

BAB IV

PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas mengenai pengujian keseluruhan alat yang telah dibuat. Pengujian ini dibagi menjadi dua bagian, pertama yaitu pengujian perangkat keras (*Hardware*) pengujian kedua yaitu pengujian Perangkat Lunak (*Software*). Pada pengujian Perangkat Keras (*Hardware*) yaitu pengujian masing-masing rangkaian elektronik masing-masing komponen yang digunakan dalam sebuah papan sirkuit terpadu (PCB). Pengujian Perangkat Keras dilakukan untuk mengetahui kinerja masing-masing komponen elektronik yang digunakan sehingga didapatkan data-data hasil pengujian kinerja berupa data seperti pengujian Catu Daya, pengujian sistem minimum dan data komunikasi input/ouput rangkaian yang digunakan.

Sedangkan pengujian Perangkat Lunak (*Software*) yaitu pengujian mengenai sistem alur program serta program yang ditanam pada sistem minimum Mikrokontroler apakah benar-benar telah berjalan dengan baik. Selain itu, pengujian *software* meliputi pengujian tampilan *User Interface* yang mewakili perintah-perintah untuk mengakses modul FM maupun IC decoder Mp3 yang digunakan pada alat Tugas Akhir. Gambar berikut ini menunjukkan Alat Tugas Akhir Mp3 *PLayer* Berbasis Mikrokontroler ATMega2560 dengan penampil TFT LCD 3,95 *Inch*.



Gambar 4.1 Tampilan Menu Alat Tugas Akhir

Mp3 PLayer berbasis ATmega2560 dengan penampil TFT LCD 3,95 Inch memiliki 12 menu. Namun yang akan dibahas dalam pengujian hanya beberapa menu saja diantaranya Pemutar FM, Pemutar Musik Mp3, Setting Jam dan Kalender serta kalibrasi LCD. Desain *Mp3 PLayer* ini dibuat menyerupai bentuk dan ukuran seperti pada umumnya yang berkembang selama ini. Untuk menunjang kebutuhan tersebut maka dalam pembuatan desain PCB dibuat 2 Layer yaitu Layer Atas (*Top*) dan Layer Bawah (*Bottom*).

4.1 Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*)

Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*) meliputi beberapa pengujian rangkaian sistem elektronik pada sistem yang dibuat diantaranya:

1. Pengujian Catu Daya
2. Pengujian Sistem Minimum ATmega2560

3. Pengujian TFT LCD 3,95Inch
4. Pengujian Modul FM RDA5807
5. Pengujian Mp3 VS1053

4.1.1 Pengujian Catu Daya

Catu Daya merupakan sistem yang sangat penting pada Rancang Bangun *Mp3 PLayer* tersebut, karena Catu Daya berfungsi untuk mengubah dan menyuplai tegangan keseluruhan komponen yang digunakan. Pada alat yang dibuat, ada beberapa bagian Catu Daya, yaitu Catu Daya dengan tegangan 5V,3,3V dan 1,8V. Catu Daya 5V yaitu bersumber dari USB PC/Laptop ketika *Mp3 PLayer* terhubung ke Komputer/Laptop. Sedangkan Catu Daya 3,3V yaitu Catu Daya bersumber dari Regulator AMS1117 yang menurunkan tegangan dari *Lithium Battery* 3,7V menjadi 3,3V sebagai Catu Daya utama pada sistem yang dibuat. Catu Daya 1,8V bersumber dari regulator AMS1117 1,8V berfungsi untuk menyuplai rangkaian *Mp3 PLayer*. Tabel 4.1 Berikut menunjukkan hasil pengujian Catu Daya, pengukuran dengan menggunakan multimeter.

Tabel 4.1 Pengujian Catu Daya

No.	Jenis Catu Daya	V Terukur (V)
1.	5V Komputer	5,01
2.	Battry Lithium	4,16
3.	AMS1117 (3,3)	3,31
4.	AMS1117(1,8)	1,87

Dari tabel 4.1 masing-masing tegangan terukur masih dalam rentang batas toleransi. Tegangan terukur pada *Lithium Battery* yaitu pada saat kondisi *Battery*

dalam keadaan terisi penuh. Selain pengujian kondisi ideal *Battery* dengan keadaan penuh, juga pengujian dilakukan ketika perangkat dihubungkan dengan komputer.

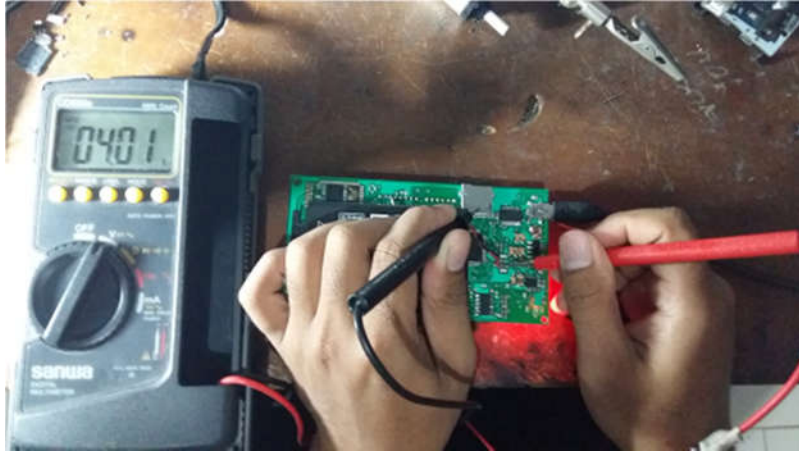


Gambar 4.2 Pengujian Catu Daya

Fungsi IC *Regulator* AMS1117 (1,8V) dan AMS1117 (3,3V) yaitu untuk meregulasikan tegangan input berapapun menjadi tegangan output yang stabil $\pm 1,8V$ dan $\pm 3,3V$. Karena rangkaian mikrokontroler membutuhkan tegangan yang stabil agar tidak mudah terjadi *Reset System* yang diakibatkan oleh suplai Catu Daya yang tidak stabil.

4.1.2 Pengujian Pengisian *Battery* dengan IC TP4056

Untuk mendukung perangkat yang memiliki fitur *Portabel*, maka digunakan *Lithium Battery* sebagai sumber Catu Daya utama ketika *Mp3 PLayer* tidak terhubung dengan komputer/Laptop. Tentunya *Lithium Battery* tersebut harus dilakukan pengisian ulang agar mampu menyuplai Catu Daya keseluruhan rangkaian. Rangkaian pengisian *Lithium Battery* yang digunakan adalah TP4056 merupakan IC yang berfungsi untuk mengatur dan mengontrol pengisian *Battery* dengan memiliki arus dan tegangan yang konstan.



Gambar 4.3 Pengujian Tegangan *Lithium Battery*

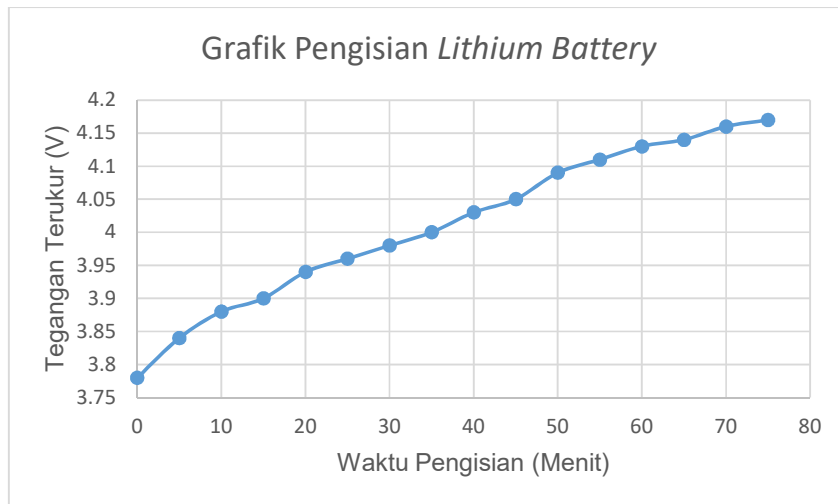
Berikut merupakan Tabel pengujian pengisian *Lithium Battery* menggunakan TP4056.

