

**RANCANG BANGUN SWITCHING OTOMATIS PADA  
PENGISIAN BATERAI**



**SKRIPSI**

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar sarjana Teknik  
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya

**OLEH:**

**ADE TRIYANTO**

**03041381320020**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**RANCANG BANGUN SWITCHING OTOMATIS PADA**  
**PENGISIAN BATERAI**



**SKRIPSI**

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar sarjana Teknik  
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya

**OLEH:**

**ADE TRIYANTO**

**03041381320020**

**Palembang, Januari 2018**

**Mengetahui,**

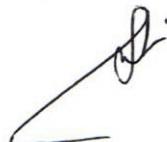
**Ketua Jurusan Teknik Elektro**



**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
**NIP .197108141999031005**

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama**



**Ir. Hj. Sri Agustina, M.T.**  
**NIP. 196108181990032003**

## **ABSTRAK**

### **RANCANG BANGUN SWITCHING OTOMATIS PADA PENGISIAN BATERAI**

(Ade Triyanto, 03041381320020, 2018, 56 halaman)

---

Alat pengisian baterai merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk mengisi tegangan pada baterai . Pada perkembanganya saat ini alat pengisian baterai sudah semakin canggih yaitu dengan adanya switching otomatis. Switching otomatis merupakan sebuah yang digunakan untuk memotong arus secara otomatis yang menuju baterai apabila pengisian sudah mencapai maksimal. Hal ini dapat dapat memperpanjang umur baterai yang di charger dan meminimalkan resiko meledak dari baterai yang dikarenakan overcharge. Prinsip kerja alat ini yaitu mengisi tegangan baterai secara otomatis dan proses pengisian baterai dengan tegangan maksimal 13,34 V dengan arus sebesar 0,99 A yang di cas pada sebuah charger yang memiliki switching otomatis pada saat melakukan pengisian. Tegangan dan arus masuk ke charger di baca oleh sensor arus dan tegangan pada alat. Apabila tegangan dan arus sesuai dengan program yang dibuat maka pengisian akan berlangsung. Pada saat melakukan pengisian baterai yang 1 terlebih dahulu di charger dan apabila telah penuh maka otomatis akan pindah ke baterai 2. Ketika kedua baterai telah penuh maka program akan memutuskan pengisian baterai.

**Kata Kunci:** Switcing otomatis, sensor arus, sensor tegangan

## ABSTRACT

### RANCANG BANGUN SWITCHING OTOMATIS PADA PENGISIAN BATERAI

(Ade Triyanto, 03041381320020, 2018, 56 Page)

*Battery charging device is a tool that serves to fill the voltage on the battery. In the current development of the battery charging device is increasingly sophisticated by the presence of automatic switching. Automatic switching is one used to automatically cut the current to the battery when the charging has reached the maximum. This can extend the life of the battery in the charger and minimize the risk of exploding from the battery due to overcharge. The working principle of this tool is to charge the battery voltage automatically and the process of charging the battery with a maximum voltage of 13.34 V with a current of 0.99 A in the case on a charger that has an automatic switching at the time of charging. Voltage and inrush into the charger are read by the current and voltage sensors in the appliance. If the voltage and current in accordance with the program made then the charging will take place. At the time of charging the battery first in the charger first and when it is full then it will automatically move to battery 2. When both batteries are full then the program will decide charging the battery.*

**Keywords:** Automatic switching, current sensor, voltage sensor

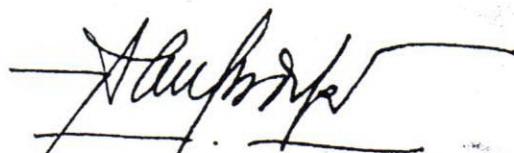
Palembang, Januari 2018

Mengetahui,

Menyetujui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Pembimbing Utama



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D

Ir. Hj. Sri Agustina, M.T.

NIP :197108141999031005

NIP. 196108181990032003

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan karunia-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan judul “RANCANG BANGUN SWITCHING OTOMATIS PADA PENGISIAN BATERAI”.

Pembuatan usulan proposal skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Ir. Hj. Sri Agustina, M.T. selaku pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, petunjuk dan saran.
2. Ibu Hj.Dwirina yang merupakan dosen pembimbing Akademik
3. Bapak M. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya
4. Bapak Dr. H. Iwan Pahendra Anto S, S.T., M.T. selaku Sekretaris Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya Segenaf staf dosen dan tata usaha Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya
5. Kedua orang tua yang telah memberikan semangat baik secara moril dan materi selama penelitian hingga selesaiya penulisan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman saya yang selalu memberi semangat dan doa.
7. Untuk calon pendamping hidup yang saat ini masih di perjuangkan.
8. Seluruh pihak yang sudah banyak memberikan bantuan dari awal penulisan hingga selesaiya laporan ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan terutama bagi mahasiswa jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya dan masyarakat pada umumnya.

