

RANCANG BANGUN SISTEM
AUTOMATIC TRANSFER SWITCH BERBASIS IOT
PADA SOLAR HOME SYSTEM



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

TUGAS AKHIR

Angela Michelle Sutopo

00000028253

PROGRAM STUDI TEKNIK FISIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2022

RANCANG BANGUN SISTEM
AUTOMATIC TRANSFER SWITCH BERBASIS IOT
PADA SOLAR HOME SYSTEM



TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S.T.)

Angela Michelle Sutopo

0000028253

PROGRAM STUDI TEKNIK FISIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA

TANGERANG

2022

i

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Angela Michelle Sutopo

Nomor Induk Mahasiswa : 00000028253

Program studi : Teknik Fisika

Tugas Akhir dengan judul:

“Rancang Bangun Sistem *Automatic Transfer Switch* berbasis IoT pada *Solar Home System*”

merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari karya ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan skripsi maupun dalam penulisan laporan skripsi, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan **TIDAK LULUS** untuk Tugas Akhir yang telah saya tempuh.

Tangerang, 12 Juli 2022



Angela Michelle Sutopo

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul

“Rancang Bangun Sistem *Automatic Transfer Switch*
berbasis IoT pada *Solar Home System*“

Oleh

Nama : Angela Michelle Sutopo

NIM : 00000028253

Program Studi : Teknik Fisika

Fakultas : Fakultas Teknik & Informatika

Telah diujikan pada hari Kamis, 30 Juni 2022

Pukul 15.00 s.d 17.00 dan dinyatakan

LULUS

Dengan susunan pengujian sebagai berikut.

Ketua Sidang

Caesar Ondolan Harahap., Ph. D.
NIDN: 0406027904

Penguji

Dr. Tech. Rahmi Andarini
NIDN: 0328107203

Pembimbing

Digitally signed by Dr. Eng. Niki Prastomo
DN: cn=Dr. Eng. Niki Prastomo,
o=Universitas Multimedia Nusantara,
ou=Fakultas Teknik dan Informatika,
email=niki.prastomo@umn.ac.id, c=ID

Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc.
NIDN: 0419128293

Ketua Program Studi Teknik Fisika
Universitas Multimedia Nusantara

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

Muhammad Salehuddin, S.T., M.T.

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas academica Universitas Multimedia Nusantara, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Angela Michelle Sutopo
NIM : 00000028253
Program Studi : Teknik Fisika
Fakultas : Teknik dan Informatika
Jenis Karya : *Tesis/Skripsi/Tugas Akhir (*coret salah satu)

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Multimedia Nusantara Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul

“Rancang Bangun Sistem *Automatic Transfer Switch*
berbasis IoT pada *Solar Home System*“

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Multimedia Nusantara berhak menyimpan, mengalihmediakan/mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Tangerang, 12 Juli 2022

Yang menyatakan,


Angela Michelle Sutopo

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

KATA PENGANTAR


Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa sehingga laporan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem *Automatic Transfer Switch* berbasis IoT pada *Solar Home System*” dapat selesai tepat pada waktunya. Adapun tujuan utama dari pembuatan Tugas Akhir untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik serta merancang dan mengembangkan pembuatan prototipe *Automatic Transfer Switch* (ATS) dengan harga yang lebih ekonomis. Dengan selesainya penelitian dan penulisan laporan Tugas Akhir ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Universitas Multimedia Nusantara yang telah memfasilitasi dan memberikan berbagai pengetahuan selama mengenyam Pendidikan S-1 Teknik Fisika. Selain itu, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua, keluarga besar Sinchan, dan Sutopo yang telah memberikan doa, dukungan, dan penghiburan selama menyelesaikan Tugas Akhir ini;
2. Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan diskusi, bimbingan, motivasi, dan saran-saran yang diberikan kepada penulis selama pengerjaan laporan Tugas Akhir;
3. Bapak Daren Kusuma Halim, S.Kom., M.Eng.Sc. (HCNA, HCAI, RHCSA) selaku Sekretaris Prodi Teknik Komputer dan pembuat *cloud platform IoThingsHub* yang telah memberikan bimbingan dan saran masukan dalam perancangan prototipe ATS berbasis IoT;
4. Bapak Muhammad Salehuddin, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Fisika Universitas Multimedia Nusantara yang telah memberikan panduan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini;
5. Om Agus selaku ahli di bidang panel listrik yang telah memberikan bimbingan dalam instalasi ohm saklar;
6. Mr. Julien Duchaine selaku ahli di bidang panel surya yang telah memberikan bimbingan dan saran dalam hal sistem tenaga surya;
7. Ghandi dan Fendi selaku peneliti terdahulu yang telah memberikan rancangan pembuatan *Automatic Transfer Switch* (ATS) terdahulu;