Tabel 4.2 Pengujian Pengisian *Lithium Battery*

No.	Waktu Pengisian	V Terukur	Keterangan LED
1	5	3,78	Merah
2	10	3,84	Merah
3	15	3,88	Merah
4	20	3,90	Merah
5	25	3,95	Merah
6	30	3,98	Merah
7	35	4,00	Merah
8	40	4,03	Merah
9	45	4,05	Merah
10	50	4,09	Merah
11	55	4,11	Merah
12	60	4,13	Merah
13	65	4,14	Merah
14	70	4,16	Hijau

Dari data tabel 4.2 diketahui bahwa tegangan *Battery* dianggap kosong yaitu pada *level* tegangan 3,78V. dengan kelipatan pengisian 5 menit rata-rata penambahan tegangan adalah sekitar 0,02 - 0,05V. Sebelum *level* tegangan

mendekati 4,16V maka indikator pengisian masih LED warna Hijau yang menyala, tetapi ketika sudah mencapai 4,16V maka LED warna Biru yang menyala. Grafik waktu pengisian dengan tegangan yang terukur pada *Battery* ditunjukkan Gambar 4.4 Berikut ini.



Gambar 4.4 Grafik Pengisian *Lithium Battery*

Gambar 4.4 Menunjukkan grafik pengisian *Battery* bersifat Linier dengan rentang waktu pengisian dari *Battery* dianggap kosong dengan tegangan 3,7V sampai *Battery* penuh dengan tegangan 4,2V adalah sekitar 80 Menit.

4.1.3 Pengujian Ketahanan Pemakaian *Battery*

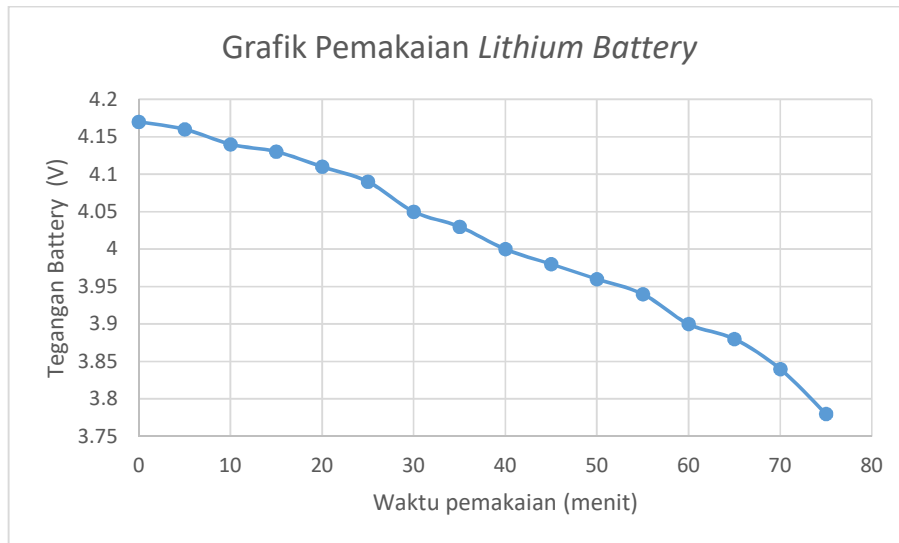
Lithium Battery sebagai sumber Catu Daya yang digunakan pada *Mp3 PLayer* yang dibuat tentu memiliki peranan yang sangat penting, sehingga harus diuji ketahanan waktu pemakaiannya. Kapasitas *Battery* sangat mempengaruhi berapa lama waktu pemakaian *Mp3 PLayer* baik ketika Stand by maupun ketika beroperasi maksimal. Tipe *Lithium Battery* yang digunakan adalah seperti yang

digunakan Smartphone zaman sekarang pada umumnya. Harapannya dengan menggunakan jenis *Battery* tersebut memiliki ketahanan yang cukup lama.

Dengan menggunakan rangkaian charging TP4056 mampu mengisi sampai kapasistas 1000 mAh dengan *level* tegangan 3.7Vdc. pengujian ketahanan waktu pemakaian *Battery* berbanding lurus dengan satuan waktu seperti ditunjukkan Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Pengujian waktu Pemakaian *Lithium Battery*

No.	Waktu (Menit)	Tegangan Terukur (V)
1.	5	4,16
2.	10	4,14
3.	15	4,13
4.	20	4,1
5.	25	4,9
6.	30	4,7
7.	35	4,6
8.	40	4,4
9.	45	4,3
10.	50	4,2
11.	55	4,1
12.	60	4
13	70	3,9
14	80	3,8
15	90	3,7
16	100	3,6



Gambar 4.5 Grafik Waktu Ketahanan Penggunaan *Lithium Battery*

Dari Gambar 4.5 diketahui grafiknya merupakan linier terhadap waktu penggunaan. Monitoring pengukuran tegangan setiap 5 menit sekali dengan penurunan tegangan ± 0.05 V. jika dihitung efisiensi *Battery* antara waktu pengisian dengan waktu penggunaannya dapat dihitung dengan persamaan 4.1 berikut ini.

$$Efisiensi = \frac{Penggunaan - Pengisian}{Pengisian} \times 100\% \dots\dots\dots 4.1$$

$$Efisiensi = \frac{100 - 70}{70} \times 100\%$$

$$Efisiensi = 30\%$$

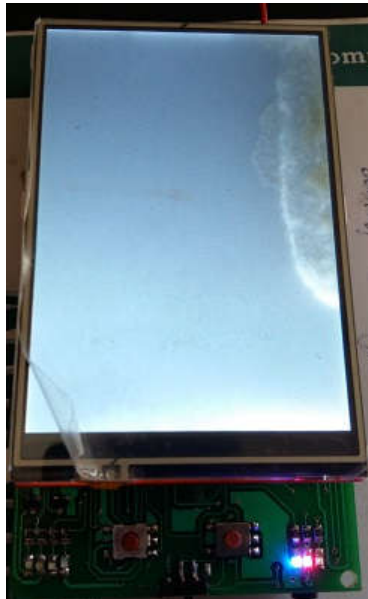
4.1.4 Pengujian Sistem Minimum ATmega2560

Pengujian sistem minimum dilakukan dengan memberikan suplai tegangan dari *Lithium Battery* kemudian mengukur masing-masing bagian tegangan yang menyuplai ke masing-masing rangkaian. Rangkaian sistem minimum dikatakan

baik dan benar jika program dari Komputer atau Laptop dapat di *upload* ke Mikrokontroler. Rangkaian *interface* antara komputer dengan rangkaian sistem minimum ATmega260 menggunakan rangkaian USB to TTL FTDI232.

Fungsi rangkaian USB to TTL FTDI232 adalah sebagai jembatan untuk mengubah komunikasi dari komputer yaitu USB dengan mikrokontroler berupa serial TTL. Agar sistem minimum ATmega2560 dapat diupload program melalui komunikasi *Port Serial*, maka sebelumnya mikrokontroler ATmega2560 harus diisi bootloader terlebih dahulu. Bootloader adalah program yang ditanamkan pada flash mikrokontroler untuk menangani input output pada saat mikrokontroler di masukkan program ke dalamnya.

Gambar berikut ini menunjukkan pengujian Sistem Minimum ATmega2560 seperti ditunjukkan Gambar 4.6.



