BAB IV

HASIL DAN UJI COBA

Pada bab ini akan dibahas pengujian robot mulai dari pengujian robot permodul sampai pengujian robot secara keseluruhan. Pengujian tersebut akan dilakukan secara bertahap dengan urutan sebagai berikut:

1. Pengujian Adaptor DC
2. Pengujian Rangkaian Arduino Mega2560
3. Pengujian Tombol
4. Pengujian Motor Servo
5. Pengujian Robot Secara Keseluruhan

IV.1. Pengujian Adaptor DC

Untuk mengetahui apakah Adaptor DC bekerja dengan baik atau tidak, dapat dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran dari adaptor DC tersebut dengan menggunakan Volt meter. Dari hasil pengukuran menggunakan volt meter diperoleh tegangan keluaran sebesar 5,13 Volt DC. dengan demikian tegangan sebesar ini telah dapat digunakan sebagai sumber tegangan untuk Motor Servo. Karena Motor Servo yang digunakan dapat beroperasi pada kisaran tegangan 4,8 Volt sampai 6 Volt.

Gambar IV.1. Pengukuran Tegangan Adaptor DC

IV.2. Pengujian Rangkaian Arduino Mega2560

Pada pengujian Arduino Mega2560 ini dapat dilakukan dengan beberapa pengujian, dari pengujian tersebut dapat menunjukkan bekerja atau tidaknya Arduino Mega2560. Pengujian dilakukan dengan memberikan program sederhana pada Arduino Mega2560 sebagai berikut:

```
#include <Servo.h>
servo1.attach(2);
servo2.attach(8);
servo3.attach(10);
servo4.attach(4);

void setup() {
//servo lengan pemutar rubik
servo1.write(110); //posisi lengan vertikal
servo2.write(110); //posisi lengan vertikal
servo3.write(130); //posisi lengan vertikal
servo4.write(110); //posisi lengan vertikal
}

void loop(){
servo1.write(0); delay(500);
servo1.write(110); delay(500);
servo2.write(0); delay(500);
servo2.write(110); delay(500);
```

```
servo3.write(0); delay(500);
servo3.write(110); delay(500);
servo4.write(0); delay(500);
servo4.write(110); delay(500);
}
```

Program diatas bertujuan untuk menggerakkan lengan pemutar rubik pada robot. Lengan mula-mula akan di-*set* ke vertikal, setelah program dijalankan maka posisi lengan pemutar akan bergerak posisi horizontal selama 500 *mili second* dan kembali lagi ke posisi vertikal selama 500 *mili second*. Kondisi ini akan bergantian pada ke empat lengan pemutar tersebut. Jika lengan pemutar rubik tersebut berjalan sesuai dengan perintah pada program, maka Arduino Mega2560 dapat bekerja dengan baik.

IV.3. Pengujian Motor Servo

Pengujian Motor Servo dapat dilakukan dengan cara memberi program dasar untuk menggerakkan Motor Servo. Program tersebut adalah sebagai berikut:

```
#include <Servo.h>

Servo myservo;
int pos = 0;

void setup() {
 myservo.attach(9);
}

void loop() {
  for (pos = 0; pos <= 180; pos += 1) {
       myservo.write(pos);  delay(15);
  }
  for (pos = 180; pos >= 0; pos -= 1) {
    myservo.write(pos);   delay(15);
  }
}
```

Dari program diatas dapat dilihat bahwa Motor Servo mula-mula di-*set* ke posisi sudut 0 derajat. Setelah program dijalankan maka Motor Servo bergerak dari posisi sudut 0 derajat ke 180 derajat dan bergerak balik dari sudut 180 derajat ke 0 derajat.

