

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Tugas Akhir yang dilakukan mendapat hasil dan pembahasan yang merupakan bagian penting dalam proses pembuatannya. Dalam Tugas Akhir ini dibagi menjadi perancangan perangkat keras, perangkat lunak, *prototype*, pengujian dan hasil penelitian.

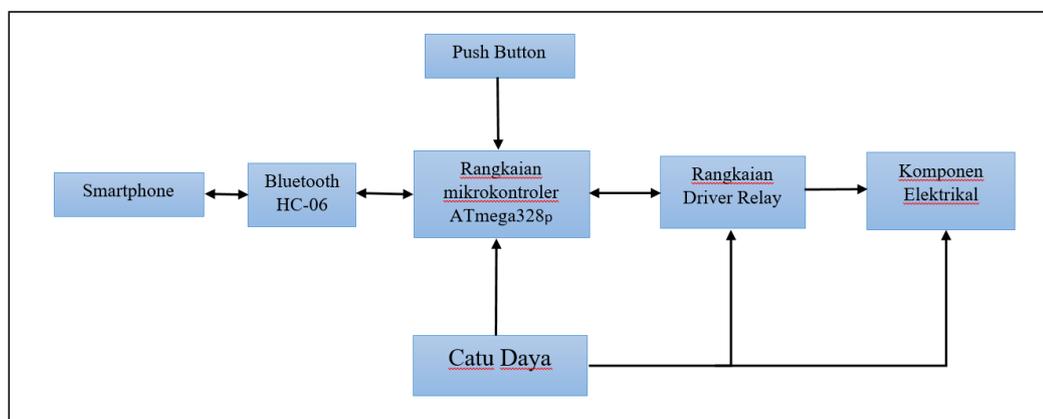
#### A. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Dalam perancangan perangkat keras ini dibutuhkan beberapa komponen elektronika dan device penunjang agar sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya. Alat dan bahan yang dibutuhkan untuk perancangan *prototype* mikrokontroler sebagai berikut:

Tabel 4.1 Alat dan bahan perangkat keras

Alat	Bahan
Laptop/ <i>Personal Computer</i> (PC)	PCB Board
Smartphone	Lampu LED
<i>Software</i> Arduino IDE 1.8.5	Transistor 2n2222a
<i>Software</i> Proteus 8.0	Dioda 1n4002
Modul Bluetooth HC-06	Kapasitor 25v 1000uF
Arduino UNO (ATmega328p)	Resistor 330ohm
Solder	Relay 5v (5kaki)
	Kabel Konektor
	<i>Push Button</i>

Alur kerja dari alat digambarkan dalam blok diagram seperti pada gambar berikut ini.



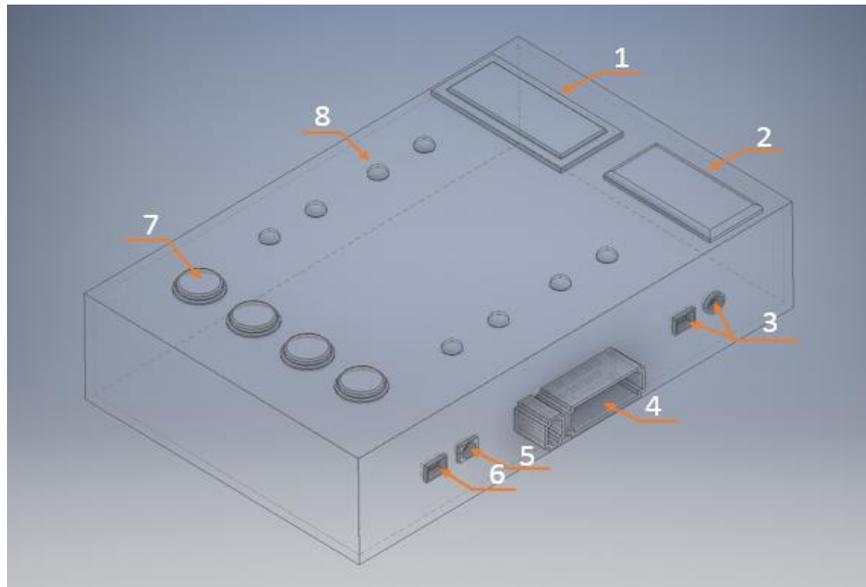
Gambar 4.1 Diagram Blok Alur Kerja

Dari diagram blok di atas dapat dijelaskan sebagai berikut: Smartphone akan menampilkan layar dengan aplikasi *control Bluetooth lamp*, lalu Bluetooth akan memverifikasi kode nama dari modul Bluetooth “HC-06” kemudian memberikan inputan berupa sinyal verifikasi user. Inputan tersebut kemudian diproses oleh mikrokontroler, jika verifikasi benar maka lampu Led akan “menyala” dan rangkaian relay akan memberikan kode dengan bunyi “klik” menandakan rangkaian telah terhubung. Jika pada layar smartphone ditekan “ON” maka modul Bluetooth akan memberikan sinyal kepada mikrokontroler kemudian akan diproses melalui relay yang akan membuka gerbang menjadi terbuka ”OPEN” sehingga arus yang tadinya belum terhubung menjadi terhubung, lalu komponen elektrik akan menyala.

## B. Perancangan *Prototype*

Perancangan *prototype* elektrik mini *jet engine* menggunakan mikrokontroler ATmega 3328p, rangkaian driver relay, layar digital temperature,

layar digital kecepatan, lampu Led dan *push button*. Dalam perancangannya disusun seperti gambar dibawah, bahan yang digunakan dalam perancangan adalah akrilik/mika yang telah didesain sedemikian rupa.



Gambar 4.2 Perancangan *prototype* mikrokontroler

Keterangan nomor pada gambar diatas.