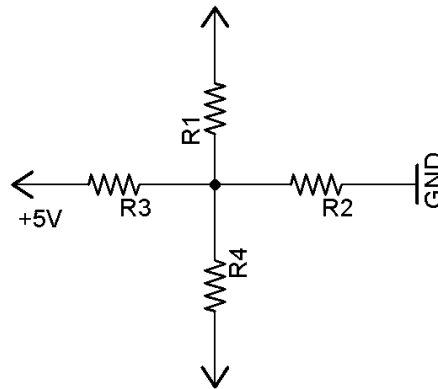
Gambar 4.6 Pengujian Sistem Minimum ATmega2560

Pada pengujian ini sistem minimum ATmega2560 diprogram dengan menghidupkan led blinking. Sistem minimum dikatakan benar apabila program dapat diupload ke mikrokontroler ATmega2560 dan program tersebut bekerja sesuai dengan perintah yang dibuat pada program IDE Arduino. Pada Gambar 4. LED dengan warna biru menyala yang terhubung dengan Pin digital 13. Pada program LED blinking yang dinyalakan adalah pin digital 13 selama 1000 *milisecond* kemudian *OFF* selama 1000 *milisecond*. Berikut merupakan program pengujian sistem minimum ATmega2560.

```
void setup() { // Fungsi inisialisasi
    pinMode(13, OUTPUT);
}
//Fungsi pengulangan secara terus menerus
void loop() {
    digitalWrite(13, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(13, LOW);
    delay(1000); // waktu tunda 1 Second
}
```

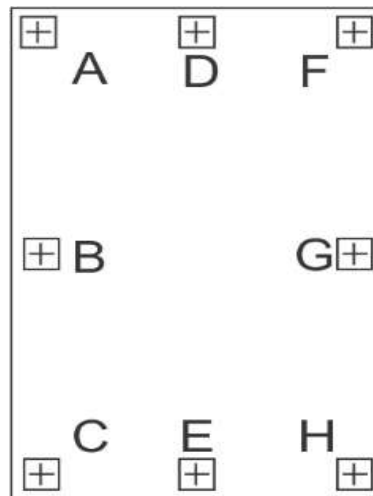
4.1.5 Kalibrasi Pengujian Sensor *Touchscreen*

TFT LCD 3,95 *Inch* merupakan gabungan antara display LCD dan *Touchsensor*. *Touchsensor* berfungsi untuk *interface* antara *user* dengan LCD agar bisa mengakses tampilan menu-menu yang sudah diprogram. Karena *Touchsensor* yang digunakan bersifat *Resistive*, maka data output *Touchsensor* ini terdiri dari 4-Wire data analog yang dihubungkan dengan pin ADC ATmega2560.



Gambar 4.7 Simulasi Pembacaan Data *Touchsensor*

Analoginya *Touchsensor* seperti rangkaian pembagi tegangan yang terdiri dari 4 buah *resistor*. Pembacaan data melalui Resistansi X dan Y. Penjelasan titik pengujian seperti ditunjukkan Gambar berikut ini.



Gambar 4.8 Titik Kalibrasi *Touchsensor*

Gambar 4.1 menunjukkan titik kalibrasi *Touchsensor* yang dimapping nilai koordinatnya pada masing-masing titik tersebut. Nilai yang didapatkan pada saat penekanan tersebut merupakan nilai ADC sensor *Touchscreen* pada masing-masing

koordinat X dan koordinat Y. misalkan nilai koordinat Y didapat dengan mengakumulasi nilai ADC titik sentuhan pada titik A, B dan C.

Tabel 4.4 Nilai ADC titik kalibrasi Sensor *Touchscreen*

No.	Titik Kalibrasi	ADC X	ADC Y
1.	A	901	836
2.	B	875	575
3.	C	865	188
4.	D	406	796
5.	E	517	116
6.	F	177	764
7.	G	176	489
8.	H	183	172



Gambar 4.9 Kalibrasi Sensor *Touchscreen*

Nilai hasil kalibrasi kemudian dimasukkan kedalam program untuk menentukan nilai rata-rata kalibrasi. Sehingga nilai ADC pada masing-masing koordinat bias sama dengan nilai *pixel* pada LCD tersebut.

4.1.6 Pengujian TFT LCD 3,95 Inch

Komunikasi TFT LCD 3,95 Inch dengan mikrokontroler ATmega2560 yaitu Parallel 8-bit. Sedangkan sensor *Touchscreen* menggunakan 4 buah jalur data analog (*Analog To Digital Converter*). TFT LCD 3,95 Inch memiliki rangkaian shift register 74HC245 sebagai decoder data 8-bit ke TFT LCD 3,95 Inch. Pada pengujian ini yaitu bagaimana cara menampilkan *file Bitmap* ke LCD. Dalam program yang ditangani oleh *library <UTFTGLUE.h>* ada 2 cara menampilkan *file Bitmap* ke LCD, yaitu pertama *file Bitmap* disimpan dalam *MicroSD* kemudian ditampilkan ke LCD. Kedua, *file Bitmap* diubah terlebih dahulu ke dalam sekumpulan Kode *Hexadecimal* kemudian disimpan pada *Flash Memory* Mikrokontroler ATmega2560.



Gambar 4.10 Pengujian TFT LCD 3,95 Inch

Pada Tugas Akhir ini *icon-icon* menu dibuat dengan *format file* gambar *Bitmap* kemudian dikonversi kedalam bentuk baris kode yang disimpan pada *Flash*

Memory ATmega2560. Program untuk menampilkan *file* gambar *Bitmap* dalam bentuk kode *Hexa* ditangani oleh *library* <UTFTGLUE.h> seperti ditunjukkan pada baris program berikut ini.

```
#include <UTFTGLUE.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
extern const uint8_t logo[];
void setup(){
  utfia.InitLCD(TOUCH_ORIENTATION);

  lutfia.clrScr();

  lutfia.setFont(SmallFont);

  #if (USE_UTOUCH)

    myTouch.InitTouch(TOUCH_ORIENTATION);

  #endif

  lutfia.drawBitmap(60,200,logo,200,80,
  lutfia.color565(255,255,255));

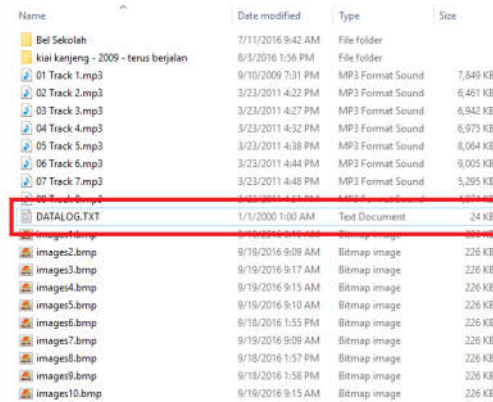
  delay(2000);

}
Void loop(){
}
```

4.1.7 Pengujian *MicroSD* dengan Sistem Minimum ATmega2560

Fungsi *MicroSD* pada Tugas Akhir ini adalah sebagai media penyimpan *file* lagu maupun *file* gambar. Dengan menggunakan media penyimpanan *MicroSD* kapasitas penyimpanan *file* lagu maupun gambar menjadi lebih besar. Selain itu *MicroSD* juga bisa digunakan sebagai media penyimpanan *Data Logger*. Pengujian *MicroSD* berikut adalah dengan cara menyimpan *file* .txt ke *MicroSD*. Apabila ATmega2560 sudah bias menulis *file* .txt ke *MicroSD* maka sudah dipastikan Mikrokontroler ATmega2560 sudah dapat berkomunikasi dengan *MicroSD*.