IV.4. Pengujian Tombol

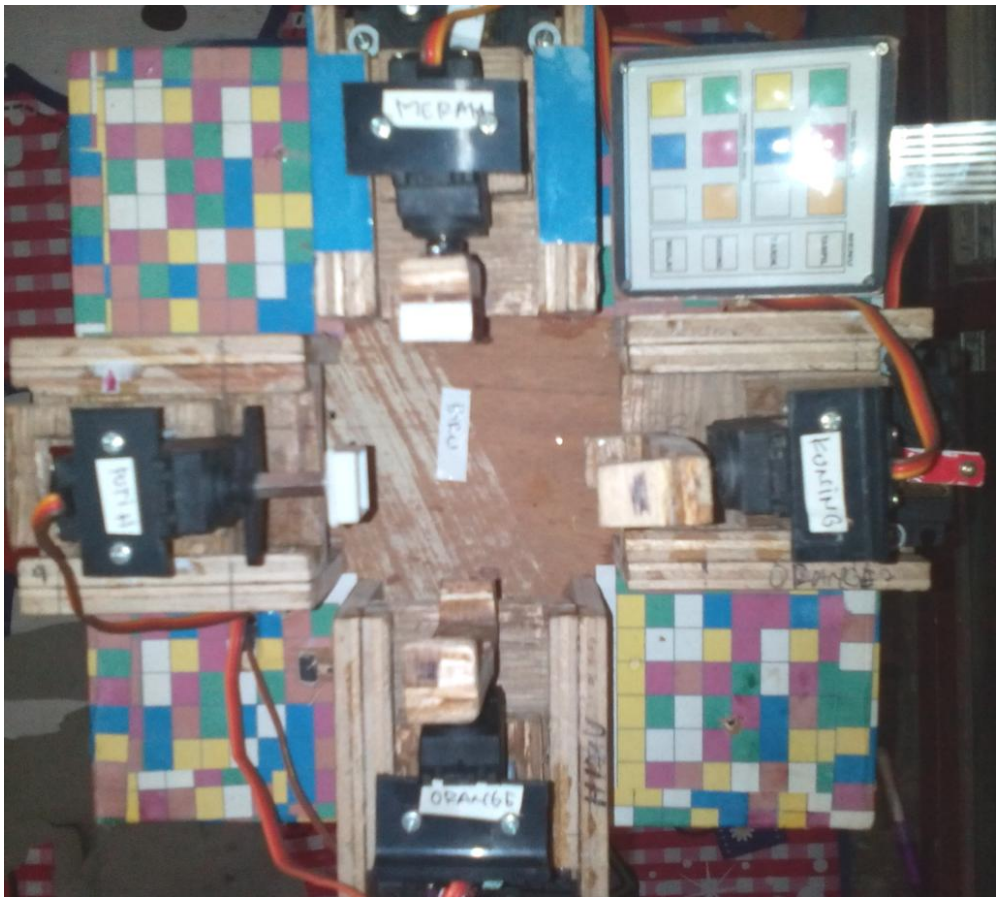
Tombol berfungsi untuk menjalankan perintah yang diberikan pada robot, jika tombol tidak bekerja dengan baik maka robot tidak akan berjalan karena tidak ada perintah, yang dikarenakan tombol gagal berfungsi. Maka dari itu perlu dilakukan pengujian terhadap tombol. Pengujian dapat dilakukan dengan program untuk menampilkan karakter pada saat tombol ditekan. Program tersebut adalah sebagai berikut:

```
#include <Keypad.h>
const byte ROWS = 4;
const byte COLS = 4;
char keys[ROWS][COLS] = {
  {'7','2','3','A'},
  {'O','P','6','D'},
  {'1','8','9','C'},
  {'M','K','H','B'}
};
byte rowPins [ROWS] = {31,33,35,37};
byte colPins [COLS] = {45,43,41,39};
Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS
);
void setup() {
Serial.begin(9600);
}
void loop() {
 char key = keypad.getKey();
  if (key != NO_KEY){
    Serial.println(key);
    }
}
```

Setelah program tersebut dijalankan pada Arduino Mega2560, selanjutnya lakukan pengujian pada tombol dengan menekan tombol dan perhatikan pada tampilan Serial monitor pada software Arduino IDE, jika pada saat tombol ditekan dan menampilkan karakter tertentu, maka tombol bekerja dengan baik dan sebaliknya.

