $130^{\circ}$
  - Sendi 3 =  $90 - 130 = -40$  ,keluaran  $18^{\circ}$
  - Sendi 4 =  $45 - 90 + 90 = 45$  ,keluaran  $45^{\circ}$
  - Sendi 5 = 90 ,keluaran  $90^{\circ}$
  - Sendi 6 = 90 ,keluaran *gripper* tertutup

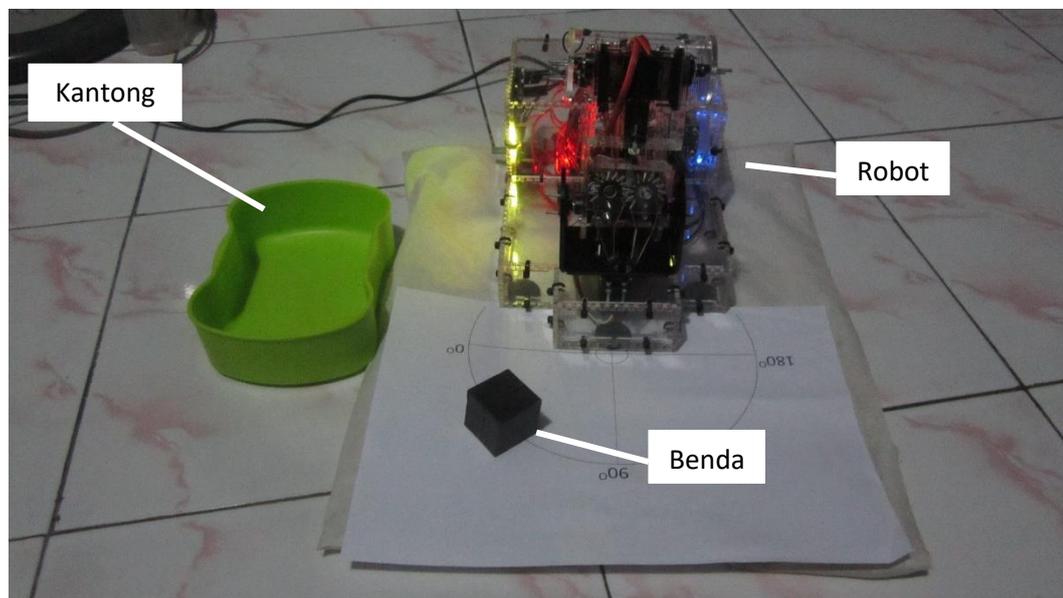
Dari hasil analisis dan perhitungan pada paragraf ini dapat disimpulkan bahwa robot dapat bekerja dengan baik.

Dari hasil pengujian dan analisis pada percobaan I dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemindahan benda diselesaikan dengan 9 pesan selama 28 detik
2. Pengendali dan robot bekerja dengan baik dan saling terhubung melalui broker

## 1.2 Percobaan II

Pada percobaan II benda diletakkan di  $45^\circ$  dari titik *base* dengan jarak 95 mm di depan robot. Letak robot, benda, dan kantong pada percobaan ini dapat dilihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4. 2** Tata Letak Percobaan II

### 1.2.1 Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian pada percobaan ini didapat dari broker selama pengujian berlangsung. Data hasil pengujian ini disajikan pada Tabel 4.3 dan 4.4.

**Tabel 4. 3** Data Hasil Pengujian Percobaan II

No.	Waktu	Pesan	Robot						Grip- per	Letak Benda
			Mode	Sendi ( <i>Joint</i> )						
				1	2	3	4	5		
1	10:37:28	*1,90,220,90,0,90,90#	RES	90	130	18	18	90	Tutup	Lantai
2	10:37:30	*2,89,129,56,32,116,0#	PUT	89	68	18	66	116	Buka	Lantai
3	10:37:33	*2,88,131,58,33,118,0#	PUT	88	68	18	65	118	Buka	Lantai
4	10:37:35	*2,87,131,58,33,117,0#	PUT	87	68	18	65	117	Buka	Lantai
5	10:37:37	*2,83,131,59,34,115,0#	PUT	83	68	18	65	115	Buka	Lantai
6	10:37:39	*2,54,136,68,43,119,0#	PUT	54	68	18	65	119	Buka	Lantai
7	10:37:41	*2,51,141,63,52,126,0#	PUT	51	68	18	79	126	Buka	Lantai