- No.1 menunjukan letak output dari sensor kecepatan/RPM
- No.2 menunjukan letak output dari sensor temperature
- No.3 menunjukan letak kabel output dari sensor kecepatan dan temperature
- No.4 menunjukan letak socket kabel dari *Push Button*
- No.5 menunjukan letak input catu daya mikrokontroler
- No.6 menunjukan letak port USB mikrokontroler
- No.7 menunjukan letak tombol *Push Button*
- No.8 menunjukan letak lampu switch indicator pada mikrokontroler.

### C. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak yang digunakan pada mikrokontroler menggunakan dua *software*, yaitu *software* proteus 8.0 yang menggunakan program ISIS untuk membuat desain skematik rangkaian. Skematik rangkaian yang telah selesai dimasukkan pada program ARES untuk membuat skematik layout PCB, layout PCB kemudian diupgrade/diprint pada papan PCB polos.

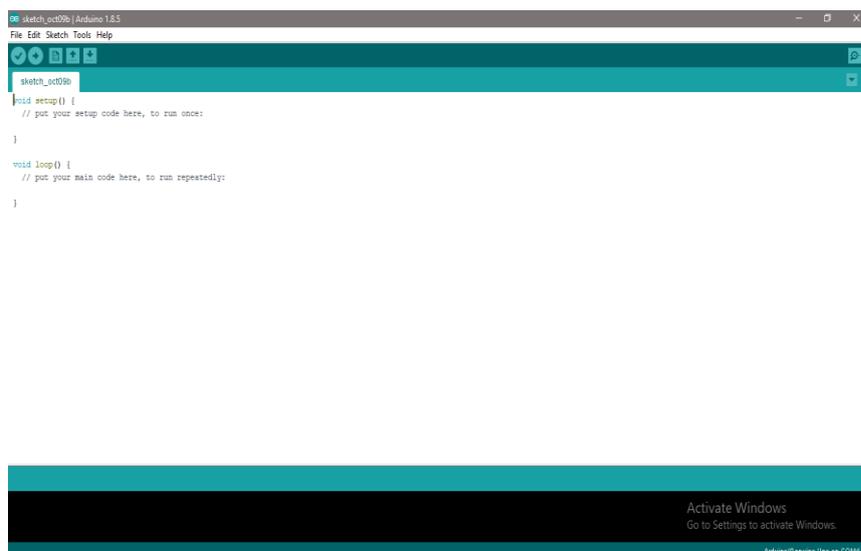
*Software* Arduino IDE 1.8.5 yang digunakan untuk menuliskan listing program dengan menggunakan bahasa pemrograman C dan mengkompilasi file program menjadi file heksa. File heksa yang dihasilkan setelah proses kompilasi tersebut akan dimasukkan/diupload kedalam mikrokontroler, sehingga mikrokontroler akan bekerja sesuai dengan perintah yang ada pada memori flash. Sehingga dapat mengontrol driver relay dan komponen elektrik pada *prototype mini jet engine*.

Langkah untuk menjalankan perangkat lunak dengan proteus adalah membuka program utama, program ISIS, import library dan merangkai skematik, upload program ARES dan upgrade ke PCB. Arduino IDE adalah membuka program utama, konfigurasi port koneksi menggunakan port komunikasi serial, import library dan penulisan listing, kompilasi program dan upload ke dalam mikrokontroler.

Langkah-langkah diatas dapat dilihat pada gambar tampilan dibawah ini :

### 1. Program Utama

Tampilan program yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa processing. Dibawah adalah gambar tampilan utama program.