IV.5. Pengujian Robot Secara Keseluruhan

Hasil perancangan keseluruhan Robot *Rubik's cube* 3x3x3, dapat dilihat seperti gambar berikut:



Gambar IV.2. Tampilan Robot *Rubik's Cube*

Perancangan Robot *Rubik's cube* 3x3x3 ini terdiri dari Arduino Mega2560, Motor Servo, Tombol, dan Adaptor DC.

Langkah awal pengujian adalah dengan menghidupkan Arduino Mega2560, selanjutnya meng-*input* posisi-posisi warna pada rubik kedalam Mikrokontroler Arduino Mega2560. *Input*-an warna *cube* pada masing-masing sisi rubik ditentukan dengan posisi *face*, posisi *face* dapat dilihat dari *center piece*. Penentuan posisi *face* yang benar dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel IV.1. Bagian *Face* Pada Sisi Rubik

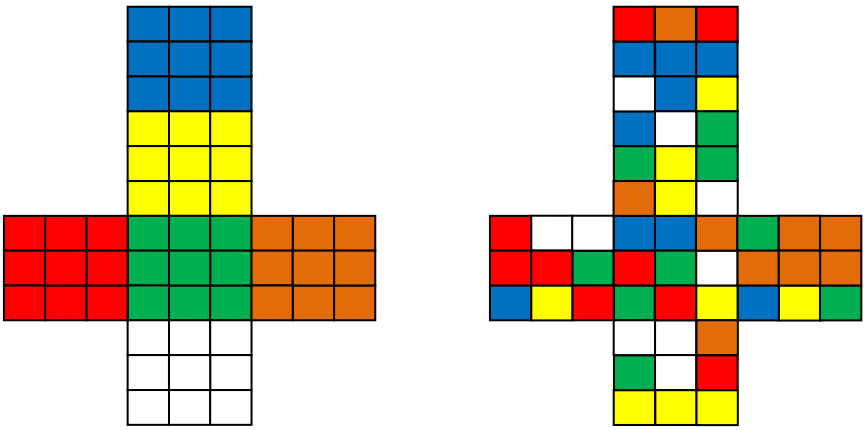
Warna bagian depan (*face*)	**Warna bagian atas**
Hijau	Kuning
Merah	Kuning
Orange	Kuning
Kuning	Biru
Biru	Putih
Putih	Hijau

Selanjutnya *input*-kan warna *cube* bagian depan (*face*) secara berurutan, urutan *input*-an *cube* dapat dilihat pada gambar berikut:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Gambar IV.3. Urutan *Input*-an *Cube*

Lakukan *input*-an posisi warna rubik yang telah diacak. Posisi rubik yang telah teracak dapat dilihat pada Gambar IV.4.



a b

Gambar IV.4. Gambar (a) Rubik belum teracak, Gambar (b) Rubik yang telah teracak

Pada gambar diatas terlihat gambar rubiks yang telah teracak, selanjutnya melakukan pengujian *input*an rubik yang teracak tersebut dengan menggunakan tombol. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel IV.2. Hasil *Input*-an Pada *Face* Merah

Cube ke-	Warna	Hasil *Input*an	Berhasil	Gagal	keterangan
1	Merah	Merah	✓	-	*Input*-an benar
2	Putih	Putih	✓	-	*Input*-an benar
3	Putih	Putih	✓	-	*Input*-an benar
4	Merah	Merah	✓	-	*Input*-an benar
5	Merah	Merah	✓	-	*Input*-an benar
6	Hijau	Hijau	✓	-	*Input*-an benar
7	Biru	Biru	✓	-	*Input*-an benar
8	Kuning	Kuning	✓	-	*Input*-an benar
9	Merah	Merah	✓	-	*Input*-an benar