Palembang, Januari 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	ii
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	iv
<b>DAFTAR ISI.....</b>	v
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	vii
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	viii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Metodologi Penelitian.....	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Sistem Pengisian Baterai.....	6
2.2. Prinsip Pembangkitan Tenaga Listrik .....	6
2.3.pengertian Baterai .....	7
2.3.1. Komponen Baterai .....	7

2.3.2. Elemen Baterai.....	10
2.3.3. Elektrolit .....	10
2.3.4. Kotak Baterai .....	11
2.3.5. Sumbat Ventilasi.....	11
2.4. Komponen Switching Otomatis.....	12
2.4.1.Mikrokontroller.....	12
2.4.1.1. Mikrokontroller Arduino Uno .....	12
2.4.1.2. Power .....	14
2.4.1.3. Daya .....	15
2.4.1.4. Memori.....	16
2.4.1.5. Input dan Output .....	16
2.4.1.6. Komunikasi.....	17
2.4.2. Transformator .....	18
2.4.3. Transistor .....	19
2.4.3.1. Macam-macam Transistor .....	19
2.4.3.2. Fungsi Transistor.....	21
2.4.4. LCD led 6 button .....	21
2.4.4.1. Relay SPDT .....	23
2.4.4.2. Relay DPDT.....	24
2.4.5. Lampu LED .....	24
2.4.6. Sensor Tegangan.....	24
2.4.7. Dioda.....	25
2.4.8. Sensor Arus.....	26

2.4.9. Kapasitor .....	26
2.4.10. Fan Cooler.....	26
2.5. Rangkaian Pengisian Baterai .....	27
2.6. Prinsip Kerja Charge Otomatis .....	28
2.7. Aplikasi Software Arduino .....	29

### **BAB III METODELOGI PENELITIAN**

3.1. Jenis Penelitian.....	30
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	30
3.2.1. Lokasi.....	30
3.2.2. Waktu Penelitian.....	30
3.3. Metode Pengumpulan Data.....	31
3.3.1. Studi Literatur .....	31
3.3.2. Pengumpulan Data .....	31
3.4. Pengolahan Data .....	32
3.5. Perancangan Sistem .....	32
3.6. Perancangan Alat .....	33
3.6.1. Proses Pembuatan Alat .....	34
3.7. Perancangan Software.....	38
3.8. Rencana Diagram Alir Penelitian .....	39

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Rangkaian switching otomatis .....	40
----------------------------------------	----

4.2. Cara kerja alat .....	41
4.3 Perhitungan Waktu pengisian aki .....	42
4.4 Tegangan saat charger.....	43
4.5 Rata-rata pengisian baterai.....	43
4.6 Efisiensi saat pengisian .....	44
4.7 Perbandingan tegangan alat dan multimeter .....	44
4.8 Tabel Pengukuran .....	45
4.9 Analisa .....	54

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	55
5.2 Saran .....	56

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar	Halaman
<b>Gambar 2.1.</b> Aki .....	7
<b>Gambar 2.2.</b> Mikrokontroller Arduini Uno R3.....	10
<b>Gambar 2.3.</b> Relay .....	14
<b>Gambar 2.4.</b> Sensor Tegangan.....	15
<b>Gambar 2.5.</b> Rangkaian Pengisian Baterai secara Umum .....	17
<b>Gambar 2.6.</b> Aplikasi Software Arduini 1.6.8.....	19

<b>Gambar 3.1.</b> Perancangan Alat .....	24
<b>Gambar 3.2.</b> Perancangan Software .....	25

## **DAFTAR TABEL**

Tabel	Halaman
<b>Tabel 2.1.</b> Spesifikasi Mikrokontroller Arduino Uno R3.....	12
<b>Tabel 3.1.</b> Waktu Penelitian .....	31

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Energi listrik merupakan energi yang paling banyak digunakan karena kemudahannya dikonversi ke energi lain. Pembangkit listrik alternatif muncul seiring dengan kemajuan teknologi sebagai jawaban akan peningkatan penggunaan energi listrik di masyarakat. Pembangkit listrik alternatif dinilai lebih ramah lingkungan karena menggunakan energi yang tersedia di alam yang merupakan energi terbarukan. Dalam pengaplikasianya pembangkit listrik alternatif memerlukan suatu kontroler yang mampu memanajemen energi yang dihasilkan. Kontroler ini bertugas mengatur proses penyimpanan energi serta meregulasi daya keluaran sebelum disalurkan ke pengguna. Prinsip kerjanya yaitu mengatur proses penyimpanan energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit alternatif.