Gambar 4.3 Tampilan Program Utama

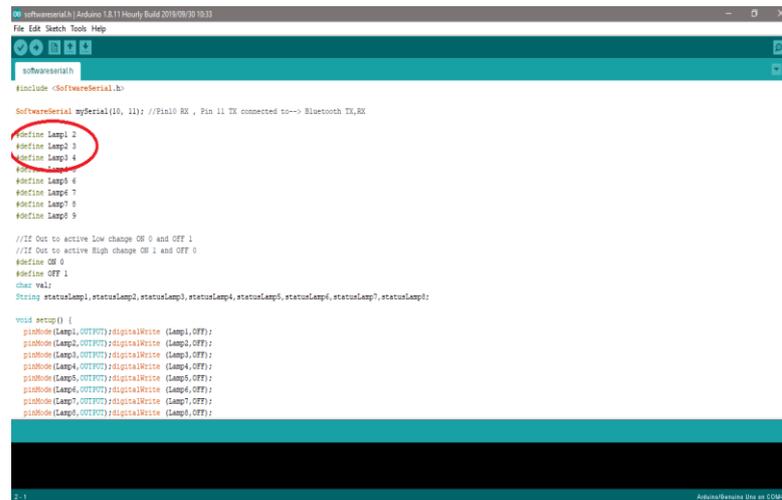
### 2. Header

Pada bagian ini ditulis definisi-definisi penting yang digunakan selanjutnya dalam program, Code dalam blok ini dijalankan hanya sekali pada waktu compile. Di bawah ini contoh code untuk mendeklarasikan variable Pin10 RX , Pin 11 TX.

```
SoftwareSerial mySerial(10, 11); //Pin10 RX , Pin 11 TX
connected to--> Bluetooth TX,RX
```

```
#define Lamp1 2
```

```
#define Lamp2 3
```



```

softwareSerial1 | Arduino 1.8.11 Hourly Build 2018/09/20 18:33
File Edit Sketch Tools Help

softwareSerial.h
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial mySerial(10, 11); //Pin0 RX , Pin 11 TX connected to-> Bluetooth TX,RX

#define Lamp1 2
#define Lamp2 3
#define Lamp3 4
#define Lamp4 5
#define Lamp5 6
#define Lamp6 7
#define Lamp7 8
#define Lamp8 9

//If Out to active Low change ON 0 and OFF 1
//If Out to active High change ON 1 and OFF 0
#define ON 0
#define OFF 1

char val;

String stancusLamp1, stancusLamp2, stancusLamp3, stancusLamp4, stancusLamp5, stancusLamp6, stancusLamp7, stancusLamp8;

void setup() {
  pinMode(Lamp1,OUTPUT);digitalWrite (Lamp1,OFF);
  pinMode(Lamp2,OUTPUT);digitalWrite (Lamp2,OFF);
  pinMode(Lamp3,OUTPUT);digitalWrite (Lamp3,OFF);
  pinMode(Lamp4,OUTPUT);digitalWrite (Lamp4,OFF);
  pinMode(Lamp5,OUTPUT);digitalWrite (Lamp5,OFF);
  pinMode(Lamp6,OUTPUT);digitalWrite (Lamp6,OFF);
  pinMode(Lamp7,OUTPUT);digitalWrite (Lamp7,OFF);
  pinMode(Lamp8,OUTPUT);digitalWrite (Lamp8,OFF);
}

```

Gambar 4.4 Tampilan Header Pada Program

### 3. Setup

Setup merupakan bagian awal program Arduino berjalan, yaitu di saat awal, atau ketika power on Arduino board. Di blok ini diisi dengan penentuan pin yang akan digunakan sebagai input atau output, menggunakan perintah pinMode. Di bawah ini contoh code untuk mendeklarasikan inialisasi variable dan juga sekaligus diisi dengan perintah pinMode.

```

void setup() {
  pinMode(Lamp1,OUTPUT);digitalWrite (Lamp1,OFF);
  pinMode(Lamp2,OUTPUT);digitalWrite (Lamp2,OFF);
}

```

```

softwareSerial.h
// Out to active low change ON 0 and OFF 1
// Out to active high change ON 1 and OFF 0
#define ON 0
#define OFF 1
char val;
String statusLamp1,statusLamp2,statusLamp3,statusLamp4,statusLamp5,statusLamp6,statusLamp7,statusLamp8;

void setup() {
  pinMode(Lamp1,OUTPUT);digitalWrite (Lamp1,OFF);
  pinMode(Lamp2,OUTPUT);digitalWrite (Lamp2,OFF);
  pinMode(Lamp3,OUTPUT);digitalWrite (Lamp3,OFF);
  pinMode(Lamp4,OUTPUT);digitalWrite (Lamp4,OFF);
  pinMode(Lamp5,OUTPUT);digitalWrite (Lamp5,OFF);
  pinMode(Lamp6,OUTPUT);digitalWrite (Lamp6,OFF);
  pinMode(Lamp7,OUTPUT);digitalWrite (Lamp7,OFF);
  pinMode(Lamp8,OUTPUT);digitalWrite (Lamp8,OFF);
  mySerial.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  //cek data serial from bluetooth android App
  if( mySerial.available() >0 ) {
    val = mySerial.read();
    Serial.println(val);
  }
  //Lamp is on
  if( val == "1" ) {

```

Gambar 4.5 Tampilan Setup Pada Program

#### 4. Loop

Blok yang berisikan kode perintah ini akan dieksekusi secara terus menerus. Apabila program sudah sampai akhir blok, maka akan dilanjutkan dengan mengulang eksekusi dari awal blok. Program akan berhenti apabila tombol power Arduino di matikan. Di sinilah fungsi utama program Arduino berada. Perintah `digitalWrite(pinNumber,nilai)` akan memerintahkan arduino untuk menyalakan atau mematikan tegangan di `pinNumber` tergantung nilainya.

```

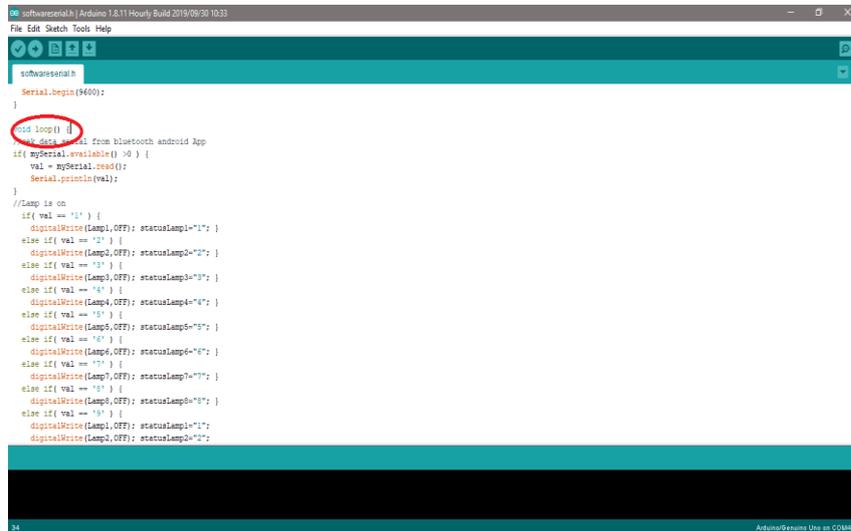
void loop() {
  //cek data serial from bluetooth android App
  if( mySerial.available() >0 ) {
    val = mySerial.read();
    Serial.println(val);
  }
  //Lamp is on