**Tabel 4. 4** Data Hasil Pengujian Percobaan II (lanjutan)

No.	Waktu	Pesan	Robot							Grip- per	Letak Benda
			Mode	Sendi ( <i>Joint</i> )							
				1	2	3	4	5			
8	10:37:43	*2,41,142,66,52,126,0#	PUT	41	68	18	76	126	Buka	Lantai	
9	10:37:45	*2,55,139,73,48,123,0#	PUT	55	68	18	65	123	Buka	Lantai	
10	10:37:47	*2,62,135,66,41,123,0#	PUT	62	68	18	65	123	Buka	Lantai	
11	10:37:49	*2,68,130,62,36,121,0#	PUT	68	68	18	64	121	Buka	Lantai	
12	10:37:51	*2,74,128,60,34,120,0#	PUT	74	68	18	64	120	Buka	Lantai	
13	10:37:53	*2,76,128,58,35,118,0#	PUT	76	68	18	67	118	Buka	Lantai	
14	10:37:55	*2,73,127,58,34,120,0#	PUT	73	68	18	66	120	Buka	Lantai	
15	10:37:57	*2,69,128,58,35,105,0#	PUT	69	68	18	67	105	Buka	Lantai	
16	10:37:59	*2,68,127,56,34,89,0#	PUT	68	68	18	68	89	Buka	Lantai	
17	10:38:01	*2,68,125,55,33,87,0#	PUT	68	68	18	68	87	Buka	Lantai	
18	10:38:03	*2,67,122,54,34,77,0#	PUT	67	68	18	70	77	Buka	Lantai	
19	10:38:05	*3,59,121,53,33,74,90#	PACK	59	68	18	70	74	Tutup	Robot	
20	10:38:10	*3,56,121,51,31,90,90#	PACK	56	68	18	70	90	Tutup	Robot	
21	10:38:15	*3,43,220,90,45,90,90#	PACK	43	68	22	45	90	Tutup	Robot	
22	10:38:19	*3,0,220,90,45,90,90#	PACK	18	68	22	45	90	Tutup	Robot	
23	10:38:23	*3,0,90,90,90,90,90#	PACK	18	68	22	90	90	Tutup	Robot	
24	10:38:27	*3,0,90,90,90,90,0#	PACK	18	68	22	90	90	Buka	Kantong	

### 1.2.2 Analisis

Dari Tabel 4.3 dan 4.4 dapat diketahui bahwa pengujian pada percobaan II dapat diselesaikan dengan 24 pesan, dimulai pada waktu 10:37:28, dan selesai pada waktu 10:38:27. Ini mengartikan bahwa waktu pemindahan benda pada percobaan ini berlangsung selama 59 detik. Waktu pengiriman pesan yang selalu *update* mengartikan bahwa pengendali sudah terhubung ke broker dan dapat mem-*publish* pesan secara *real time*. Selain itu keluaran nilai pesan setiap waktu berbeda-beda. Ini mengartikan bahwa pengendali dapat bekerja dengan baik dalam membaca status tombol mode, membaca keluaran nilai sensor-sensor yang dikendalikan dari gestur tangan, dan mengolah nilai-nilai tersebut menjadi keluaran data larik.

Pada robot, mode pengendalian yang tertampil di LCD berubah sesuai dengan nilai pertama pada setiap pesan. Ketika nilai pertama pesan angka 1, LCD

menampilkan karakter “RES” yang berarti mode *reset*. Ketika nilai pertama pesan angka 2, LCD menampilkan karakter “PUT” yang berarti mode *putting*. Ketika nilai pertama pesan angka 3, LCD menampilkan karakter “PACK” yang berarti mode *packing*. Selain mode pengendalian, posisi sendi dan gripper pada robot juga berubah setiap waktu sesuai dengan hasil pengolahan nilai ke-2 hingga nilai ke-6 pada setiap pesan. Pengolahan nilai yang dimaksud telah dijelaskan pada BAB III. Sebagai contoh, berikut pengolahan nilai yang dilakukan pada pesan nomor 1 (\*1,90,220,90,0,90,90#), nomor 3 (\*2,88,131,58,33,118,0#), dan nomor 6 (\*2,54,136,68,43,119,0#):