Tabel IV.3. Hasil *Input*-an Pada *Face* Kuning

Cube ke-	Warna	Hasil *Input*an	Berhasil	Gagal	keterangan
1	Biru	Biru	✓	-	*Input*-an benar
2	Putih	Putih	✓	-	*Input*-an benar
3	Hijau	Hijau	✓	-	*Input*-an benar
4	Hijau	Hijau	✓	-	*Input*-an benar
5	Kuning	Kuning	✓	-	*Input*-an benar
6	Hijau	Hijau	✓	-	*Input*-an benar
7	Orange	Orange	✓	-	*Input*-an benar
8	Kuning	Kuning	✓	-	*Input*-an benar
9	Putih	Putih	✓	-	*Input*-an benar

Tabel IV.4. Hasil *Input*-an Pada *Face* Hijau

Cube ke-	Warna	Hasil *Input*an	Berhasil	Gagal	keterangan
1	Biru	Biru	✓	-	*Input*-an benar
2	Biru	Biru	✓	-	*Input*-an benar
3	Orange	Orange	✓	-	*Input*-an benar
4	Merah	Merah	✓	-	*Input*-an benar
5	Hijau	Hijau	✓	-	*Input*-an benar
6	Putih	Putih	✓	-	*Input*-an benar
7	Hijau	Hijau	✓	-	*Input*-an benar
8	Merah	Merah	✓	-	*Input*-an benar
9	Kuning	Kuning	✓	-	*Input*-an benar

Tabel IV.5. Hasil *Input*-an Pada *Face* Biru

Cube ke-	Warna	Hasil *Input*an	Berhasil	Gagal	keterangan
1	Merah	Merah	✓	-	*Input*-an benar
2	Orange	Orange	✓	-	*Input*-an benar
3	Merah	Merah	✓	-	*Input*-an benar
4	Biru	Biru	✓	-	*Input*-an benar
5	Biru	Biru	✓	-	*Input*-an benar
6	Biru	Biru	✓	-	*Input*-an benar
7	Putih	Putih	✓	-	*Input*-an benar
8	Biru	Biru	✓	-	*Input*-an benar
9	Kuning	Kuning	✓	-	*Input*-an benar

Tabel IV.6. Hasil *Input*-an Pada *Face* Orange

Cube ke-	Warna	Hasil *Input*an	Berhasil	Gagal	keterangan
1	Hijau	Hijau	✓	-	*Input*-an benar
2	Orange	Orange	✓	-	*Input*-an benar
3	Orange	Orange	✓	-	*Input*-an benar
4	Orange	Orange	✓	-	*Input*-an benar
5	Orange	Orange	✓	-	*Input*-an benar
6	Orange	Orange	✓	-	*Input*-an benar
7	Biru	Biru	✓	-	*Input*-an benar
8	Kuning	Kuning	✓	-	*Input*-an benar
9	Hijau	Hijau	✓	-	*Input*-an benar

Tabel IV.7. Hasil *Input*-an Pada *Face* Putih

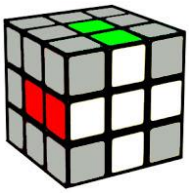
Cube ke-	Warna	Hasil *Input*an	Berhasil	Gagal	keterangan
1	Putih	Putih	✓	-	*Input*-an benar
2	Putih	Putih	✓	-	*Input*-an benar
3	Orange	Orange	✓	-	*Input*-an benar
4	Hijau	Hijau	✓	-	*Input*-an benar
5	Putih	Putih	✓	-	*Input*-an benar
6	Merah	Merah	✓	-	*Input*-an benar
7	Kuning	Kuning	✓	-	*Input*-an benar
8	Kuning	Kuning	✓	-	*Input*-an benar
9	Kuning	Kuning	✓	-	*Input*-an benar

Setelah semua posisi warna di*input*-kan, selanjutnya adalah menempatkan rubik yang telah teracak ke lengan robot *rubik's cube*. Tempatkan rubiks ke lengan robot pada posisi *face* sesuai dengan warna pada masing-masing lengan robot. Setelah rubik terpasang dengan benar pada lengan robot, kemudian sambungkan sumber tegangan 220 volt AC, selanjutnya adalah menjalankan robot *rubik's cube* dengan menekan tombol *start*.