```

```

if( val == '1' ) {
    digitalWrite(Lamp1,OFF); statusLamp1="1"; }
else if( val == '2' ) {

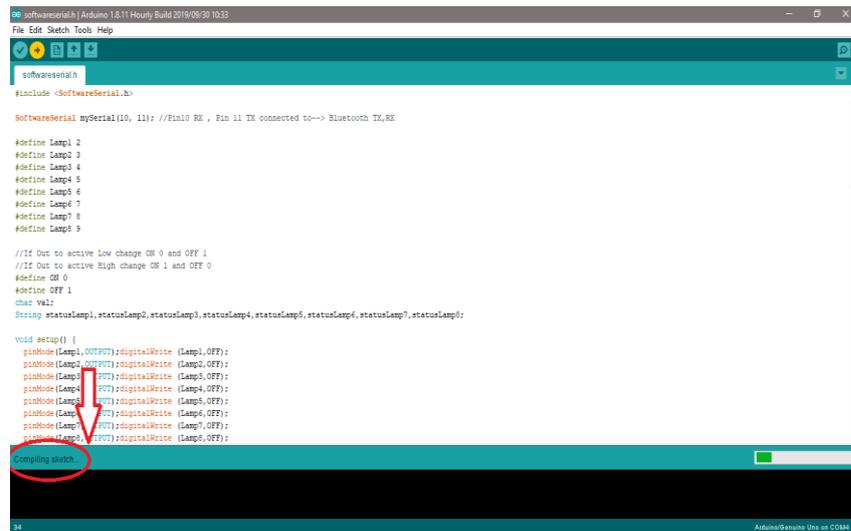
```



Gambar 4.6 Tampilan Loop Pada Program

## 5. Compiler Tampilan Loop Pada Program

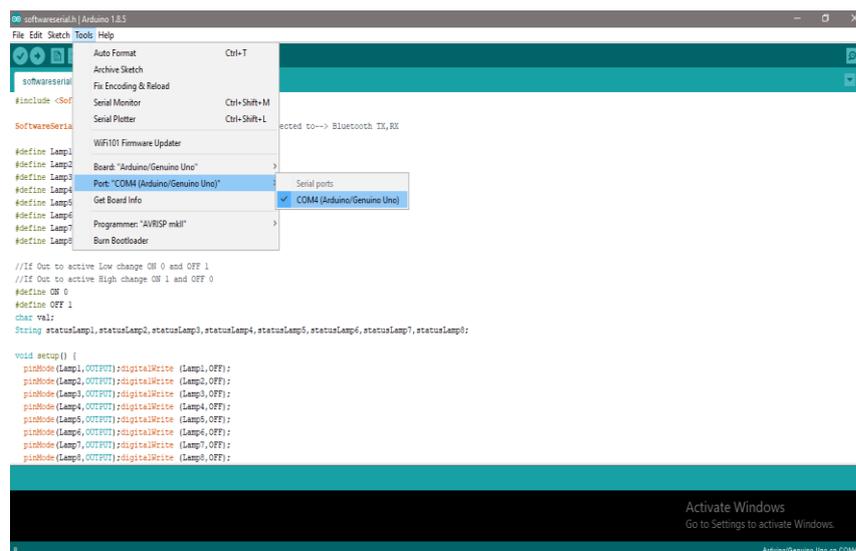
Kompilasi digunakan untuk pengecekan kesalahan kode sintaks sketch tanpa unggah ke board. Sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode biner bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa processing.



Gambar 4.7 Proses Kompiler

## 6. Uploader

Berfungsi untuk mengunggah hasil kompilasi sketch ke board target. Pesan error akan terlihat jika board belum terpasang atau alamat port COM belum terkonfigurasi dengan benar. Sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory didalam papan arduino.



Gambar 4.8 Pemilihan Port COM

```

softwareserialh | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help
softwareserialh
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial mySerial(10, 11); //Pin10 RX , Pin 11 TX connected to-> Bluetooth TX,RX

#define Lamp1 2
#define Lamp2 3
#define Lamp3 4
#define Lamp4 5
#define Lamp5 6
#define Lamp6 7
#define Lamp7 8
#define Lamp8 9

//If Out to active Low change ON 0 and OFF 1
//If Out to active High change ON 1 and OFF 0
#define ON 0
#define OFF 1
char val;
String statusLamp1,statusLamp2,statusLamp3,statusLamp4,statusLamp5,statusLamp6,statusLamp7,statusLamp8;

void setup() {
  pinMode(Lamp1,OUTPUT);digitalWrite (Lamp1,OFF);
  pinMode(Lamp2,OUTPUT);digitalWrite (Lamp2,OFF);
  pinMode(Lamp3,OUTPUT);digitalWrite (Lamp3,OFF);
  pinMode(Lamp4,OUTPUT);digitalWrite (Lamp4,OFF);
  pinMode(Lamp5,OUTPUT);digitalWrite (Lamp5,OFF);
  pinMode(Lamp6,OUTPUT);digitalWrite (Lamp6,OFF);
  pinMode(Lamp7,OUTPUT);digitalWrite (Lamp7,OFF);
  pinMode(Lamp8,OUTPUT);digitalWrite (Lamp8,OFF);
}

void loop() {
  digitalWrite(Lamp1,ON);
  digitalWrite(Lamp2,ON);
  digitalWrite(Lamp3,ON);
  digitalWrite(Lamp4,ON);
  digitalWrite(Lamp5,ON);
  digitalWrite(Lamp6,ON);
  digitalWrite(Lamp7,ON);
  digitalWrite(Lamp8,ON);
  delay(1000);
  digitalWrite(Lamp1,OFF);
  digitalWrite(Lamp2,OFF);
  digitalWrite(Lamp3,OFF);
  digitalWrite(Lamp4,OFF);
  digitalWrite(Lamp5,OFF);
  digitalWrite(Lamp6,OFF);
  digitalWrite(Lamp7,OFF);
  digitalWrite(Lamp8,OFF);
  delay(1000);
}

Upload
Sketch uses 6040 bytes (18%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 390 bytes (19%) of dynamic memory, leaving 1450 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.
Arduino/Genuino Uno on COM4