Berikut merupakan gambar pengujian *MicroSD* dengan menulis *file .txt* pada *MicroSD* dengan pustaka *library <SD.h>*



Name	Date modified	Type	Size
Bel Sekolah	7/11/2016 9:42 AM	File folder	
kai kanjeng - 2009 - terus bejalan	8/3/2016 1:56 PM	File folder	
01 Track 1.mp3	9/10/2009 7:31 PM	MP3 Format Sound	7,849 KB
02 Track 2.mp3	3/23/2011 4:22 PM	MP3 Format Sound	6,461 KB
03 Track 3.mp3	3/23/2011 4:27 PM	MP3 Format Sound	6,942 KB
04 Track 4.mp3	3/23/2011 4:32 PM	MP3 Format Sound	6,975 KB
05 Track 5.mp3	3/23/2011 4:38 PM	MP3 Format Sound	8,064 KB
06 Track 6.mp3	3/23/2011 4:44 PM	MP3 Format Sound	9,005 KB
07 Track 7.mp3	3/23/2011 4:48 PM	MP3 Format Sound	5,295 KB
08 Track 8.mp3	3/23/2011 4:54 PM	MP3 Format Sound	4,994 KB
DATALOG.TXT	1/1/2000 1:00 AM	Text Document	24 KB
images1.bmp	9/19/2016 9:15 AM	Bitmap image	226 KB
images2.bmp	9/19/2016 9:09 AM	Bitmap image	226 KB
images3.bmp	9/19/2016 9:17 AM	Bitmap image	226 KB
images4.bmp	9/19/2016 9:15 AM	Bitmap image	226 KB
images5.bmp	9/19/2016 9:10 AM	Bitmap image	226 KB
images6.bmp	9/18/2016 1:55 PM	Bitmap image	226 KB
images7.bmp	9/19/2016 9:09 AM	Bitmap image	226 KB
images8.bmp	9/18/2016 1:57 PM	Bitmap image	226 KB
images9.bmp	9/18/2016 1:58 PM	Bitmap image	226 KB
images10.bmp	9/19/2016 9:15 AM	Bitmap image	226 KB

Gambar 4.11 Pengujian *MicroSD*

Pada Gambar 4.11 terlihat hasil penulisan *file .txt* di dalam *MicroSD* ketika dibuka dengan *file Explorer* pada Komputer. Mikrokontroler dapat menulis dan membaca *file* pada *MicroSD* dengan komunikasi SPI. Komunikasi SPI mempunyai 4 jalur data yaitu MOSI, MISO, SCK, dan SD_CS.

4.1.8 Pengujian RTC DS1307

IC RTC DS1307 berfungsi sebagai pewaktu jam dan tanggal. IC ini akan memberikan data secara Real Time ke IC mikrokontroler ATmega2560. Komunikasi antara RTC DS1307 dengan ATmega2560 adalah dengan I2C (*Inter IC Bus*). Pengujian dilakukan dengan cara mensetting pada program dengan perintah `rtc_set_time()` untuk mengkalibrasi jam dan menit, sedangkan `rtc_set_date()` untuk mengkalibrasi kalender. Gambar pengujian RTC DS1307

dengan *User Interface* TFT LCD 3,95 Inch ditunjukkan dengan Gambar 4.12 Berikut ini.



Gambar 4.12 Pengujian RTC DS1307

Hasil pengujian RTC DS1307 disajikan dengan Tabel 4.5 Berikut ini.

Tabel 4.5 Pengujian RTC DS1307

No.	Fungsi	Sebelum Kalibrasi	Sesudah Kalibrasi
	Menit	15	49
	Jam	09	10
	Hari	Senin	Jum'at
	Tanggal	01	23
	Bulan	January	September
	Tahun	2000	2016

Cara mengekases RTC DS1307 adalah dengan membaca alamat register masing-masing 1 byte yang tersimpan pada alamat memori DS1307 mulai dari alamat memori data detik= 00h, menit= 01h, jam= 02h, hari= 03h, tanggal= 04h, bulan= 05h dan tahun= 06h sedangkan kontrol= 07h. Pada pemrograman IDE

arduino pengaksesan RTC DS1307 ditangani oleh *library* <DS1307.h> untuk *library* RTC sedangkan <Wire.h> menangani untuk komunikasi I2C nya. Berikut merupakan baris program kalibrasi RTC DS1307 yang ditangani oleh *library* <DS1307.h> dan *library* komunikasi I2C <Wire.h>

```
#include <DS1307.h>
#include <Wire.h>
void setRTC(int jam,int menit,int day,int tgl,int bln,int thn){
    RTC.stop();
    RTC.set(DS1307_SEC,1);
    RTC.set(DS1307_MIN,mnt);
    RTC.set(DS1307_HR,jam);
    RTC.set(DS1307_DOW,day);
    RTC.set(DS1307_DATE,tgl);
    RTC.set(DS1307_MTH,bln);
    RTC.set(DS1307_YR,thn);
    RTC.start();
}
Void setup(){
    setRTC(12,5,4,29,9,16);//jam 12 menit 5, hari Kamis,
    September Tahun 2016
}
Void loop(){
}
```

4.1.9 Pengujian PAM84013

Sinyal suara yang dihasilkan oleh IC *Mp3 PLayer* VS1053 dan Modul FM receiver RDA5807 masih sangat kecil. Supaya dapat didengarkan melalui Loudspeaker maka sinyal suara tersebut harus dikuatkan terlebih dahulu. Untuk itu digunakan PAM84013 sebagai IC penguat suara pada *Mp3 PLayer* ini. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur sinyal input sebelum masuk rangkaian

PAM84013 dengan sinyal output setelah melewati IC PAM84013. Tabel 4. Merupakan tabel pengujian PAM84013.

Tabel 4.6 Pengujian IC Power Amplifier PAM8403

No.	Item Pengujian	Tegangan	Keterangan
1.	Input Audio L		Bunyi
2.	Input Audio R		Bunyi
3.	Mute	3,3V	Speaker OFF
4.	Shut Down	3,3V	PAM

Dari tabel hasil pengujian diketahui bahwa IC Power Amplifier PAM8403 bekerja dengan baik. Terbukti dengan memberikan logika High 5V ke pin *Shut Down* maka IC PAM8403 menjadi OFF dan bunyi suara pun tidak. Sebaliknya dengan memberikan logika low 0V pada pin Shut Down maka Speaker mengeluarkan bunyi suara dan IC PAM8403 aktif kembali.

4.1.10 Pengujian RDA5807

RDA5807 merupakan modul penerima FM yang dapat dikendalikan oleh mikrokontroler melalui komunikasi I2C. Rentang penerimaan *Band Frequency* FM modul ini adalah mulai dari 76-108 MHz. Pada pengujian ini yaitu pada rentang frekuensi 76-108 Mhz berapa stasiun radio yang dapat diterima oleh FM Radio *PLayer* menggunakan modul RDA5807. Pengujian dilakukan dengan menggunakan Antena eksternal dengan panjang antenna sekitar 1 meter dan lokasi pengujian yaitu berapa jumlah stasiun yang dapat diterima di daerah kota Yogyakarta. Berikut merupakan tabel pengujian Frekuensi penerimaan modul RDA5807.

Tabel 4.7 Pengujian Frekuensi Penerimaan RDA5807

No.	Frekuensi	Nama Stasiun Radio	Keterangan
1.	8790	Arma Sebelas	Stereo
2.	8830	Q Radio	Stereo
3.	8870	I Radio	Stereo
4.	8910	Bantul Radio	Stereo
5.	8950	JIZ FM	Stereo
6.	9030	Sasando FM	Stereo
7.	9070	Uty Medari	Stereo
8	9110	RRI Pro	Stereo
9	9230	MQ FM	Stereo
10	9350	Rama FM	Stereo
11	9460	Kota Perak	Stereo
12	9580	Prambors FM	Stereo
13	9740	Sonora	Stereo
14	9820	Pop FM	Stereo
15	10090	Jogja Family	Stereo
16	10170	Swaragama FM	Stereo
17	10330	Tisaga FM	Stereo
18	10610	Geronimo FM	Stereo
19	10720	KR Radio	Stereo
20	10750	Ramada FM	Stereo

Jumlah stasiun siaran radio sebenarnya bisa lebih banyak yang diterima oleh modul RDA5807 tergantung ketinggian antenna yang digunakan. Semakin panjang dan tinggi antenna yang digunakan maka jumlah stasiun dimungkinkan akan banyak yang diterima, karena modul RDA5807 tidak terdapat antenna *internal* untuk sehingga modul ini harus menggunakan jenis antenna eksternal.