IV.6. Pengujian Metode Jessica Fridrich Pada Robot *Rubik's Cube*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah Metode Jessica Fridrich dapat berjalan dengan benar pada Robot *Rubik's Cube* ini. Pengujian akan dilakukan berdasarkan langkah per langkah penyelesaian rubik. Langkah – langkah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Langkah pertama, menyelesaikan *cross* pada sisi putih



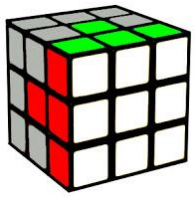
Gambar IV.5. Posisi *Cross* Yang Benar Pada Langkah Pertama

Pengujian dilakukan pada rubik yang telah teracak, perhatikan pada gambar IV.5 posisi cross yang benar, dimana kaki-kaki edge yang membentuk cross harus sama dengan center nya. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel IV.8.

Tabel IV.8. Pengujian Langkah Pertama

Sisi	Cube ke-	Hasil Harapan	Hasil Output	Hasil Uji
Putih	2	Putih	Putih	√
Putih	4	Putih	Putih	√
Putih	6	Putih	Putih	√
Putih	8	Putih	Putih	√
Merah	8	Merah	Merah	√
Hijau	8	Hijau	Hijau	√
Orange	8	Orange	Orange	√
Biru	2	Biru	Biru	√

2. Langkah kedua, mengisi posisi *corner piece* pada sisi putih dan sekaligus membentuk *layer* pertama.



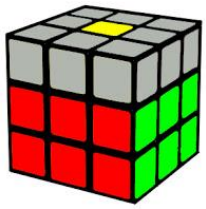
Gambar IV.6. *Layer* Pertama Pada Langkah Kedua

Setelah *Cross* pada langkah pertama selesai, dilanjutkan dengan pengujian langkah kedua. Pada pengujian ini posisi pada langkah sebelumnya telah terbentuk. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel IV.9.

Tabel IV.9. Pengujian Langkah Kedua

Sisi	Cube ke-	Hasil Harapan	Hasil Output	Hasil Uji
Putih	1	Putih	Putih	√
Putih	3	Putih	Putih	√
Putih	7	Putih	Putih	√
Putih	9	Putih	Putih	√
Merah	7	Merah	Merah	√
Merah	9	Merah	Merah	√
Hijau	7	Hijau	Hijau	√
Hijau	9	Hijau	Hijau	√
Orange	7	Orange	Orange	√
Orange	9	Orange	Orange	√
Biru	1	Biru	Biru	√
Biru	3	Biru	Biru	√

3. Langkah ketiga, menyelesaikan *layer* kedua dengan mengisi posisi *edge piece* pada sisi merah, hijau, orange, dan biru dengan cube yang sesuai.



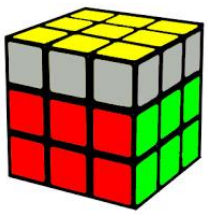
Gambar IV.7. *Layer* Kedua Pada Langkah Ketiga

Setelah *Layer* pertama pada langkah kedua selesai, dilanjutkan dengan pengujian langkah ketiga. Pada pengujian ini posisi pada langkah sebelumnya telah terbentuk. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel IV.10.

Tabel IV.10. Pengujian Langkah Ketiga

Sisi	Cube ke-	Hasil Harapan	Hasil Output	Hasil Uji
Merah	4	Merah	Merah	√
Merah	6	Merah	Merah	√
Hijau	4	Hijau	Hijau	√
Hijau	6	Hijau	Hijau	√
Orange	4	Orange	Orange	√
Orange	6	Orange	Orange	√
Biru	4	Biru	Biru	√
Biru	6	Biru	Biru	√

4. Langkah keempat, menyelesaikan *layer* bagian atas yaitu sisi kuning.



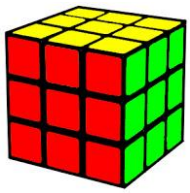
Gambar IV.8. *Layer* Atas Sisi Kuning Pada Langkah Keempat

Setelah *Layer* kedua pada langkah ketiga selesai, dilanjutkan dengan pengujian langkah keempat. Pada pengujian ini posisi pada langkah sebelumnya telah terbentuk. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel IV.11.