```

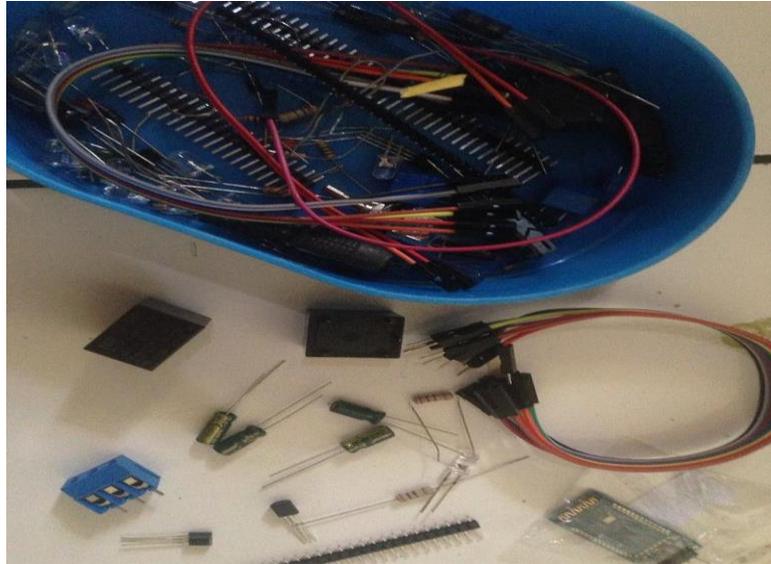
Gambar 4.9 Meng-upload Program Ke Dalam Mikrokontroler

#### D. Perakitan Perangkat Keras (*Hardware*)

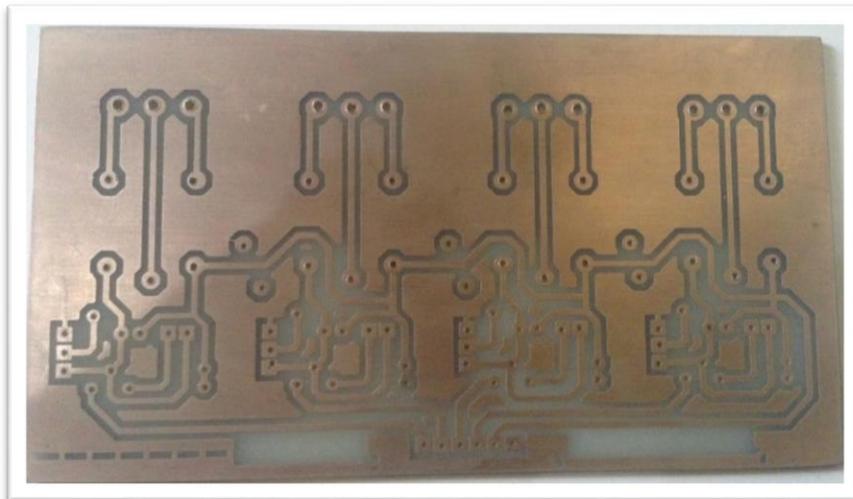
Perakitan perangkat keras pada sistem elektrikal terbagi menjadi dua bagian yaitu perakitan driver relay dan perakitan mikrokontroler. Perakitan perangkat keras ini menggunakan alat dan komponen elektronika yang telah disebutkan pada tabel 4.1. Perakitan driver relay dimulai dengan pemasangan tiap-tiap komponen elektronika pada slot lubang pada PCB board yang sudah di print.

Pemasangan tiap-tiap komponen elektronika mengikuti skematik yang ada pada board PCB, jika tiap-tiap komponen sudah dipasangkan pada masing-masing lubang, solder bagian kaki-kaki komponen agar masing-masing komponen dapat terhubung satu sama lain. Perakitan mikrokontroler mengikuti perancangan *prototype* seperti pada gambar 4.2, adapun langkah dalam melakukan perakitan perangkat keras ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