Selain pengujian banyaknya stasiun siaran Radio yang diterima, dilakukan pengujian fungsional pada masing-masing icon *User Interface* yang dibuat seperti ditunjukkan tabel pengujian berikut ini.

Tabel 4.8 Pengujian Fungsional *Icon-icon User Interface FM PLayer*

No.	Icon User Interface	Perlakuan	Keterangan
1.		Disentuh	Pengurangan nilai frekuensi -10
		Tidak Disentuh	-
2.		Disentuh	Pengurangan nilai frekuensi +10
		Tidak Disentuh	-
3.		Disentuh	FM OFF
		Tidak Disentuh	FM ON
4.		Disentuh	<i>Internal Speaker</i> ON
		Tidak Disentuh	<i>Internal Speaker</i> OFF
5.		Disentuh	Bass Booster ON
		Tidak Disentuh	Bass Booster OFF
6.		Disentuh	Keluar menu FM
		Tidak Disentuh	-

4.1.11 Pengujian VS1053

Fungsi IC VS1053 adalah sebagai decoder Mp3 karena Mikrokontroler ATmega2560 tidak mampu dan terlalu lambat untuk membaca *file* audio jenis berekstensi *.mp3*, Sehingga diperlukan device lain untuk menangani pembacaan *file .mp3*. Mikrokontroler ATmega2560 hanya mengirimkan alamat register untuk mengakses masing-masing fungsi pada IC tersebut. Pengujian VS1053 meliputi pengujian masing-masing icon *User Interface* yang ditampilkan pada TFT LCD 3,95 Inch untuk mengakses masing-masing fungsi pemutaran *file* Mp3 dengan menggunakan IC Decoder VS1053. Berikuttt merupakan tabel pengujian *icon User Interface Mp3 PLayer*.

Tabel 4.9 Pengujian VS1053

No.	Icon User Interface	Perlakuan	Keterangan
1.		Disentuh	Memutar <i>file</i> Mp3 sebelumnya
		Tidak Disentuh	-
2.		Disentuh	Memutar <i>file</i> Mp3 setelahnya
		Tidak Disentuh	-
3.		Disentuh	Play Mp3
			Tidak Disentuh
4.		Disentuh	Pengulangan Pemutaran Mp3
		Tidak Disentuh	Tidak ada pemutaran ulang
5.		Disentuh	Pemuatarn <i>file</i> secara acak
		Tidak Disentuh	Pemuatarn <i>file</i> secara berurutan
6.		Disentuh	Keluar menu Mp3 PLayer
		Tidak Disentuh	-

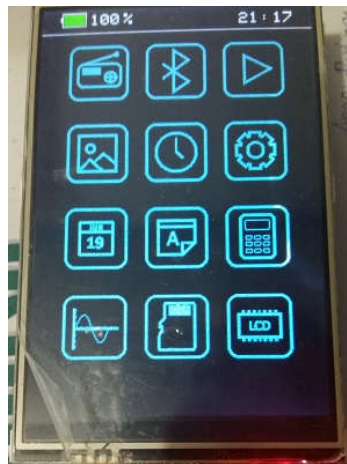
Pada tabel pengujian diatas masing-masing *icon* mewakili instruksi program pengaksesan alamat register pada modul VS1053. Seperti contoh untuk *icon play* berarti pada saat ada sentuhan, mikrokontroler mengirimkan alamat melalui komunikasi SPI mikrokontroler ATmega2560 yaitu alamat *0x1e29*.

4.2 Pengujian Perangkat Lunak (*Software*)

Pembahasan ini meliputi dari penulisan instruksi instruksi yang digunakan pada masing-masing fungsi pada program secara keseluruhan. Dimana pada program ini terdiri dari beberapa fungsi, yang dimaksudkan agar mempermudah pemanggilan pada program utama.

4.2.1 Pembahasan Program *User Interface Menu*

Algoritma yang digunakan pada menu *Mp3 PLayer* berbasis Mikrokontroler ATmega2560 dengan penampil TFT LCD 3,95 Inch yaitu mikrokontroler ATmega2560 membaca *file* Gambar yang tersimpan Flash Memory ATmega2560. Masing-masing icon menu berukuran 902 *byte*. Sedangkan kapasitas Flash Memory ATmega2560 adalah 256 *Kbytes*. *Flash Memory* bersifat Non Volatile artinya memori ini dapat ditulis maupun dihapus pada program, tetapi akan tetap tersimpan meskipun Catu Daya dimatikan. *File* Gambar yang akan ditampilkan harus dalam format *Bitmap .bmp*, karena *file bitmap* merupakan representasi dari banyaknya titik dalam suatu *file* gambar yang oleh mikrokontroler diterjemahkan menjadi *pixel*. Karena ukuran LCD yang digunakan 3,95 Inch dengan resolusi 320 x 480 *pixel*. Agar ukuran *file* gambar yang disimpan pada flash memori mempunyai ukuran yang sangat kecil maka *bitmap* yang disimpan merupakan *file bitmap Black & White* yaitu hanya memiliki satu warna saja. Berikut merupakan tampilan menu dengan menggunakan ikon *bitmap* yang ditampilkan pada TFT LCD 3,95 Inch.



Gambar 4.13 Tampilan Program Menu TFT LCD 3,95 Inch

Baris program untuk menampilkan menu terdapat pada baris 1190 yaitu fungsi menu. Baris 1196 adalah perulangan untuk menampilkan 12 ikon menu yang disimpan pada Flash memori ATmega2560.

```

1190 void menu(){
1191     uint16_t xpos,ypos;
1192     lutfia.clrScr();
1193     lutfia.setColor(255,255,255);
1194     lutfia.drawLine(0,32,319,32);
1195     showRIC();
1196     for(int i = 0; i < 12; i++) {
1197         int x = i%3;
1198         int y = i/3;
1199         lutfia.drawBitmap((x*90)+35, (y*100)+50, item_menu[i], 70, 70, lutfia.color565(23, 161, 165));
1200     }
1201     while(1){
1202         showRIC();
1203         readResistiveTouch();
1204         xpos = map(tp.x, TS_LEFT, TS_RT, 0, lutfia.getDisplayXSize());
1205         ypos = map(tp.y, TS_TOP, TS_BOT, 0, lutfia.getDisplayYSize());
1206         if (tp.z < MINPRESSURE || tp.z > MAXPRESSURE) continue;
1207         lutfia.setTextColor(lutfia.color565(255,255,255),lutfia.color565(0,0,0));
1208         lutfia.setTextSize(1.5);
1209         lutfia.printNumI(xpos, 135,10,10);
1210         lutfia.printNumI(ypos, 180,10,10);
1211         /*===== Menu FM=====*/
1212         if((xpos>35 && xpos<100) && (ypos>50 && ypos<150)){
1213             lutfia.drawBitmap(35, 50, item_menu[0], 70, 70, lutfia.color565(255, 255, 255));
1214             playFm();