- Pesan nomor 1 (\*1,90,220,90,0,90,90#)
  - Sendi 1 = 90 ,keluaran  $90^{\circ}$
  - Sendi 2 =  $220 - 90 = 130$  ,keluaran  $130^{\circ}$
  - Sendi 3 =  $90 - 130 = -40$  ,keluaran  $18^{\circ}$
  - Sendi 4 =  $0 - 90 + 90 = 0$  ,keluaran  $18^{\circ}$
  - Sendi 5 = 90 ,keluaran  $90^{\circ}$
  - Sendi 6 = 90 ,keluaran *gripper* tertutup
- Pesan nomor 3 (\*2,88,131,58,33,118,0#)
  - Sendi 1 = 88 ,keluaran  $88^{\circ}$
  - Sendi 2 =  $131 - 90 = 41$  ,keluaran  $68^{\circ}$
  - Sendi 3 =  $58 - 68 = -10$  ,keluaran  $18^{\circ}$
  - Sendi 4 =  $33 - 58 + 90 = 65$  ,keluaran  $65^{\circ}$
  - Sendi 5 = 118 ,keluaran  $118^{\circ}$
  - Sendi 6 = 0 ,keluaran *gripper* terbuka
- Pesan nomor 6 (\*2,54,136,68,43,119,0#)
  - Sendi 1 = 54 ,keluaran  $54^{\circ}$
  - Sendi 2 =  $136 - 90 = 46$  ,keluaran  $68^{\circ}$
  - Sendi 3 =  $68 - 68 = 0$  ,keluaran  $18^{\circ}$
  - Sendi 4 =  $43 - 68 + 90 = 65$  ,keluaran  $65^{\circ}$
  - Sendi 5 = 119 ,keluaran  $119^{\circ}$
  - Sendi 6 = 0 ,keluaran *gripper* terbuka

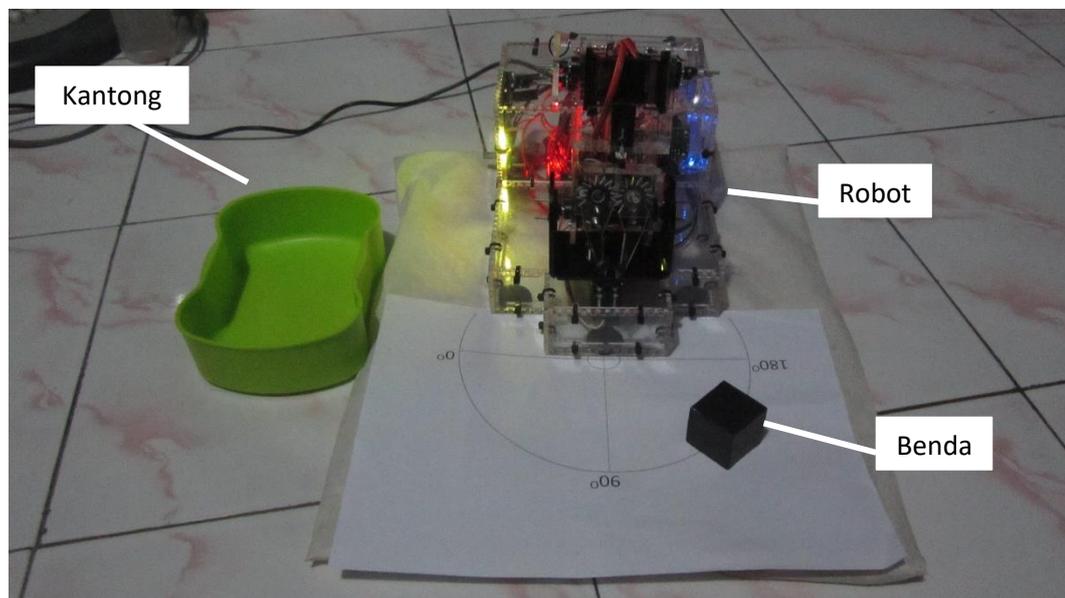
Dari hasil analisis dan perhitungan pada paragraf ini dapat disimpulkan bahwa robot dapat bekerja dengan baik.

Dari hasil pengujian dan analisis pada percobaan I dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemindahan benda diselesaikan dengan 24 pesan selama 28 detik
2. Pengendali dan robot bekerja dengan baik dan saling terhubung melalui broker

### 1.3 Percobaan III

Pada percobaan II benda diletakkan di  $45^\circ$  dari titik *base* dengan jarak 95 mm di depan robot. Letak robot, benda, dan kantong pada percobaan ini dapat dilihat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Tata Letak Percobaan III

#### 1.3.1 Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian pada percobaan ini didapat dari broker selama pengujian berlangsung. Data hasil pengujian ini disajikan pada Tabel 4.5.