1. Perakitan perangkat keras driver relay.



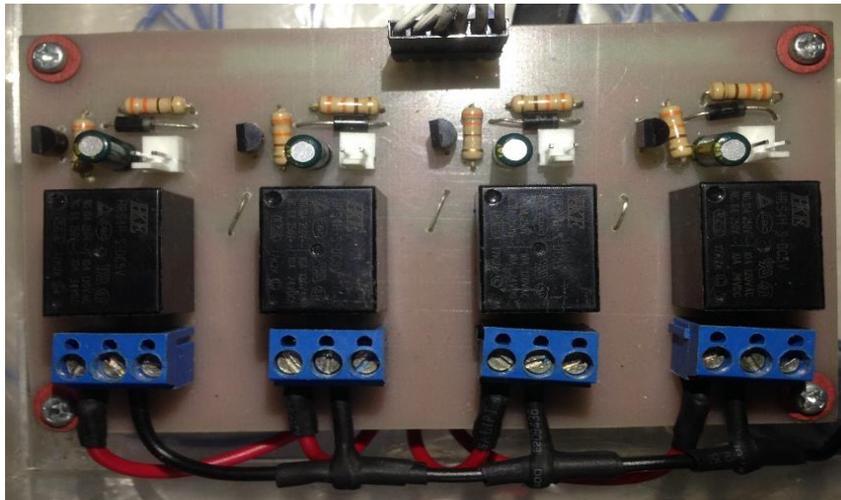
Gambar 4.10 Komponen Elektronika



Gambar 4.11 Skematik Rangkaian Pada PCB



Gambar 4.12 Pemasangan komponen dan penyambungan komponen



Gambar 4.13 Driver relay yang telah dirakit

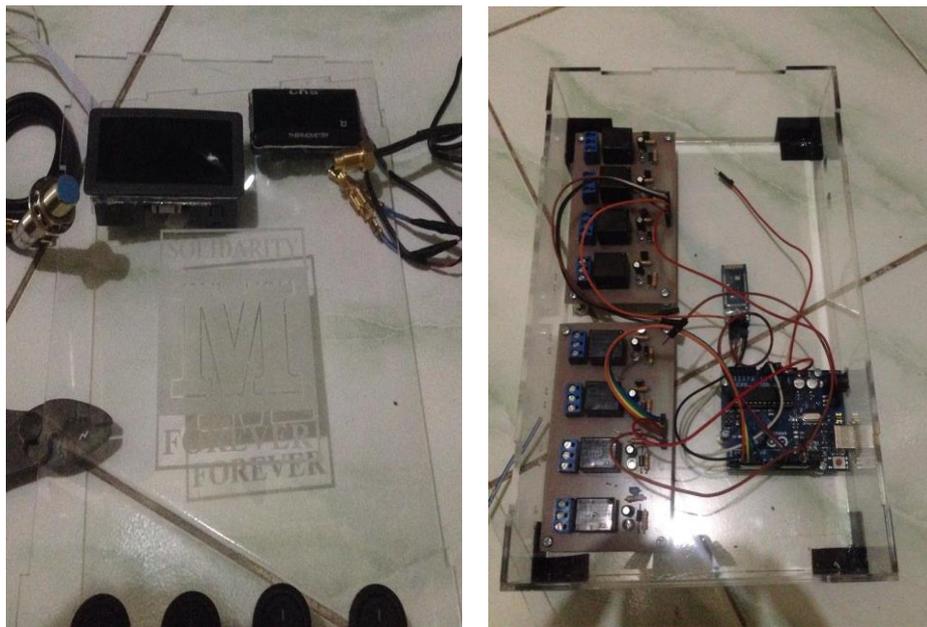


Gambar 4.14 Ujicoba driver relay

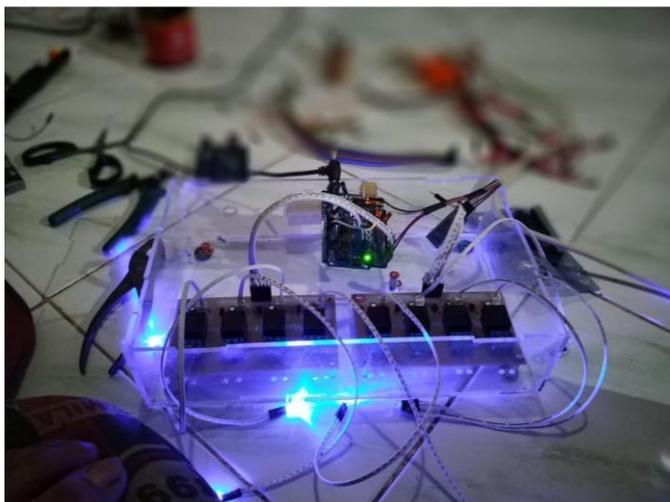
2. Perakitan perangkat keras mikrokontroler.



Gambar 4.15 Komponen-komponen mikrokontroler



Gambar 4.16 Pemasangan part komponen mikrokontroler



Gambar 4.17 Uji coba mikrokontroler

#### **E. Komponen Elektrikal *Prototype Mini Jet engine***

Komponen elektrikal *prototype mini jet engine* dibutuhkan untuk melengkapi sistem yang bekerja pada engine dan juga untuk mempermudah melakukan kinerja dan analisa. Berikut ini adalah beberapa komponen elektrikal yang terdapat pada *prototype mini jet engine*:

##### 1. Sensor RPM

Sensor RPM yang digunakan pada *mini jet engine* menggunakan jenis proximity induktif yang dikombinasikan dengan layar digital untuk mempermudah pembacaan output yang dihasilkan oleh sensor proximity induktif.

Proximity induktif sendiri dipilih sebagai salah satu sensor yang digunakan untuk *mini jet engine* dikarenakan sensor memberikan respon terhadap benda yang memiliki kecepatan tinggi, tidak perlu melakukan kontak fisik dan juga tahan terhadap guncangan/getaran sehingga masa

pakai sensor ini lebih lama. Dapat dilihat pada gambar 4.13, sensor kecepatan/RPM jenis proximity induktif dengan output digital.



Gambar 4.18 Sensor RPM

## 2. Sensor Temperatur/suhu

Sensor temperature/suhu yang digunakan pada *mini jet engine* menggunakan jenis *thermocouple* yang dikombinasikan dengan layar digital untuk mempermudah pembacaan output yang dihasilkan oleh sensor *thermocouple*.

*Thermocouple* sendiri dipilih sebagai salah satu sensor yang digunakan untuk *mini jet engine* dikarenakan responnya yang cepat terhadap perubahan suhu dan juga rentang suhu operasionalnya yang luas yaitu berkisar diantara  $-200^{\circ}\text{C}$  hingga  $2000^{\circ}\text{C}$  dan juga tahan terhadap goncangan/getaran dan mudah digunakan. Dapat dilihat pada gambar 4.14, sensor temperatur jenis *thermocouple* dengan output digital.

