

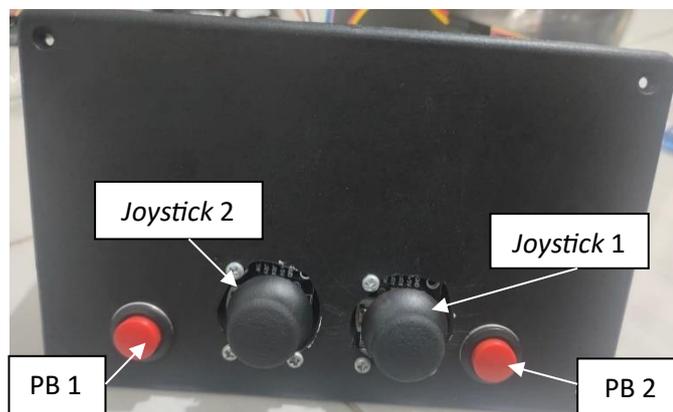
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab 4 menjelaskan bagaimana proses yang dilakukan untuk pengujian sistem menggunakan sistem *remote control* yang menggunakan 5 servo atau 5 DoF (*Degree of Freedom*), serta dari melampirkan hasil derajat dari gerakan DoF (*Degree of Freedom*) yang telah dilakukan serta hasil *Degree of Freedom* dari penggunaan hasil sistem *remote control*, pada bab 4 ini merupakan tahapan kinerja untuk fungsi sistem yang telah dibahas pada alur penelitian serta dari perancangan *software* dan *hardware* dan dari hasil rancangan bangun alat ini mendapatkan hasil yang sesuai dengan percobaan yang telah diuji baik dari hasil percobaan terhadap anak usia dini dan hasil percobaan yang telah dilakukan oleh peneliti.

#### 4.1 HASIL PERANCANGAN SISTEM

Pada perancangan sistem ini yang dilakukan pertama kali membuat desain alat dan melakukan percobaan terhadap kode program C++ yang menggunakan mikrokontroler arduino UNO, pada perancangan sistem ini menentukan cara kerja dari setiap komponen yang digunakan dan kode program yang telah dibuat untuk menjalankan sistem secara keseluruhan, berikut perancangan sistem *hardware* dan *software* dilaksanakan.



**Gambar 4.1 Joystick dan Push button**

Pada gambar 4.1 merupakan isi komponen yang digunakan untuk mengontrol robot manipulator agar mudah digunakan oleh peneliti dan anak usia dini, pada setiap fungsi yang telah dicantumkan pada gambar 4.1 memiliki fungsi seperti pada

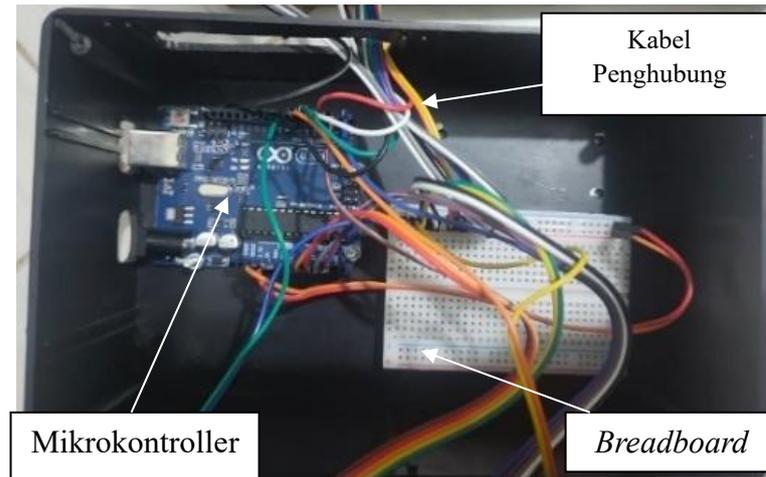
PB 1 berfungsi untuk menutup *gripper* yang berfungsi untuk mencapit mainan balok kayu sedangkan pada PB 2 berfungsi untuk membuka capit untuk melepas beban yang diangkut oleh *gripper* berupa mainan balok kayu, sedangkan pada *joystick* 1 berfungsi untuk menggerakkan servo *base* dan *shoulder* dan untuk *joystick* 2 untuk mengontrol gerakan servo *elbow* dan *wrist*