**Tabel 4. 5** Data Hasil Pengujian Percobaan III

No.	Waktu	Pesan	Robot							Grip- per	Letak Benda
			Mode	Sendi ( <i>Joint</i> )							
				1	2	3	4	5			
1	10:49:10	*1,90,220,90,0,90,90#	RES	90	130	18	18	90	Tutup	Lantai	
2	10:49:13	*2,81,174,158,148,27,0#	PUT	81	84	74	80	27	Buka	Lantai	
3	10:49:16	*2,84,142,70,37,128,0#	PUT	84	68	18	57	128	Buka	Lantai	
4	10:49:18	*2,89,150,81,50,117,0#	PUT	89	68	18	59	117	Buka	Lantai	
5	10:49:20	*2,115,152,82,51,117,0#	PUT	115	68	18	59	117	Buka	Lantai	
6	10:49:22	*2,128,155,84,54,116,0#	PUT	128	68	18	60	116	Buka	Lantai	
7	10:49:24	*2,131,156,86,56,118,0#	PUT	131	68	18	60	118	Buka	Lantai	
8	10:49:26	*2,131,156,87,55,118,0#	PUT	131	68	19	58	118	Buka	Lantai	
9	10:49:28	*2,127,155,86,55,112,0#	PUT	127	68	18	59	112	Buka	Lantai	
10	10:49:30	*2,128,155,86,57,100,0#	PUT	128	68	18	61	100	Buka	Lantai	
11	10:49:32	*2,127,154,85,57,93,0#	PUT	127	68	18	62	92	Buka	Lantai	
12	10:49:34	*2,124,154,85,57,91,0#	PUT	124	68	18	62	91	Buka	Lantai	
13	10:49:36	*3,120,154,85,56,91,90#	PACK	120	68	18	61	91	Tutup	Robot	
14	10:49:41	*3,116,152,84,56,90,90#	PACK	116	68	18	62	90	Tutup	Robot	
15	10:49:45	*3,114,220,90,45,90,90#	PACK	114	68	22	45	90	Tutup	Robot	
16	10:49:49	*3,0,220,90,45,90,90#	PACK	18	68	22	45	90	Tutup	Robot	
17	10:49:53	*3,0,90,90,90,90,90#	PACK	18	68	22	90	90	Tutup	Robot	
18	10:49:57	*3,0,90,90,90,90,0#	PACK	18	68	22	90	90	Buka	Kantong	

### 1.3.2 Analisis

Dari Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa pengujian pada percobaan III dapat diselesaikan dengan 18 pesan, dimulai pada waktu 10:49:10, dan selesai pada waktu 10:49:57. Ini mengartikan bahwa waktu pemindahan benda pada percobaan ini berlangsung selama 47 detik. Waktu pengiriman pesan yang selalu *update* mengartikan bahwa pengendali sudah terhubung ke broker dan dapat mem-*publish* pesan secara *real time*. Selain itu keluaran nilai pesan setiap waktu berbeda-beda. Ini mengartikan bahwa pengendali dapat bekerja dengan baik dalam membaca status tombol mode, membaca keluaran nilai sensor-sensor yang dikendalikan dari gestur tangan, dan mengolah nilai-nilai tersebut menjadi keluaran data larik.



Sendi 5 = 116 ,keluaran 116<sup>o</sup>  
 Sendi 6 = 0 ,keluaran *gripper* terbuka

Dari hasil analisis dan perhitungan pada paragraf ini dapat disimpulkan bahwa robot dapat bekerja dengan baik.

Dari hasil pengujian dan analisis pada percobaan I dapat disimpulkan bahwa:

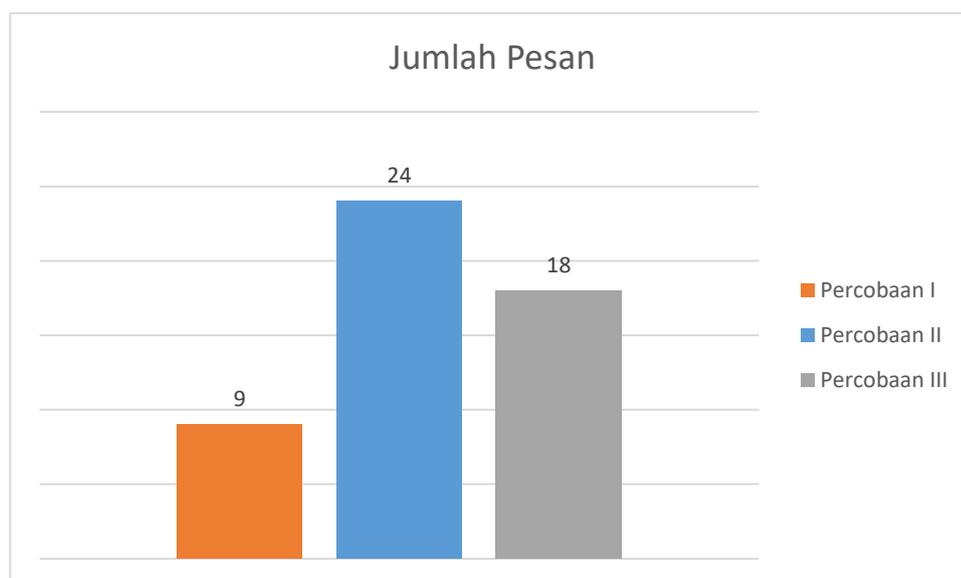
1. Pemandahan benda diselesaikan dengan 18 pesan selama 47 detik
2. Pengendali dan robot bekerja dengan baik dan saling terhubung melalui broker

#### 1.4 Perbandingan antar Percobaan

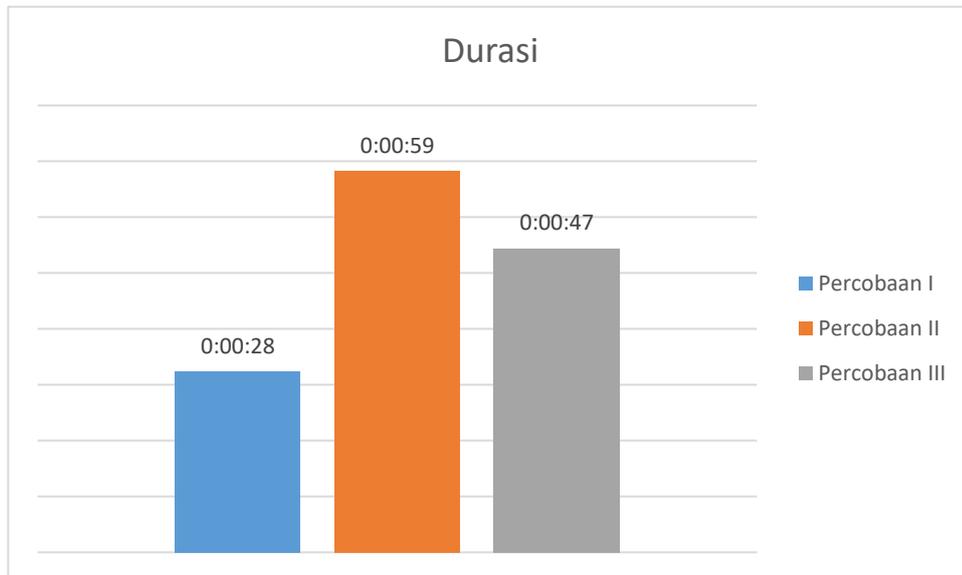
Data perbandingan dilakukan untuk mengetahui percobaan mana yang memiliki jumlah pesan paling sedikit, jumlah pesan paling banyak, durasi paling cepat, dan durasi paling lama.

##### 1.4.1 Data Perbandingan

Data hasil perbandingan ketiga percobaan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan 4.5.



**Gambar 4.4** Perbandingan Jumlah Pesan antar Percobaan



**Gambar 4. 5** Perbandingan Durasi Pesan antar Percobaan

#### 1.4.2 Analisis

Dari hasil ketiga percobaan yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa percobaan 1 dapat memindah benda dengan jumlah pesan paling sedikit dan durasi paling cepat, yaitu dengan 9 pesan selama 28 detik. Sementara percobaan 3 dapat memindah benda dengan jumlah pesan paling banyak dan durasi paling lama, yaitu dengan 24 pesan selama 59 detik.

Dari data perbandingan dan analisis di atas dapat disimpulkan bahwa jumlah pesan dan durasi dalam memindahkan robot antar percobaan berbeda-beda. Hal ini dapat dipengaruhi beberapa faktor, antara lain keterampilan operator (manusia), letak benda, dan kualitas internet yang digunakan.