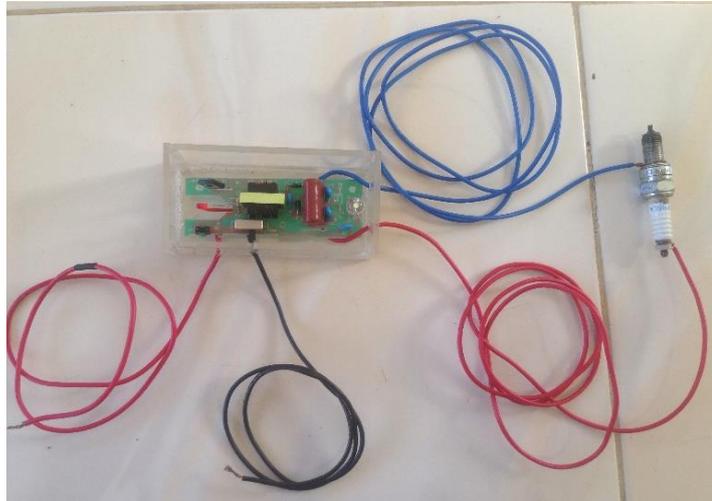


Gambar 4.19 Sensor Temperatur

### 3. Sistem Pengapian

Sistem pengapian yang digunakan ,pada *mini jet engine* menggunakan rangkain elektronika yang terdapat pada raket nyamuk, yang inputnya diberi tengangan 6v dari aki menuju ke busi untuk di konversikan menjadi percikan api, Karena pada raket nyamuk memiliki rangakaian yang sederhana.

Busi yang di pakai dalam sistem pengapian ini memiliki kode C7HSA atau yang biasa dipakai di motor c70, karena busi tersebut memiliki diameter dan panjang *thread* yang sesuai dengan yang dibutuhkan untuk engine. Fungsi sistem pengapian ini hanya untuk membakar campuran udara dan bahan bakar yang ada didalam ruang bakar. Sistem pengapian bisa dilihat pada gambar 4.15 dibawah ini :



Gambar 4.20 Sistem Pengapian

#### F. **Komponen *Prototype Mini Jet Engine***

Komponen yang terdapat didalam *prototype mini jet engine* yang digunakan pada tugas akhir yang dilakukan meliputi sebagai berikut :

1. Impeler



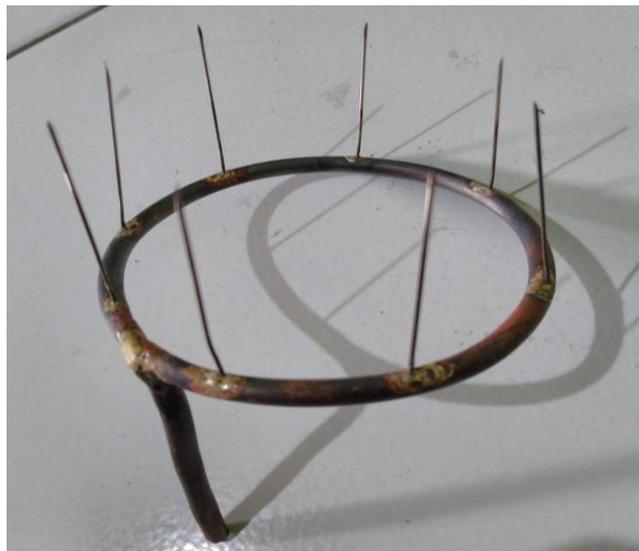
Gambar 4.21 Impeler

## 2. Difuser



Gambar 4.22 Diffuser

## 3. Pipa bahan bakar



Gambar 4.23 Pipa bahan bakar

#### 4. Shaft Tunel



Gambar 4.24 Shaft Tunel

#### 5. Ruang Bakar dan Stator



Gambar 4.25 Ruang bakar dan stator

## 6. Bleed Turbin



Gambar 4.26 Bleed Turbin

## G. Pengaplikasian Sistem Elektrikal Pada Mini *Jet Engine*

Pengaplikasian sistem merupakan penerapan sekelompok komponen dan elemen yang digabungkan menjadi satu agar dapat digunakan sebagaimana fungsinya. Adapun pengaplikasian sistem elektrikal pada *mini jet engine* adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler pada elektrikal *mini jet engine* ini terletak disebelah kanan bawah stand engine. Dibawah ini gambar yang menunjukkan posisi mikrokontroler pada stand engine.



Gambar 4.27 Posisi mikrokontroler

2. Sensor temperature/suhu pada elektrikal mini *jet engine* terletak dibagian exhaust engine dikarenakan dibagian tersebut memiliki suhu yang paling tinggi dibandingkan dengan bagian engine yang lain. Gambar dibawah menunjukkan posisi sensor suhu yang ada pada engine.



Gambar 4.28 Posisi sensor suhu

3. Sensor RPM pada elektrikal mini *jet engine* terletak dibagian inlet/intake engine dikarenakan untuk mengurangi dampak dari suhu panas yang dihasilkan engine agar sensor tidak cepat rusak. Gambar dibawah menunjukkan posisi sensor RPM pada yang ada pada engine.



Gambar 4.29 Posisi sensor RPM

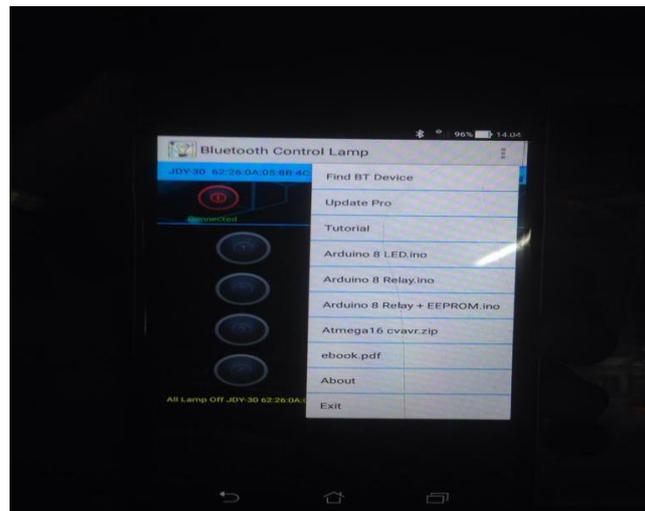
4. Sistem pengapian pada elektrikal mini *jet engine* terletak dibagian tengah engine dengan busi yang terhubung langsung pada ruang bakar. Gambar dibawah menunjukkan posisi busi yang menempel pada engine.