**Tabel 4.1 Keterangan dan Fungsi Alat *Joystick* dan *Push button***

No.	Keterangan Pada Gambar	Fungsi
1	PB 1	Berfungsi untuk menutup capit pada servo ke 5 pada alat
2	PB 2	Berfungsi untuk membuka capit pada servo ke 5 pada alat
3	<i>Joystick</i> 1	Untuk menggerakkan servo base dan servo shoulder pada robot manipulator
4	<i>Joystick</i> 2	Untuk menggerakkan servo elbow dan wrist pada robot manipulator

Pada perancangan sistem pada bagian sistem *remote control* mengimplementasikan dari pergerakan robot *manipulator* bisa bergerak dengan kontrol secara langsung yang telah dibahas pada bab 3 pada sub bab perancangan *hardware*, pada hasil perancangan yang telah dibahas pada bab sebelumnya sudah menunjukkan hasil yang sesuai pada saat percobaan yang telah dilakukan sehingga pada percobaan hasil pengukuran alat pada 5 buah servo memerlukan pengujian pada nilai derajat yang telah didapatkan.

Gambar yang telah ditampilkan pada gambar 4.2 menunjukkan isi *box* komponen yang digunakan untuk menjalankan sistem *remote control* dan servo yang digunakan, sehingga pada perancangan alat ini memfokuskan pada penghubungan kabel pin digital dan analog pada pin yang terhubung dari sistem *remote control* dan servo, pada penghubungan kabel ini pin PWM dikhususkan untuk pin motor servo dan untuk pin analog dikhususkan untuk pin *joystick* dan untuk *push button* dihubungkan pada pin digital yang tidak terkoneksi pada pin PWM.



**Gambar 4.2 Mikrokontroler, *Breadboard*, dan Kabel Penghubung**

**Tabel 4.2 Keterangan dan Fungsi Alat Mikrokontroler, *Breadboard*, dan Kabel Penghubung**

No.	Keterangan Pada Gambar	Fungsi
1	Mikrokontroller	Merupakan komponen inti yang digunakan untuk menjalankan robot manipulator dan sistem <i>remote control</i> yang digunakan pada penelitian yang dijalankan
2	Kabel Penghubung	Sebagai kabel penghubung tambahan dan kabel pendukung dari antar komponen yang akan di hubungkan kepada mikrokontroller Arduino Uno
3	<i>Breadboard</i>	Sebagai dudukan untuk <i>input</i> kabel terhadap komponen servo, <i>joystick</i> dan <i>pushbutton</i>

Pada tabel 4.2 penjelasan setiap komponen yang digunakan pada isi box komponen elektronika, dari setiap komponen yang digunakan di jelaskan masing-masing fungsi dari komponen yang digunakan yang telah dijelaskan pada tabel 4.2.

Pada gambar 4.3 yang ditunjukkan dibawah merupakan gambar keseluruhan alat pada robot *manipulator* dari perancangan alat ini bertujuan untuk mengangkat mainan balok kayu biasa dimainkan oleh anak usia dini di tahun 4-6 tahun pada

bangku taman kanak-kanak, pada perancangan alat ini merupakan *output* dari hasil alat penelitian.



**Gambar 4.3 Penampakan Alat Robot Manipulator**

**Tabel 4.3 Keterangan dan Fungsi Alat Robot Manipulator**

No.	Keterangan Pada Gambar	Fungsi
1	Robot Manipulator	Sebagai <i>output</i> inti dari penelitian yang dilakukan dan robot <i>manipulator</i> berfungsi untuk mengangkat mainan edukasi balok kayu yang digunakan sebagai media pembelajaran

Pada tabel 4.3 merupakan penjelasan terhadap fungsi dan kerja dari robot manipulator sehingga dari penjelasan pada tabel 4.3 merupakan penjelasan terkait fungsi dari robot manipulator itu sendiri, dengan sistem yang mengangkat mainan balok kayu yang di kontrol dengan *remote control* agar memudahkan mengontrol robot manipulator.



**Gambar 4.4 Penampakan Alat *Prototype* Sebelum Digunakan**



**Gambar 4.5 Penampakan Alat *Prototype* Sedang Digunakan**

Pada gambar diatas merupakan bentuk alat sebelum dan sedang digunakan, pada perancangan alat ini pada gambar 4.4 merupakan tahapan *testing* alat sebelum di digunakan pada gambar 4.5 yang sedang dimainkan oleh anak usia dini, pada perancangan alat ini alat beroperasi sesuai akan tetapi pada beberapa jam tersebut alat mengalami *overheat* pada 2 buah motor servo dikarenakan faktor pemakaian yang tiada henti sehingga kinerja komponen pada motor servo. Sehingga untuk meminimalisir kerusakan yang terjadi peneliti mengharuskan mengakhiri *testing* pada percobaan rancangan bangun alat *prototype*.