Media penyimpanannya berupa baterai yang akan diisi secara bergantian sesuai urutannya. Baterai pertama akan diisi sampai penuh terlebih dahulu baru kemudian beralih ke baterai selanjutnya. Metode ini digunakan supaya memaksimalkan kapasitas media penyimpanan sehingga tidak akan mengganggu suplai keluarannya. Selain itu sistem ini memiliki kemampuan akan menonaktifkan proses penggunaan baterai (discharging) pada saat proses pengisian (charging) sedang berlangsung. Hal ini disebabkan karena pengisian baterai akan lebih cepat jika pada saat bersamaan baterai sedang tidak digunakan dan juga dapat memperpanjang umur pakai dari baterai tersebut. Hasil dari penelitian ini adalah sistem yang mampu mengontrol proses pengisian dan pengosongan media penyimpanan energi listrik dengan metode switching otomatis.

Sistem ini merupakan sistem yang mempunyai fungsi menyediakan atau menghasilkan arus listrik yang nantinya dimanfaatkan oleh komponen kelistrikan pada kendaraan dan sekaligus mengisi ulang arus pada baterai. Baterai pada



## Bab 1 Pendahuluan

---

---

kendaraan merupakan sumber listrik arus searah. Sifat muatannya adalah akan habis jika dipakai terus secara kontinu. Padahal keperluan arus listrik bagi perlengkapan kendaraan adalah setiap saat, utamanya akan banyak dihabiskan oleh sistem starter. Muatan listrik baterai akan berkurang bahkan habis apabila komponen kelistrikan kendaraan dihidupkan saat mesin mati.

Dengan demikian agar baterai selalu siap pakai dalam arti muatannya selalu penuh, maka harus ada suatu sistem yang dapat mengisi ulang muatan. Nah sistem pengisian inilah yang mempunyai fungsi tersebut. Sistem pengisian bekerja apabila mesin dalam keadaan berputar. Selama mesin hidup sistem pengisian yang akan menyuplai arus listrik bagi semua komponen kelistrikan yang ada, namun jika pemakaian arus tidak terlalu banyak dan ada kelebihan arus, maka arus akan mengisi muatan di baterai. Dengan demikian baterai akan selalu penuh muatan listriknya. Arus yang dihasilkan oleh sistem pengisian adalah arus bolak balik. Padahal semua sistem dan komponen kelistrikan kendaraan memakai arus searah. Diodalah yang berfungsi menyearahkan arus bolak balik.



## 1.2 Rumusan masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu:

- a. Pengertian dan fungsi dari Sistem switching otomatis yang di gunakan untuk pengisian baterai
- b. Apasajakah komponen-komponen dari sistem switching
- c. Bagaimana cara kerja dari Sistem switching yang menggunakan Arduino Uno sebagai pengendalinya
- d. Mengukur proses pengisian baterai pada saat kondisi low hingga penuh

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini, yaitu:

- a. Sistem bekerja untuk mengisi battery dengan PLN sebagai sumbernya
- b. Pemograman dilakukan menggunakan bahasa C dengan aplikasi Arduino 1.6.8.
- c. Penelitian ini hanya membahas switch otomatis pada pengisian baterai dan cara kerja alat
- d. Tidak membahas secara rinci pengaruh dari PLN sebagai sumber energi apabila ada perubahan supplay

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari perencanaan alat ini adalah :

- a. Menjadi acuan dan rujukan dalam mengaplikasikan sistem switching otomatis pada pembangkit listrik tenaga alternatif
- b. Dapat diaplikasikan pada mobil listrik.
- c. Mengetahui kondisi baterai yang telah terisi penuh agar energy yang masuk dapat maksimal
- d. Mendapatkan efisiensi arus yang masuk pada proses pengisian baterai



## Bab 1 Pendahuluan

---

### 1.5 Manfaat Penelitian

- a. Memanfaatkan putaran generator sebagai sumber energy tambahan dalam pengisian baterai apabila di aplikasikan pada mobil listrik
- b. Dengan adanya sistem pengisian otomatis ini kita tidak perlu menunggu pengisian baterai hingga penuh.
- c. Tidak perlu menunggu hingga baterai penuh untuk memutuskan arus yang masuk
- .