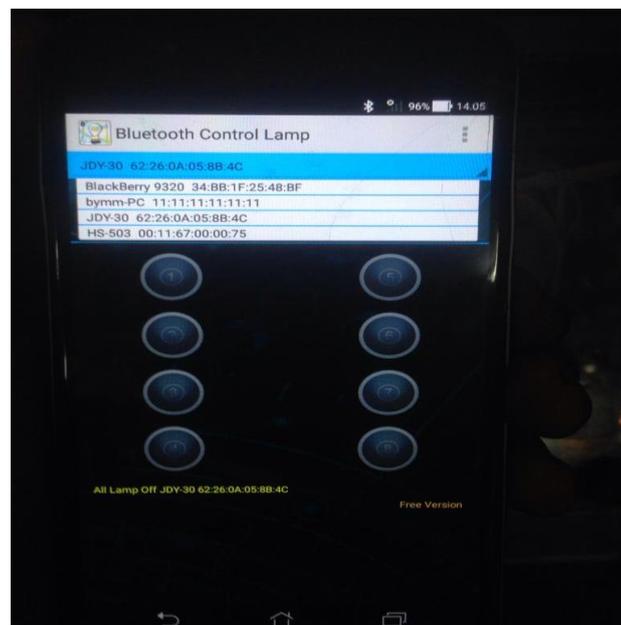
Gambar 4.30 Posisi busi pada engine

#### **H. Cara Kerja Sistem Elektrikal *Prototype Mini Jet engine***

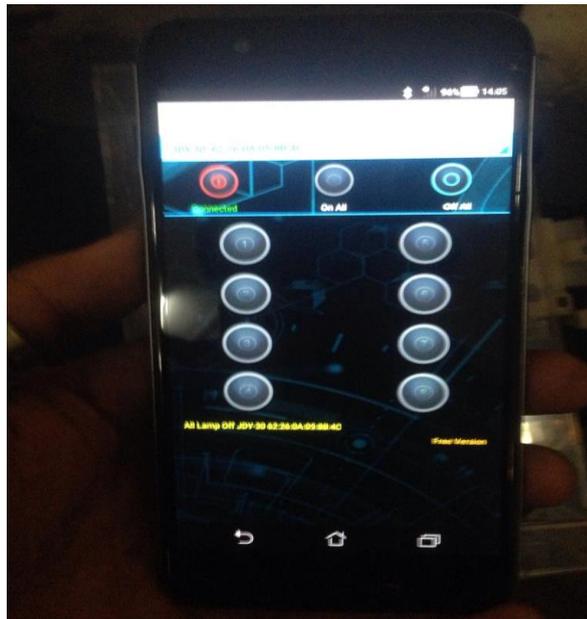
Cara kerja sistem elektrikal *prototype mini jet engine* dengan menggunakan control android. Untuk menjalankan sistem elektrikal ini pertama sambungkan mikrokontroler dengan catu daya kemudian setelah mikrokontroler menyala, sambungkan mikrokontroler dengan smartphone dengan Bluetooth, setelah mikrokontroler terkoneksi, sistem elektrikal yang ada pada *mini jet engine* sudah dikontrol penuh oleh mikrokontroler. Untuk menghidupkan komponen elektrikal tekan switch yang ada pada layar smartphone sesuai dengan nomor dan komponen yang dihidupkan. Lihat gambar dibawah ini untuk mempermudah pemahaman cara kerja sistem elektrikal *prototype mini jet engine*.



Gambar 4.31 Mencari nama device modul Bluetooth



Gambar 4.32 Menyambungkan modul bluetooth dengan aplikasi



Gambar 4.33 Modul telah terhubung dengan aplikasi



Gambar 4.34 Menjalankan sistem dengan control android

## I. Hasil Penelitian

Dari penelitian sistem elektrikal *prototype mini jet engiene* dihasilkan Temperatur, dan RPM. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.2 hasil kajian berikut ini :

Tabel 4.2 Hasil Pembacaan Sensor Temperatur dan RPM

Temperatur	Kecepatan Putar
158 °C	5132 rpm
173°C	5382 rpm
190°C	6193 rpm

*Sumber: Olahan data primer, 2019*

Dari tabel 4.2 diatas dapat diketahui bahwa didapatkan temperatur sebesar 158°C pada bagian exhaust dengan kecepatan putar sebesar 5132 RPM, temperatur sebesar 173°C pada bagian exhaust dengan kecepatan putar sebesar 5382 RPM, dan temperatur sebesar 190°C pada bagian exhaust dengan kecepatan putar sebesar 6193 RPM. Temperatur terendah didapatkan pada 150°C pada bagian exhaust dengan kecepatan putar sebesar 5132 RPM sedangkan temperatur tertinggi pada 190°C pada bagian exhaust dengan kecepatan putar sebesar 6193 RPM.

Berdasarkan hubungan matematis antara suhu, volume, dan tekanan yang dinyatakan dengan  $PV/T = C$ , dimana untuk volume silinder yang konstan berlaku hubungan  $P/T = C$ . Dengan menggunakan acuan suhu lingkungan 32°C dan tekanan 1 bar, dapat dilihat dari hubungan tersebut bahwa jika suhu udara masuk lebih kecil dari suhu lingkungan (32°C) maka tekanan udara yang masuk lebih kecil dari 1 bar, sehingga dibutuhkan suplai udara tambahan melalui kompresor yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan udara yang masuk dan secara bersamaan akan diikuti dengan adanya peningkatan suhu.