```

4.2.2 Pembahasan Program *User Interface FM PLayer*

Untuk memudahkan dalam mengakses perintah-perintah yang terdapat pada modul RDA5807 seperti mencari frekuensi penerimaan maupun mengatur volume suara, maka perintah-perintah tersebut diterjemahkan kedalam bentuk *User Interface* pada TFT LCD 3,95 Inch. Masing-masing *icon-icon* mewakili masing-masing perintah program untuk mengakses modul FM RDA5807. Desain *User Interface* pada Tugas Akhir ini bukan menggunakan sistem desain drag and drop. Tetapi membuat desain dari mulai satu *pixel* atau satu garis sehingga menjadi desain *User Interface* seutuhnya. Berikut merupakan Gambar *User Interface* Pemutar Radio FM ditunjukkan oleh Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Tampilan *User Interface* Pemutar FM Radio

Pada saat program mengeksekusi fungsi Pemutar FM pada program Tugas Akhir ditangani oleh fungsi `void fm_Player()`. Seperti ditunjukkan baris program berikut ini.


```

472 void playFm() {
473     uint16_t xpos, ypos, xR=70;
474     unsigned int dataFreq=8800, signalFreq;
475     uint8_t statSpeaker, statBass, statPower;
476     uint8_t currentState1=LOW, currentState2=LOW, currentState3=LOW;
477     uint8_t lastState1=LOW, lastState2=LOW, lastState3=LOW;
478     uint8_t ledState1=LOW, ledState2=LOW, ledState3=LOW;
479     lutfia.clrScr();
480     lutfia.setColor(0,79,238);
481     lutfia.fillRect(0,33,320,70);
482     lutfia.setTextColor(lutfia.color565(255, 255, 255), lutfia.color565(0,79,238));
483     lutfia.setTextSize(3);
484     lutfia.print("FM RADIO", 95,38);
485     lutfia.setColor(0,79,238);
486     lutfia.fillRoundRect(50, 190, 270, 190);
487     lutfia.fillRoundRect(50, 300, 270, 300);
488     lutfia.setColor(255,255,255);
489     lutfia.fillRect(70, 340, 250, 342);
490     lutfia.drawBitmap(35, 80, favorite, 30,30, lutfia.color565(0,79,238));
491     lutfia.setColor(0,79,238);
492     lutfia.drawRect(150,80,190,110);
493     lutfia.setTextColor(lutfia.color565(0,79,238), lutfia.color565(0,0,0));
494     lutfia.setTextSize(3);
495     lutfia.print("X",163,85);
496     lutfia.drawBitmap(265,80, stereo, 30,30, lutfia.color565(0,79,238));
497     lutfia.drawBitmap(35, 330, speaker, 30,30, lutfia.color565(255, 255, 255));
498     lutfia.drawBitmap(260, 330, bass, 30,30, lutfia.color565(255, 255, 255));
499     lutfia.drawBitmap(35, 360, volume, 30,30, lutfia.color565(0,79,238));

```

Listing program tersebut merupakan inisialisasi pada fungsi pemutar FM.

Pada saat awal mengeksekusi program maka Mikrokontroler ATmega2560 pertama kali akan mengeksekusi inisialisasi fungsi yaitu *User Interface FM PLayer*. Untuk menampilkan *icon-icon User Interface* ditangani oleh *syntack lutfia.drawBitmap(koordinat x, koordinat y, nama file, ukuran pixel, warna)*.

4.2.3 Pembahasan Program *User Interface Mp3 PLayer*

User Interface pada umumnya yang terdapat pada pemutar music Mp3 adalah seperti *play, pause, next track, previous track*.

4.2.4 Pembahasan Program *User Interface* Pengaturan Waktu dan Tanggal

Fungsi waktu dan tanggal tentunya sangat penting untuk menambah fitur pada *Mp3 PLayer* berbasis ATmega2560 dengan penampil TFT LCD 3,95 *Inch*. Pada umumnya pengaturan jam dan tanggal menggunakan Push Button atau secara program yang langsung diupload ke Mikrokontroler. Dengan adanya TFT LCD dengan sensor *Touchscreen* user bisa dengan mudah melakukan pengaturan waktu dan tanggal dengan cukup menyentuh *icon-icon* yang terdapat pada layar. Rancangan pengaturan jam dan kalender adalah pengaturan jam, pengaturan menit, pengaturan hari, tanggal, bulan dan tahun. Berikut ini tampilan *User Interface* pengaturan jam dan tanggal ditunjukkan oleh Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Tampilan *User Interface* Pengaturan jam dan tanggal

Tampilan desain diawali dengan membuat *Round Rectangular* dengan *syntack* program `lutfia.drawRoundRect(x1, y2, x1, y2, warna)`, menampilkan nilai jam dan tanggal dengan *syntack* `lutfia.print(variable, x, y, warna depan, warna`

background). Source code inialisasi *User Interface* secara keseluruhan seperti listing program berikut ini.

```

148 //lutfia.fillTriangle(140, 60, 165, 15, 190, 60, lutfia.color565(0,255,0));
149 lutfia.setTextColor(lutfia.color565(247,99,14),lutfia.color565(0,0,0));
150 lutfia.setTextSize(2);
151 lutfia.print("Set Time & Date",10,70,1);
152
153 lutfia.setColor(247,99,14);
154 lutfia.drawRoundRect(10,90,(lutfia.getDisplayXSize()-10),270);
155 //
156 //===== Tombol Atas=====
157 lutfia.drawTriangle(80, 130, 100, 105, 120, 130, lutfia.color565(0,204,106));
158 lutfia.drawTriangle(210, 130, 230, 105, 250, 130, lutfia.color565(0,204,106));
159
160 //lutfia.drawTriangle(50,100,0,0,0,0,0,0); //(int16_t x0, int16_t y0,int16_t x1, int1
161 lutfia.setTextColor(lutfia.color565(0,0,250),lutfia.color565(0,0,0));
162 lutfia.setTextSize(8);
163 lutfia.printNumI(jam,50,150,2);
164 lutfia.print(":",140,150,2);
165 lutfia.printNumI(menit,185,150,2);
166
167 /*===== TOMBOL BAWAH JAM=====*/
168 lutfia.drawTriangle(80, 230, 100, 255, 120, 230, lutfia.color565(0,204,106));
169 lutfia.drawTriangle(210, 230, 230, 255, 250, 230, lutfia.color565(0,204,106));
170
171 /*===== TOMBOL BAWAH MENIT=====*/
172 lutfia.setColor(247,99,14);

```




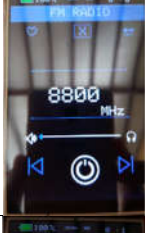

Sedangkan desain segitiga sebagai icon untuk penambahan nilai maupun pengurangan nilai pengaturan jam maupun tanggal yaitu dengan *syntack* *lutfia.drawTriangle(x1, y1, x2, y2, x3, y3, warna)*. Perbedaan *syntack drawTriangle* dengan *fill* adalah jika *draw* hanya membuat garis sedangkan *fillTriangle* mewarnai seluruh bagian desain bentuk segitiga tersebut.

4.3 Pengujian Keseluruhan

Pengujian Keseluruhan adalah pengujian alat Tugas Akhir mulai dari ketika alat sedang di upload program dari Komputer sampai alat tersebut dapat memutar FM Radio atau *Mp3 PLayer*. Pengujian dilakukan secara *step by step* pada masing-masing komponen dan fungsional kemudian data-data hasil pengujian dituangkan

dalam bentuk tabel hasil pengujian. Tabel 4.10 berikut ini menunjukkan hasil pengujian keseluruhan Alat Tugas Akhir yang dibuat.

Tabel 4.10 Pengujian Sistem Keseluruhan

No.	Item Pengujian	Hasil Pengujian	Keterangan
1.	Mengupload program dari komputer ke <i>Mp3 PLayer</i>		Pada saat switch power ON maka pertama kali alat akan menampilkan Logo <i>Mp3 PLayer</i> .
2.	Switch Power ON		Setelah Logo tampil selama 2 detik, selanjutnya alat akan menampilkan menu <i>Mp3 PLayer</i> .
3.	Tampilan Menu		Selanjutnya <i>Mp3 pLayer</i> akan menampilkan Display pengaturan jam, menit dan kalender
4.	Pengaturan Waktu&Tanggal		Tampilan <i>User Interface</i> FM <i>PLayer</i> /pemutar Radio FM
5.	Save Waktu&Tanggal		Tampilan <i>User Interface</i> Pemutar Musik Mp3 (<i>Mp3 PLayer</i>).