### 1.6 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan untuk mendapatkan data dan informasi pendukung dalam penulisan Proposal Tugas Akhir ini antara lain adalah:

#### 1. Metode Observasi

Metode ini dilaksanakan melalui tinjauan langsung seperti melakukan pengukuran, pengamatan dan pengembalian data yang diperlukan untuk penyelesaian tugas akhir ini.

#### 2. Studi Literatur

Metode pengumpulan bahan ini dilakukan dengan cara mempelajari buku –buku kuliah, buku-buku referensi, jurnal, internet dan berbagai sumber lain.

#### 3. Studi Wawancara

Metode ini dilakukan dengan diskusi mengenai topik tugas akhir ini dengan dosen pembimbing dan rekan – rekan mahasiswa.

### 1.7 Sistematika Penulisan

Pada penulisan proposal skripsi ini, sistematika penulisan terdiri dari bab-bab yang berkaitan satu sama lain dimana tiap bab terdapat uraian dan gambaran yang mencangkup pembahasan skripsi ini secara keseluruhan. Adapun bab-bab tersebut meliputi:

**BAB 1 PENDAHULUAN**

Merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat dari penelitian dan sistematika penulisan.

**BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Membahas tentang teori dasar yang mendasari pembahasan skripsi dan data yang mendukung dalam melakukan penelitian yang berdasarkan literatur.

**BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Membahas tentang waktu dan tempat penelitian, peralatan dan bahan penelitian, proses penelitian, pengumpulan dan pengelolahan data.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd( 8, 9, 4, 5, 6, 7);
int analogInput1 = A1; //sensor voltage battery 1
int analogInput2 = A2; //sensor voltage battery 2
int analogInput3 = A3; //sensor arus sebagai indikator penuhnya baterai 1
int analogInput4 = A4; //sensor arus sebagai indikator penuhnya baterai 2
int buttonstart = A4; //tombol start
int analogOutput1 = 2; //output button start
int analogOutput2 = 3; //output button stop
int analogOutput3 = 11; //kontrol relay baterai 1
int analogOutput4 = 12; //kontrol relay baterai 2

float vout1 = 0.0;
float vout2 = 0.0;
float vout3 = 0.0;
float vout4 = 0.0;
float voltage1 = 0.0;
float voltage2 = 0.0;

float R1 = 30000.0;
float R2 = 7500.0;
int value1 = 0;
int value2 = 0;
```

```
double volt1 = 0;  
double volt2 = 0;  
double current1 = 0;  
double current2 = 0;  
  
int maxbat = 16;  
int minbat = 5;  
  
void setup() {  
    pinMode (analogInput1, INPUT);  
    pinMode (analogInput2, INPUT);  
    pinMode (analogInput3, INPUT);  
    pinMode (analogInput4, INPUT);  
    pinMode (buttonstart, INPUT);  
    pinMode (analogOutput1, OUTPUT);  
    pinMode (analogOutput2, OUTPUT);  
    pinMode (analogOutput3, OUTPUT);  
    pinMode (analogOutput4, OUTPUT);  
  
    lcd.begin(16, 2);  
    lcd.clear();  
    lcd.setCursor(0, 0);  
    lcd.print("Auto Charge Accu");  
    lcd.setCursor(0, 1);  
    lcd.print(" Teknik Elektro ");
```

```
delay(1000);

}

byte key() {
//1-719,2-477,3-131,4-305,5-0

int val = analogRead(0);

if (val < 50) return 5; //kanan

else if (val < 150) return 3; //atas

else if (val < 350) return 4; //bawah

else if (val < 500) return 2; //kiri

else if (val < 800) return 1; //pilih

else if (val <= 1023) return 0;

}

void loop() {
tegangan ();
arus();
delay(100);
}

void arus () {
for (int i = 0; i < 1000; i++) {
volt1 = (volt1 + (0.004882 * analogRead(A3)));
delay(1);
}
}
```

```
volt1 = volt1 / 1000;  
current1 = (volt1 - 2.5) / 0.100;  
if (current1 < 0) {  
    current1 = 0;  
}  
  
for (int i = 0; i < 1000; i++) {  
    volt2 = (volt2 + (0.004882 * analogRead(A4)));  
    delay(1);  
}  
  
volt2 = volt2 / 1000;  
current2 = (volt2 - 2.5) / 0.100;  
if (current2 < 0) {  
    current2 = 0;  
}  
}  
  
void tegangan () {  
    value1 = analogRead(analogInput1);  
    vout1 = ((value1 * 5.00) / 1023.00);  
    voltage1 = (vout1 / (R2 / (R1 + R2)));  
  
    value2 = analogRead(analogInput2);  
    vout2 = ((value2 * 5.00) / 1023.00);
```