#### **4.2 HASIL PENGUJIAN**

Hasil pengujian yang diperoleh merupakan hasil dari setiap percobaan baik dari percobaan yang dilakukan cara kerja sistem *remote control* terhadap motor servo, sistem kerja *push button* terhadap kinerja motor servo dan pengujian keseluruhan alat yang akan digunakan oleh anak usia dini.

Pada hasil pengujian alat ini menggunakan nilai sudut derajat dengan tanda atau simbol ( $^{\circ}$ ) untuk mendai nilai sudut yang akan diukur oleh alat pengukur dengan nama alat ukur *Angle Finder Digital Protractor Inclinator* sebagai pengukur nilai sudut kemiringan dari setiap motor servo yang akan diukur dari koneksi *joystick* dan motor servo dan maupun dari *push button* dan motor servo.

Dan menggunakan 3 perhitungan rumus untuk menghitung nilai error untuk menghitung nilai sudut yang terlalu jauh dengan nilai sudut yang ditentukan oleh peneliti dan nilai sudut sebenarnya untuk menghitung nilai sudut yang diperoleh dari alat ukur serta dikurangi atau di tambah dengan nilai *set point* yang telah ditetapkan oleh peneliti serta nilai rata-rata dari setiap percobaan yang akan dilakukan untuk mengetahui nilai sudut rata-rata dari nilai sudut yang telah ditentukan

### 4.3 HASIL PENGUJIAN SISTEM

Pada pengujian derajat motor servo menggunakan alat digital yang dinamakan *Angle Finder Digital Protractor Inclinator* yang berfungsi untuk mengukur derajat dari setiap sudut yang telah ditentukan untuk diambil nilai data derajat yang akan diambil.

#### 4.3.1 PENGUJIAN MOTOR SERVO DAN *JOYSTICK*

Pada pengujian alat ini menggunakan rumus untuk menghitung kepastian dari setiap derajat yang akan di itung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Nilai Set Point} - \text{Nilai Sudut Pengukuran} = \text{Nilai Sudut sebenarnya}$$

Lalu pada pengujian motor servo beberapa hasil pengolahan data memerlukan perhitungan nilai *error* dengan menggunakan rumus :

$$\text{Nilai Error} - \text{Nilai Pengukuran Sudut} = \text{Nilai Error}$$

Untuk perhitungan *error* ini bertujuan untuk menghitung nilai kekurangan dari hasil pengukuran derajat dari sudut tertentu sehingga dengan menggunakan rumus nilai *error* tersebut mendapatkan hasil nilai yang sudut yang tidak akurat dari alat hasil pengukuran

$$x = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{\text{banyak data } (n)}$$

dari rumus diatas merupakan rumus untuk menghitung nilai rata-rata dari setiap sudut dari banyak data yang diambil, untuk menggunakan rumus tersebut memerlukan pengambilan semua data yang telah diperoleh dari setiap sudut motor servo sehingga dengan itu dapat mengetahui nilai rata-rata dari nilai setiap sudut yang telah ditentukan

**Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Servo Base**

SERVO BASE							
No Data	Sudut Pengukuran						
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
1	1.6	30.3	56.8	85.3	114.6	150.7	179.7
2	1.5	32.8	57.2	87.7	121.2	149.5	179.8
3	0.7	33	60.8	91.3	121.4	148.8	178.8
4	0.4	31.6	58.5	85.3	119.7	151.8	177.2
5	0.4	28.1	59	92.7	122.9	150	177.7
6	0.6	29.8	57.9	90	122	149.8	178.8
7	0.5	27.9	62	89	122.3	149.1	177.8
8	0.3	29	62.5	88.8	121.3	152.2	179.7
9	0.4	31.6	58.8	87.9	125.2	152.7	180
10	0.2	30.7	60.6	92.1	120.7	147.8	179.1
MEAN =	0.66	30.48	59.41	89.01	121.13	150.24	178.86

Pada tabel 4.4 diatas merupakan hasil pengukuran yang telah dilakukan menggunakan perhitungan rumus mencari nilai sudut sebenarnya dan menggunakan alat ukur yang telah didapatkan pada sudut 120° hingga 180° menggunakan alat ukur *angle protactor* pada tabel 4.5 sehingga hasil pada tabel 4.4 merupakan penggabungan hasil dari tabel 4.5 yang telah di konversi dalam hitungan rumus mencari nilai sebenarnya untuk mencari nilai sudut yang cukup mendekati dari nilai set up point sudut yang akan dicari pada sudut 120° hingga 180°.

**Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Servo Base Menggunakan Alat Ukur**

SERVO BASE		
Nilai Sudut Menggunakan Alat Ukur		
120°	150°	180°
65.4	29.3	0.3
58.8	30.5	0.2
58.6	31.2	1.2
60.3	28.2	2.8
57.1	30	2.3
58	30.2	1.2
57.7	30.9	2.2
58.7	27.8	0.3
54.8	27.3	0
59.3	32.2	0.9
58.87	29.76	1.14

Pada tabel 4.5 merupakan hasil pengukuran alat yang telah dilakukan oleh peneliti menggunakan alat *angle protactor* untuk mencari setiap sudut yang akan dicari, pada tabel 4.5 ini peneliti mengukur sudut kemiringan pada sudut 120° hingga 180° dikarenakan nilai sudut tersebut tidak mencapai nilai tersebut menggunakan alat pengukur *angle protactor* dikarenakan alat ukur tersebut hanya mampu mencapai nilai batas 90° dalam pengukuran tersebut sehingga peneliti memerlukan perhitungan rumus dengan menggunakan rumus mencari nilai sudut sebenarnya.

***Nilai Set Point – Nilai Sudut Pengukuran = Nilai Sudut sebenarnya***

Dengan hasil perhitungan rumus tersebut mendapatkan nilai yang mendekati nilai yang diharapkan, dengan kata lain mendekati nilai sudut yang diinginkan sehingga dengan menggunakan nilai pengukuran tersebut bisa di aplikasikan ke beberapa hasil pengujian yang telah dilakukan. Dari semua hasil pengujian yang telah dilakukan, dicari nilai rata-rata dari setiap 10x percobaan yang telah dilakukan sehingga nilai rata-rata yang didapatkan dapat dilihat dari nilai “*MEAN*”, dari setiap percobaan yang telah dilakukan dari setiap servo memiliki nilai batas sudut yang akan diambil, untuk pada bagian motor servo *base* di ambil dari sudut 0 ° hingga 180 °.

**Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Servo *Shoulder***

SERVO SHOULDER						
No Data	Sudut Pengukuran					
	0°	30°	60°	90°	120°	160°
1	1	27.6	64.5	87.2	117.3	164.5
2	0.7	28	63.8	89.6	117.9	160.3
3	0.4	29.8	61	89.3	118.7	162.3
4	0.5	29.6	63.1	89.1	118.4	160.1
5	0.3	30.6	60.4	87.7	117	161.8
6	0.4	29.1	60	90	123	159.9
7	0.4	31.6	58.3	89	124.8	159.2
8	0	32.2	59.1	88.9	123.5	163.5
9	0.2	30	61.9	87.8	121.6	161.7
10	0.3	29.8	62	90	124.9	161.9
MEAN =	0.42	29.83	61.41	88.86	120.71	161.52

Pada tabel 4.6 diatas merupakan hasil pengukuran menggunakan *angle protactor* dan menggunakan perhitungan rumus mencari nilai sebenarnya untuk mengetahui nilai sudut yang mendekati dengan nilai *set point* sudut yang akan diambil pada nilai sudut yang digunakan pada tabel 4.6 dari nilai sudut 0° hingga 160° dan pada semua hasil pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan dicari nilai rata-rata dari setiap sudut yang telah diambil sehingga hasil tersebut bisa dibaca pada kolom *Mean*.

**Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Servo *Shoulder* Menggunakan Alat Ukur**

SERVO <i>SHOULDER</i>	
Nilai Sudut Menggunakan Alat Ukur	
120°	160°
62.7	15.5
62.1	19.7
61.3	17.7
61.6	19.9
63	18.2
57	20.1
55.2	20.8
56.5	16.5
58.4	18.3
55.1	18.1
59.29	18.48

Hasil pengukuran pada tabel 4.7 merupakan hasil pengukuran yang menggunakan alat ukur *angle protactor* yang sama halnya cara pengukuran tersebut sama dengan pengukuran pada tabel 4.5, yang menjelaskan pada pengambilan data tersebut dilakukan dengan cara mengukur dengan alat ukur terlebih dahulu dan dilanjutkan dengan menggunakan perhitungan rumus, akan tetapi pada tabel 4.7 kali ini hanya menggunakan alat ukur *angle protactor* sebagai bahan nilai sudut yang akan dihitung menggunakan rumus mencari nilai sudut sebenarnya.

**Tabel 4.8 Hasil Pengujian Servo *Elbow***

SERVO <i>ELBOW</i>						
No Data	Sudut Pengukuran					
	0°	25°	45°	70°	85°	140°
1	0.9	30	48.3	75.4	84.2	139.9
2	4.1	28.8	49	75.3	84.5	140.8
3	0.4	29	49.4	78.4	84.7	138.7
4	4.3	29.3	49	77.5	84.2	140.1
5	1.2	28	49.5	76.2	83.2	140.5
6	1.5	26.9	48.9	76.2	84.7	135.5
7	3.1	30	47.1	79	84.6	138.6
8	6.4	29.3	46.6	79	84.4	141
9	5.3	29	50	78.2	83.9	142
10	5	30	50.1	79.5	84.7	139.4
MEAN =	3.22	29.03	48.79	77.47	84.31	139.65

Hasil pengukuran yang telah dilakukan pada tabel 4.8 hasil dari nilai alat ukur *angle protactor* dan hasil menggunakan rumus mencari nilai sebenarnya yang telah digabungkan dan nilai dari setiap sudut tersebut telah mendekati dari nilai sudut yang telah ditentukan dari jarak 0° hingga 140°, akan tetapi semua pada percobaan ini nilai sudut yang dibaca pada tabel 4.8 ini merupakan hasil perhitungan rumus mencari nilai sudut sebenarnya dikarenakan pada saat pengukuran dengan alat ukur *angle protactok* peneliti melakukan pengukuran dengan sudut dengan kondisi *set point* dan pemasangan pada robot manipulator sehingga pada tabel 4.9 merupakan nilai sudut asli dalam pengambilan nilai sudut yang lalu di hitung menggunakan rumus mencari nilai sudut sebenarnya.

**Tabel 4.9 Hasil pengujian Servo *Elbow* Menggunakan Alat Ukur**

SERVO <i>ELBOW</i>					
Nilai Sudut Menggunakan Alat Ukur					
0°	25°	45°	70°	85°	140°
85.9	55	36.7	9.6	0.8	54.9
89.1	56.2	36	9.7	0.5	55.8
84.6	56	35.6	6.6	0.3	53.7
80.7	55.7	36	7.5	0.8	55.1
83.8	57	35.5	8.8	1.8	55.5
86.5	58.1	36.1	8.8	0.3	50.5
88.1	55	37.9	6	0.4	53.6
78.6	55.7	38.4	6	0.6	56
79.7	56	35	6.8	1.1	57
80	55	34.9	5.5	0.3	54.4
83.7	55.97	36.21	7.53	0.69	54.65

Pada hasil pengukuran pada tabel 4.9 merupakan hasil nilai pengukuran sudut sebenarnya yang menggunakan alat ukur *angle protactor*, akan tetapi dari hasil pengukuran alat tersebut sangat jauh dari nilai sudut *set point* yang telah ditentukan pada tabel sehingga pada pengukuran yang telah dilakukan dengan menggunakan alat *angle protactor* perlu menggunakan rumus perhitungan mencari nilai sudut sebenarnya yang telah di dapatkan pada tabel 4.8 dan hasil tersebut merupakan hasil perhitungan dari penggunaan rumus mencari nilai sudut sebenarnya.



**Gambar 4.6 Hasil Pengukuran Servo *Elbow* Pada Alat sudut 140°**

Dari gambar 4.8 sehingga pada hasil pengukuran diatas sudah dipastikan pada hasil yang diharapkan sangat jauh dari yang diinginkan sehingga dari kondisi 0° hingga pengukuran sudut 140° memerlukan perhitungan menggunakan rumus yang sama pada percobaan sebelumnya sehingga nilai pengukuran yang didapatkan sesuai dengan nilai sudut yang diharapkan dengan hasil yang cukup mendekati nilai sudut yang telah diterapkan yang bisa dilihat pada tabel 4.8.

**Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Servo *Wrist***

SERVO WRIST								
No Data	Sudut Pengukuran							Nilai <i>Error</i>
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	120°
1	2	29.4	58	84	108.8	140.4	178.7	11.2
2	0.7	30.1	60	83.9	108.8	139.3	177.9	11.2
3	1.8	30.3	58.5	83.6	108	139.1	178.4	12
4	0.4	30.2	57.4	83.1	107.8	139.8	178.6	12.2
5	2	25.8	57.5	82.2	107.6	138.1	179.4	12.4

6	2.1	27.5	61.1	83.2	109.5	141.5	177.6	10.5
7	0.2	27.6	58	82.3	110.5	140	179.5	9.5
8	2.6	29.5	58.3	81.7	108.6	139.6	177.6	11.4
9	0.5	29.7	61	82.7	108.5	138.1	179.9	11.5
10	1.4	29	60.4	83	112.9	137.6	178.6	7.1
MEAN =	1.37	28.91	59.02	82.97	109.1	139.35	178.62	10.9

Hasil pengukuran yang dilakukan pada servo *wrist* pada tabel 4.10 merupakan hasil pengukuran yang sama dengan hasil pengukuran sebelumnya akan tetapi pada hasil pengukuran yang telah dilakukan pada percobaan kali ini terdapat nilai error pada sudut 120° dikarenakan nilai sudut yang telah dihitung menggunakan rumus mencari nilai sudut sebenarnya dan menggunakan alat ukur *angle protactor* masih sangat jauh dari nilai *set point* sehingga memerlukan perhitungan rumus dengan nama mencari nilai *error*.

**Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Servo *Wrist* Menggunakan Alat Ukur**

SERVO WRIST						
Nilai Sudut Menggunakan Alat Ukur						
0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
88	60.6	32	6	18.8	50.4	88.7
89.3	59.9	30	6.1	18.8	49.3	87.9
88.2	59.7	31.5	6.4	18	49.1	88.4
89.6	59.8	32.6	6.9	17.8	49.8	88.6
88	64.2	32.5	7.8	17.6	48.1	89.4
87.9	62.5	28.9	6.8	19.5	51.5	87.6
89.8	62.4	32	7.7	20.5	50	89.5
87.4	60.5	31.7	8.3	18.6	49.6	87.6
89.5	60.3	29	7.3	18.5	48.1	89.9
88.6	61	29.6	7	22.9	47.6	88.6
88.63	61.09	30.98	7.03	19.1	49.35	88.62

Pada hasil pengukuran yang menggunakan alat ukur *angle protactor* pada tabel 4.11 merupakan hasil pengukuran yang didapatkan sehingga pada hasil pengukuran tersebut memerlukan perhitungan rumus mencari nilai sudut sebenarnya dan nilai error pada sudut 120° yang telah dijelaskan pada penjelasan tabel 4.10 sehingga semua hasil pengukuran yang telah dilakukan pada tabell 4.11 merupakan hasil pengukuran menggunakan alat *angle protactor*



**Gambar 4.7 Hasil Pengukuran Servo *Wrist* Pada Sudut 120°**

Pada perhitungan tersebut dilanjut dengan perhitungan rumus pengukuran nilai sudut sebenarnya yang dapat dilihat pada tabel 4.11 di tentukan nilai *set point* dan dikurangkan nilai pengukuran sudut yang telah didapatkan sehingga nilai yang diperoleh bisa dilihat dari tabel 4.10. Pada gambar 4.7 merupakan hasil pengambilan data secara *real time* sehingga nilai *error* yang didapat pada servo *wrist* ini memerlukan perhitungan rumus yang telah dibahas diawal pada sub bab pengujian *joystick* dan motor servo.

#### 4.3.2 PENGUJIAN SISTEM KONTROL *PUSH BUTTON*

Pada hasil pengujian yang didapatkan pada sistem kontrol *pushbutton* dilakukan dengan sudut yang sama sehingga dari segi perhitungan dan hasil sangat mirip, untuk hasil pengambilan data yang diambil menggunakan alat pengukur menjadi sama.