Pada pengujian keseluruhan masing-masing *icon User Interface* pada setiap menu sudah dilakukan pengujian fungsionalnya. Pengujian fungsional dimulai pada saat alat tugas akhir pertama kali dinyalakan sampai mengakses setiap menu seperti FM Player sampai pengaturan tanggal dan kalender.

4.4 Survei Kepuasan Calon Pengguna

Tujuan uji kepuasan calon pengguna adalah untuk mengetahui bagaimana alat tugas akhir yang telah dibuat dapat diterima oleh pengguna atau masyarakat umum. Selain itu juga apakah alat tugas akhir yang telah dibuat mudah dioperasikan atau sulit dioperasikan oleh calon pengguna. Uji kepuasan calon pengguna dilakukan dengan membagikan kertas kuisioner kepada sepuluh calon pengguna. Calon pengguna diminta untuk mengisi form kuisioner yang telah berisi beberapa kriteria penilaian. Tingkat kepuasan calon pengguna sangatlah penting, karena sangat berdampak terhadap penilaian produk atau alat tugas akhir dimata calon pelanggan. Ketika melakukan survei kepuasan calon pengguna, ada beberapa kriteria yang harus diberikan penilaian oleh calon pengguna diantaranya adalah.

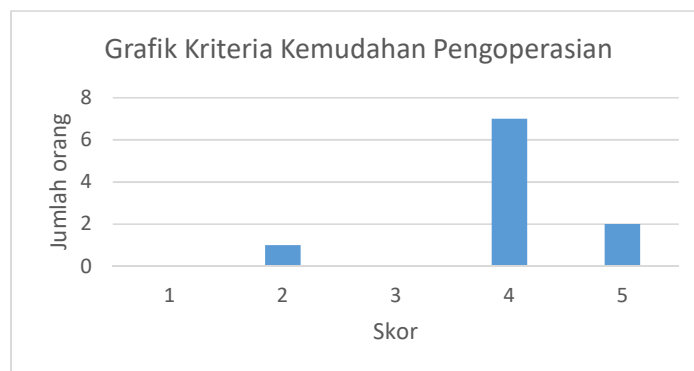
1. Kemudahan pengoperasian
2. Kestabilan system operasi/ *software*.
3. Keindahan tampilan *User Interface*.
4. Ketahanan alat.
5. Kelengkapan fitur alat.
6. Kemutakhiran alat.

4.4.1 Kriteria Kemudahan Pengoperasian

Pada kriteria penilaian kemudahan pengoperasian, calon pengguna diarahkan untuk mencoba mengoperasikan alat tugas akhir Mp3 *PPlayer* berbasis ATmega2560 mulai dari pertama alat dinyalakan sampai mengakses masing-masing fitur yang tersedia. Setelah itu calon pengguna dapat merasakan apakah alat tersebut mudah atau sulit untuk dioperasikan. Kemudian calon pengguna diminta untuk melakukan penilaian pada alat tersebut, seperti dijelaskan oleh grafik berikut ini.

Tabel 4.11 Data hasil survei Kriteria Kemudahan Pengoperasian

Skor	Jumlah Orang	Jumlah Skor
1	0	0
2	1	2
3	0	0
4	7	28
5	2	10
Jumlah		40



Gambar 4.16 Grafik Kriteria Kemudahan Pengoperasian

Dari data grafik gambar 4.16 dapat dilihat nilai yang paling mendominasi adalah skor 4. Mayoritas calon pengguna memberikan angka 4 yang termasuk

dalam kategori baik. Karena memang diakui alat tugas akhir tersebut mudah untuk dioperasikan dan tidak banyak *setting-setting* tertentu yang menyulitkan calon pengguna. Alasannya mulai dari alat pertama dinyalakan, pengguna cukup mengkases satu tombol kemudian diminta menekan *icon-icon* pada *User Interface* yang dirasa sangatlah mudah. Rata-rata penilaian kriteria kemudahan pengoperasian ditunjukkan dalam persamaan berikut ini.

$$\frac{\sum \text{Skor} \times \text{Jumlah Orang}}{10} \dots\dots\dots(4.2)$$

$$\frac{40}{10}$$

$$\text{Rata - rata nilai} = 4$$

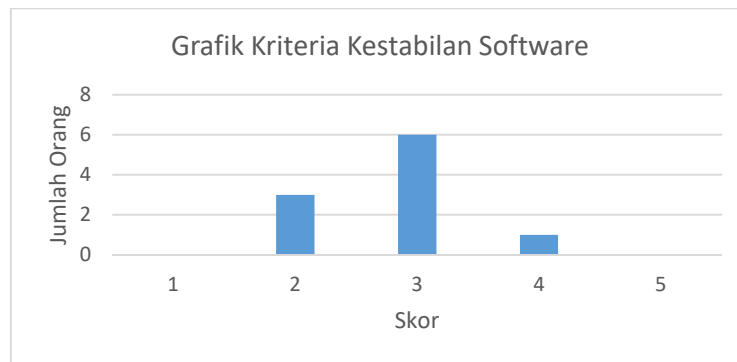
Dari persamaan 4.2 didapatkan nilai rata-rata untuk penilaian kriteria kemudahan pengoperasian alat adalah rata-rata 4.

4.4.2 Kriteria Kestabilan *Software*

Kriteria Kestabilan *software* adalah kriteria penilaian ketika alat tugas akhir tersebut dioperasikan apakah masih terdapat *bug* atau *error* pada *software* program yang dibuat. Karena dengan adanya bug tersebut dapat mengganggu kinerja alat tugas akhir. Tabel berikut ini menunjukkan penilaian oleh calon pengguna mengenai kriteria kestabilan *software* seperti ditunjukkan tabel 4.12 berikut ini.

Tebel 4.12 Data hasil survei Kriteria Kestabilan *Software*

Skor	Jumlah Orang	Jumlah Skor
1	0	0
2	3	6
3	6	18
4	1	4
5	0	0
Jumlah		28

Gambar 4.17 Grafik Kriteria Kestabilan *Software*

Pada gambar 4.17 nilai yang mendominasi untuk penilaian kriteria kestabilan *software* adalah mayoritas calon pengguna memberikan angka 3 yang termasuk dalam kategori cukup. Berikut merupakan persamaan untuk mengambil nilai rata-rata dari jumlah skor yang diberikan oleh calon pengguna.

$$\frac{\sum \text{Skor} \times \text{Jumlah Orang}}{10} \dots\dots\dots (4.3)$$

$$\frac{28}{10}$$

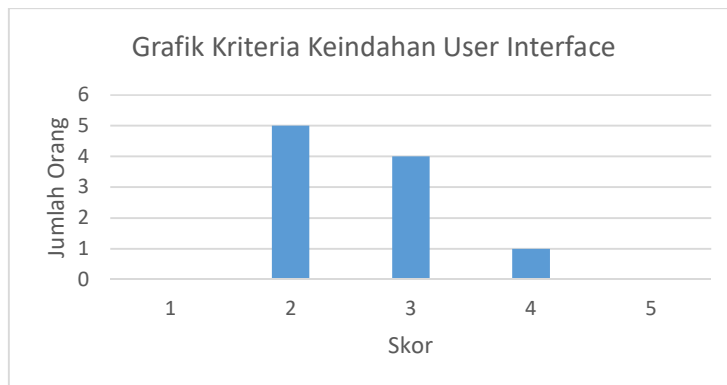
$$\text{Rata - rata nilai} = 2,8$$

4.4.3 Kriteria Keindahan *User Interface*

Keindahan *User Interface* merupakan penilaian alat tugas akhir pada sisi tampilan grafis dan *icon-icon* yang tertampil pada alat tugas akhir tersebut. Tampilan *User Interface* yang dibuat apakah memiliki daya Tarik kepada calon pengguna atau tidak. Tabel berikut menunjukkan data hasil penilaian kriteria Keindahan *User Interface*.