```
voltage2 = (vout2 / (R2 / (R1 + R2)));

lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(voltage1);

lcd.setCursor(6, 0);
lcd.print(voltage2);

int val = analogRead (0);

if ((voltage1 < minbat) && (voltage2 < minbat)) {

    lcd.setCursor(0, 1);

    lcd.print("  No Battery  ");

    digitalWrite(11, LOW);

    digitalWrite(12, LOW);

}

else if ((val > 500) && (val < 800)) {

    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0, 0);

    lcd.print("  CHARGE ON  ");

    digitalWrite(analogOutput1, HIGH);

    digitalWrite(11, HIGH);

    digitalWrite(12, LOW);

    delay(1000);

}
```

```
else if (current1 > 0 ){

    if (voltage1 > minbat){

        lcd.setCursor(0, 1);

        lcd.print("Battery 1 charge");

        lcd.setCursor(12, 0);

        lcd.print(current1);

        digitalWrite(11, HIGH);

        digitalWrite(12, LOW);

    }

}
```

```
else if (current1 == 0 ){

    lcd.setCursor(0, 1);

    lcd.print("Battery 2 charge");

    lcd.setCursor(12, 0);

    lcd.print(current2);

    digitalWrite(11, LOW);

    digitalWrite(12, HIGH);

    delay(1000);

}
```

```
}

else if (current2 > 0 ){

    lcd.setCursor(0, 1);

    lcd.print("Battery 2 charge");

    lcd.setCursor(12, 0);

    lcd.print(current2);
```

```
digitalWrite(11, LOW);
digitalWrite(12, HIGH);
}

else {
if ((current1 == 0 )&&(current2 == 0 )){

digitalWrite(analogOutput1, LOW);

}

}
```

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali Marsaban (1979). “Bertanya-tanya Tentang Energi”, Penerbit Mutiara, Jakarta.
- [2] Aloysius, D., 2001. *Simulasi dan Perancangan Sistem Kontrol Suspensi Semi Aktif Model Seperempat Kendaran*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [3] Caricchi, F., Crescimbini, F., “Study of Bi-Directional Buck-Boost Converter Topologies for Application in Electrical Vehicle Motor Drives”, IEEE, 1998.
- [4] E H J Pallett (1979). “Aircraft Electrical System, Second Edition”, Pitman Press, Copthorne, Sussex, London.
- [5] Helmi, M., 2009. *Pemanfaatan Energi Matahari Menggunakan Solar Cell Sebagai Energi Alternatif untuk Menggerakkan Konveyor*. Tugas Akhir. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya
- [6] Malvino dan Hanapi Gunawan Diktat Kuliah, Prinsip-Prinsip Elektronik, Edisi Kedua, PT. Gelora Aksara Pratama, Jakarta, 1981.
- [7] Muhammad Muhsin, Elektronika Digital-Teori Dan Soal Penyelesaian, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2004.
- [8] P H J. Kokelaar (1983). “Teknik Listrik, Jilid Satu”, Pradnya Paramita Press, Jakarta.
- [9] P H J. Kokelaar (1983). “Teknik Listrik, Jilid Dua”, Pradnya Paramita Press, Jakarta.
- [10] Sudiharto, Indhana dkk. 2011. Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) dan Automatic Main Failure (AMF) PLN - Genset Berbasis Plc Dilengkapi Dengan Monitoring. Jurnal Jurusan Teknik Elektro Industri PENS-ITS, Surabaya.

- [11] Tarmizi, 2009. *Desain Inverter untuk Pengaturan Kecepatan Motor BLDC dengan Metode Six-Step Berbasiskan Mikrokontroller PIC16F877*. Volume 6.
- [12] Tom Denton (1995). “Automobile Electrical and Electronic Systems”, Bath press, London.
- [13] Yulinda, Fitria. (2009, Agustus). Rancang Bangun Simulasi Sistem Hybrid Tenaga Surya dan Tenaga Angin Sebagai Catu Daya Base Tranceiver Station (BTS). Tugas akhir Departemen Teknik Elektro.
- [14] Zuhal, “Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya”, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1993.
- [15] Zuhal DR. Ir (1982). “Dasar Tenaga Listrik”, Penerbit ITB, Bandung.