8. Cindy selaku rekan seperjuangan Teknik Fisika 2018 yang telah memberikan dukungan kepada penulis selama pembuatan Tugas Akhir ini;
9. Seluruh pihak *Building Management* dan IT UMN yang telah memfasilitasi keperluan pengujian lapangan prototipe Tugas Akhir;
10. Seluruh *security* dan *janitor* di UMN yang telah mengamankan dan membersihkan lab C704 yang merupakan tempat penelitian penulis.

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada teman-teman maupun perorangan yang namanya belum disebutkan atas pemberian semangat dan doa kepada penulis dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini ini dapat memberikan informasi dan inspirasi yang bermanfaat bagi para pembaca, terkhususnya bagi para rekan yang bergerak di bidang tenaga surya untuk dapat menghasilkan perangkat ATS yang efektif dengan harga yang lebih ekonomis sehingga dapat dimanfaatkan oleh semua kalangan masyarakat guna mengurangi pemakaian energi dari batu bara. Akhir kata, penulis ingin memohon maaf apabila terdapat kekurangan ataupun kesalahan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini serta menerima kritik dan saran yang membangun dari pembaca.

Tangerang, 16 Juni 2022



Angela Michelle Sutopo

UMMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

RANCANG BANGUN SISTEM
***AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* BERBASIS IOT**
PADA SOLAR HOME SYSTEM

Angela Michelle Sutopo

ABSTRAK

Kebijakan energi nasional mempunyai sasaran bauran energi agar penggunaan batubara hanya berkontribusi sebesar 30 persen pada tahun 2025. Energi baru dan terbarukan (EBT) merupakan salah satu solusi untuk mencapai permintaan konsumen listrik dari energi bersih. Pada umumnya, PLTS tidak dapat digunakan selama 24 jam dalam sehari karena kondisi cuaca dan iklim. Oleh sebab itu, masyarakat umum masih memerlukan baterai untuk menyimpan cadangan energi atau pun memanfaatkan suplai listrik dari PLN serta sistem seperti *Automatic Transfer Switch* (ATS) yang dapat memanfaatkan listrik dari PLTS dan PLN secara efisien. Namun, harga ATS yang dijual secara komersial cenderung tidak ekonomis.

Penelitian Tugas Akhir ini merancang dan membangun sistem ATS berbasis *Internet of Things* (IoT). Pembuatan prototipe ATS memanfaatkan mikrokontroler Arduino MEGA 2560 untuk melakukan *switching* sumber listrik dan mikrokontroler ESP32 DevKit V1 untuk mengirimkan *data logger* ke *cloud platform IoThingsHub*. Jika dibandingkan dengan produk ATS komersial seperti DSE3110 dan SMARTGEN HGM420N, total biaya pembuatan prototipe ATS menyandang harga yang lebih ekonomis yaitu sebesar Rp 729.540,00.