Tabel IV.11. Pengujian Langkah Keempat

Sisi	Cube ke-	Hasil Harapan	Hasil Output	Hasil Uji
Kuning	1	Kuning	Kuning	√
Kuning	2	Kuning	Kuning	√
Kuning	3	Kuning	Kuning	√
Kuning	4	Kuning	Kuning	√
Kuning	5	Kuning	Kuning	√
Kuning	6	Kuning	Kuning	√
Kuning	7	Kuning	Kuning	√
Kuning	8	Kuning	Kuning	√
Kuning	9	Kuning	Kuning	√

5. Langkah kelima, menyelesaikan *layer* ketiga dengan menukar posisi *corner* dan *edge piece* sesuai pada tempatnya.



Gambar IV.9. *Layer* Ketiga Pada Langkah Keenam

Setelah *Layer* bagian atas yaitu sisi kuning pada langkah keempat selesai, dilanjutkan dengan pengujian langkah kelima. Pada pengujian ini posisi pada langkah sebelumnya telah terbentuk. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel IV.12.

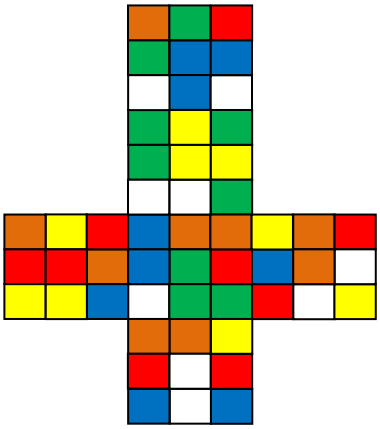
Tabel IV.12. Pengujian Langkah Kelima

Sisi	Cube ke-	Hasil Harapan	Hasil Output	Hasil Uji
Merah	1	Merah	Merah	√
Merah	2	Merah	Merah	√
Merah	3	Merah	Merah	√
Hijau	1	Hijau	Hijau	√
Hijau	2	Hijau	Hijau	√
Hijau	3	Hijau	Hijau	√
Orange	1	Orange	Orange	√

Orange	2	Orange	Orange	√
Orange	3	Orange	Orange	√
Biru	7	Biru	Biru	√
Biru	8	Biru	Biru	√
Biru	9	Biru	Biru	√

IV.7. Pengujian Robot Rubik's Cube

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan robot untuk menyelesaikan suatu rubik yang teracak kembali ke keadaan semula dengan menggunakan Metode Jessica Fridrich. Pengujian akan dilakukan dengan sebanyak tiga kali, dimana acakan pada setiap pengujian adalah sama. Posisi acakan rubik dapat dilihat pada gambar IV.10:



Gambar IV.13. Rubik yang teracak

Untuk hasil pengujian pada robot dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel IV.13. Tabel Hasil Pengujian Pada Robot *Rubik's Cube*

Langkah	**Waktu (detik)**		
	Pengujian I	**Pengujian II**	**Pengujian III**
Cross	59	59	59
Corner	134	134	134
Layer kedua	238	238	238
OLL	319	319	319
PLL	384	384	384

IV.8. Kelebihan dan Kekurangan

Pada perancangan robot *rubik's cube* 3x3x3 berbasis mikrokontroler menggunakan metode Jessica Fridrich ini masih jauh dari sempurna. Perancangan robot rubik's cube ini memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan, diantaranya:

a. Kelebihan

Adapun beberapa kelebihan yang dimiliki, antara lain:

1. Robot *Rubik's Cube* ini sudah menggunakan sebuah metode.
2. Robot *Rubik's Cube* ini sudah dapat menyelesaikan rubik yang telah teracak dengan segala kondisi acakan.

b. Kekurangan

Adapun kekurangan yang dimiliki, antara lain:

1. Pencarian solusi penyelesaian rubik berdasarkan kondisi-kondisi yang telah ditentukan dalam metode, bukan mencari solusi tercepat.