**Tabel 4.12 Hasil Pengukuran Servo *PushButton* Kondisi *Open* dan *Close***

SERVO PB <i>OPEN</i> & <i>CLOSE</i>				
No Data	Sudut Pengukuran			
	0°	30°	60°	90°
1	10.6	56.2	57	89.1
2	11.1	41.2	56.1	88.2
3	12	51.8	56	87.9
4	12.2	54.4	61	87.2
5	12.4	52.9	59.7	87.1
6	12.7	40.6	59	88.6
7	10.2	44.3	58.7	88.7
8	9	42.2	62.1	87.5
9	9.5	35.8	60.2	89.4
10	8.9	34.8	58.4	89.2
MEAN =	10.86	45.42	58.82	88.29

Pada hasil pengukuran pada servo motor dan *pushbutton* dengan kondisi *open* dan *close* pada tabel 4.12 merupakan hasil pengukuran yang serupa pada tabel 4.4 yang hasil pengukurannya dilakukan menggunakan pengukuran alat yang menggunakan alat ukur *angle protactor* yang telah dihitung menggunakan rumus mencari nilai sudut sebenarnya, dan untuk mencari nilai sudut yang menggunakan alat pengukuran *angle protactor* terdapat pada tabel 4.13 yang hasil tersebut merupakan hasil pengukuran yang menggunakan alat ukur *angle protactor*.

Pada tabel 4.12 untuk teknik cara pengambilan data yang dilakukan menggunakan alat ukur tersebut mendekati dari hasil perhitungan sudut yang menggunakan rumus :

$$\text{Nilai Set Point} - \text{Nilai Sudut Pengukuran} = \text{Nilai Sudut sebenarnya}$$

Dari hasil perhitungan tersebut mendapatkan nilai yang cukup mendekati dari hasil nilai *set point* walaupun pada saat sudut 0° memiliki nilai yang sangat jauh dari nilai sudut yang telah di tetapkan dikarenakan pada kondisi tersebut posisi pencapit yang dikendalikan oleh 2 buah *pushbutton* tersebut memiliki ketetapan posisi agar saat digunakan tidak membuat gerakan pembuka dan penutup pencapit tidak melebihi batas.

**Tabel 4.13 Hasil Pengukuran Servo *PushButton* Kondisi *Open* dan *Close* Menggunakan Alat Ukur**

SERVO PB OPEN & CLOSE			
Nilai Sudut Menggunakan Alat Ukur			
0°	30°	60°	90°
79.4	86.2	33	0.9
78.9	71.2	33.9	1.8
78	81.8	34	2.1
77.8	84.4	29	2.8
77.6	82.9	30.3	2.9
77.3	70.6	31	1.4
79.8	74.3	31.3	1.3
81	72.2	27.9	2.5
80.5	65.8	29.8	0.6
81.1	64.8	31.6	0.8
79.14	75.42	31.18	1.71

Pada hasil pengukuran yang telah dilakukan pada tabel 4.13 merupakan hasil pengukuran menggunakan alat ukur *angle protactor* yang memiliki nilai

sudut 0° hingga 90° yang akan diambil dari setiap set point yang telah diambil pada tabel 4.13 sehingga pada pengukuran tersebut peneliti menggunakan alat *angle protactor* dilakukan dengan kondisi servo *pushbutton* terpasang pada robot manipulator agar memudahkan peneliti untuk mengetahui nilai sudut yang akan pada saat pengukuran berlangsung.

#### **4.4 PENGUJIAN ALAT TERHADAP ANAK USIA DINI**

Pada pengujian alat ini diambil 4 buah indikator yang diantaranya :

1. Ketertarikan Anak Usia Dini Memainkan Alat Peraga Robotik
2. Anak Mengetahui Fungsi Sistem Pada Kendali Robot
3. Anak Mampu Mengoperasikan Dengan Alat Robotik, dan
4. Kemampuan Anak Dalam Menciptakan Bentuk Kreasi Yang Di Imajinasikan Anak

Dari ke-4 poin diatas dibuatkan dalam bentuk tabel data setiap anak sebanyak 10 siswa anak yang berupa narasi hasil pengamatan dari peneliti untuk menganalisa hasil perlakuan anak sebelum dan sesudah memainkan alat *prototype* ini, berikut data yang telah diambil dari 10 percobaan dan pengamatan terhadap siswa anak usia dini. Pada percobaan ini pun hasil yang didapatkan diantaranya siswa anak usia dini yang telah memainkan masih awam dalam memainkan alat yang baru dilihat dan masih terasa asing sehingga tingkat keingin tahuan terhadap seorang anak tinggi sehingga banyak yang antusias memainkan alat tersebut secara bergantian.