Tabel 4.13 Data hasil survei Kriteria Keindahan *User Interface*

skor	Jumlah Orang	Jumlah Skor
1	0	0
2	5	10
3	4	12
4	1	4
5	0	0
Jumlah		26



Gambar 4.18 Garfik Kriteria Keindahan *User Interface*

Pada gambar 4.18 dapat dilihat terdapat 3 buah skor penilaian yaitu skor 2, skor 3 dan skor 4. Ini berarti calon pengguna beraneka ragam memberikan penilaiannya terdapat alat tugas akhir yang dibuat. Memang tidak ada yang

memberikan nilai sempurna yaitu skor 5, karena tampilan *User Interface* masih kalah baik jika dibandingkan dengan teknologi yang sekarang sedang berkembang. Namun calon pengguna mempunyai alasan untuk sekelas mikrokontroler 8-bit sudah cukup baik untuk menampilkan grafis *User Interface* yang memiliki daya Tarik terhadap calon pengguna. Berikut merupakan nilai rata-rata jumlah skor dari calon pengguna.

$$\frac{\sum \text{Skor} \times \text{Jumlah Orang}}{10} \dots\dots\dots(4.4)$$

$$\frac{26}{10}$$

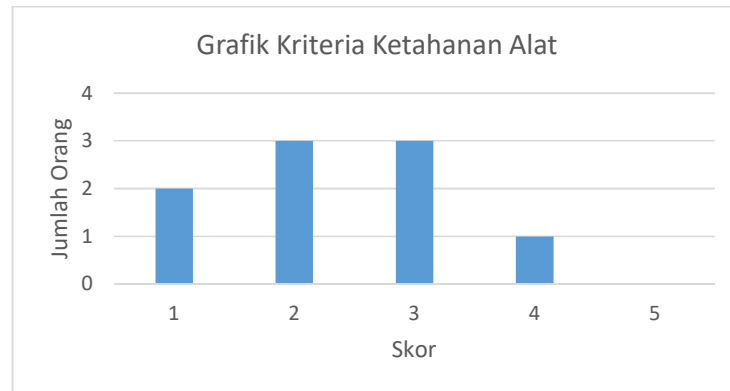
Rata – rata nilai = 2,6

4.4.4 Kriteria Ketahanan Alat

Kriteria ketahanan alat adalah penilaian tentang ketahanan alat apabila dalam penggunaan alat tersebut jatuh kelantai, ketahanan kapasitas penggunaan *Battery* dan kerusakan yang lainnya. Tabel berikut menunjukkan data hasil survei untuk kriteria penilaian ketahanan alat.

Tabel 4.14 Data hasil survei Kriteria Ketahanan Alat

skor	Jumlah Orang	Jumlah Skor
1	2	2
2	3	6
3	3	9
4	1	4
5	0	0
Jumlah		21



Gambar 4.19 Garfik Kriteria Ketahanan Alat

Pada gambar 4.19 diketahui bahwa ada 4 jenis nilai skor yang diberikan oleh calon pengguna. 2 calon pengguna memberikan nilai skor 1 karena alat tugas akhir yang dibuat memang belum tahan terhadap kerusakan akibat jatuh ke lantai karena memang alat tugas akhir yang dibuat belum siap untuk digunakan oleh masyarakat umum perlu adanya pengembangan dan peningkatan kualitas produk. Berikut ini nilai rata-rata yang diberikan untuk ketahanan alat.

$$\frac{\sum Skor \times Jumlah Orang}{10} \dots\dots\dots(4.5)$$

$$\frac{21}{10}$$

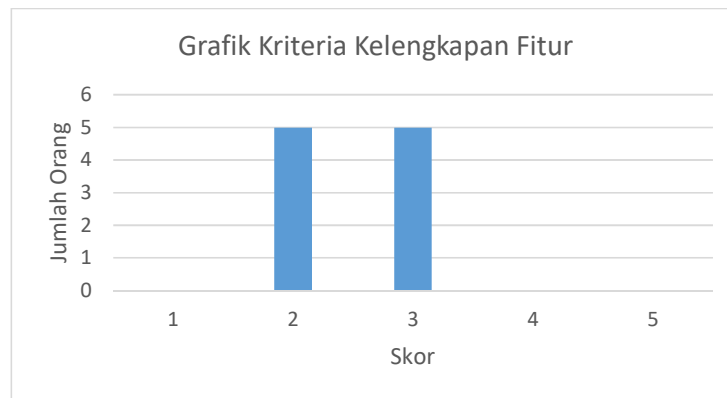
$$Rata - rata nilai = 2,1$$

4.4.5 Kriteria Kemutakhiran Alat

Kriteria Kemutakhiran alat adalah penilaian mengenai tingkat kecanggihan yang dimiliki oleh alat tersebut. Seperti pemilihan komponen yang digunakan serta fitur yang dimiliki oleh alat tersebut. Berikut merupakan data hasil survei kriteria kemutakhiran alat.

Tabel 4.14 Data hasil survei Kriteria Kemutakhiran Alat

skor	Jumlah Orang	Jumlah Skor
1	0	0
2	5	10
3	5	15
4	0	0
5	0	0
Jumlah		25



Gambar 4.20 Grafik Kriteria Kelengkapan Fitur

Pada penilaian ini hanya ada 2 jenis skor yang diberikan yaitu angka 2 dan angka 3. Alasannya karena fitur-fitur yang terdapat pada alat tugas akhir masih harus dikembangkan lagi. Berikut merupakan nilai rata-rata dari jumlah skor yang diberikan oleh calon pengguna.

$$\frac{\sum \text{Skor} \times \text{Jumlah Orang}}{10} \dots\dots\dots (4.6)$$

$$\frac{25}{10}$$

$$\text{Rata - rata nilai} = 2,5$$

Sehingga hasil akhir keseluruhan dari penilaian survei kepuasan calon pengguna mulai dari kriteria kemudahan pengoperasian sampai kemutakhiran alat dapat dijelaskan oleh tabel berikut ini.

No.	Kriteria Penilaian	Nilai Rata-rata
1.	Kriteria Kemudahan Pengoperasian	4
2.	Kriteria Kestabilan <i>Software</i>	2,8
3.	Kriteria Keindahan <i>User Interface</i>	2,6
4.	Kriteria Ketahanan Alat	2,1
5.	Kriteria Kemutakhiran alat	2,5
	Jumlah /5	14/5
	Rata-rata akhir	2,8

Setelah dilakukan beberapa penilaian dengan metode pembagian form kuisioner kepada karyawan PT.STECHOQ ROBOTIKA INDONESIA maka didapatkan nilai rata-rata akhir dari rata-rata nilai masing-masing Kriteria penilaian alat tugas akhir yaitu dengan nilai 2,8. Artinya alat tugas akhir yang dibuat masing jauh dari kesempurnaan jika dibandingkan dengan perkembangan teknologi pada saat ini. Namun setidaknya dengan penelitian ini telah memberikan ilmu baru mengenai bagaimana membuat suatu perangkat multimedia walau hanya menggunakan mikrokontroler *8-bit* ATmega2560. Sehingga untuk mencapai kesempurnaan dari segi fitur maupun kemutakhiran alat harus dikembangkan lagi baik itu penggunaan komponen yang berstandar pabrik maupun jenis Mikrokontroler yang dipakai.