Prototipe ATS yang dirancang dapat melakukan *switching* antar sumber listrik dengan jeda waktu selama 53 milisekon dan jeda waktu pengiriman *data logger* ke *cloud platform IoThingsHub* selama 1,06 detik. Salah satu keunggulan dari prototipe ATS ini adalah memiliki fitur keamanan tambahan berupa *Changeover Transfer Switch* (COS) atau ohm saklar untuk meminimalisir terjadinya arus pendek. Hasil ujicoba lapangan memaparkan bahwa rancangan prototipe ATS memanfaatkan solar PV selama kurang lebih 6 jam dalam sehari dengan sistem baterai 100 Ah 12V dan 3 buah solar panel 100 Wp dalam kondisi cerah berawan.

Kata kunci: *Automatic Transfer Switch, Internet of Things, data logger*

IOT-BASED AUTOMATIC TRANSFER SWITCH SYSTEM

DESIGN ON SOLAR HOME SYSTEM

Angela Michelle Sutopo

ABSTRACT (English)

The national energy policy has an energy mix target, so coal use only contributes 30 percent by 2025. New and renewable energy (EBT) is one solution to achieve electricity consumer demand from clean energy. PLTS cannot generally be used 24 hours a day due to weather and climatic conditions. Therefore, the general public still needs batteries to store energy reserves or utilize electricity supply from PLN, as well as systems such as Automatic Transfer Switch (ATS) that can use electricity from PLTS and PLN efficiently. However, the price of ATS, which is sold commercially, tends to be uneconomical.

This final project research designs and builds an Internet of Things (IoT) based ATS system. The ATS prototype used the Arduino MEGA 2560 microcontroller to switch the power source and the ESP32 DevKit V1 microcontroller to send the data logger to the IoThingsHub cloud platform. Compared to commercial ATS products such as DSE3110 and SMARTGEN HGM420N, the total cost of making ATS prototypes bears a more economical price of Rp 729,540.00.

The designed ATS prototype can switch between power sources with a time lag of 53 milliseconds and a data logger's data lag time of 1.06 seconds to the IoThingsHub cloud platform. One of the advantages of this ATS prototype is that it has an additional safety feature in the form of a Changeover Transfer Switch (COS) or ohm switch to minimize the occurrence of short circuits. The results of field trials explained that the ATS prototype design utilizes solar PV for approximately 6 hours a day with a 100 Ah 12V battery system and 3 100 Wp solar panels in cloudy sunny conditions.

Keywords: Automatic Transfer Switch, Internet of Things, data logger

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT (English)	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR GRAFIK	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Batasan Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Tinjauan Teori	14
2.2.1 Solar Home System	14
2.2.2 Automatic Transfer Switch (ATS)	18
2.2.3 Sistem Operasi ATS	19
2.2.4 Internet of Things (IoT)	20
2.2.5 Mikrokontroler Arduino MEGA 2560	22
2.2.6 Mikrokontroler ESP32 DevKit V1	24
2.2.7 Relai Modul 2 Channel	25

2.2.8	Sensor Arus dan Tegangan	26
2.2.9	<i>Real Time Clock (RTC)</i>	28
2.2.10	<i>Manual Changeover Switch 4Pole</i>	28
2.2.11	Akurasi Pengukuran.....	30
BAB III	METODOLOGI PERANCANGAN	32
3.1	Gambaran Umum	32
3.2	Metode Perancangan dan Eksperimen	33
3.2.1	Tahap Perancangan	33
3.2.2	Tahap Pembuatan.....	36
3.2.3	Tahap Pengujian	40
3.3	Variabel Penelitian.....	40
3.4	Teknik Pengumpulan Data	41
3.5	Teknik Pengambilan Sampel	43
BAB IV	ANALISIS	44
4.1	Proses Perancangan dan Pembuatan Prototipe ATS	44
4.1.1	Pemrograman Arduino dan ESP 32.....	44
4.1.2	Performansi Prototipe ATS.....	49
4.1.3	Rangkaian Prototipe ATS	57
4.2	Hasil Uji Coba Prototipe ATS.....	61
4.2.1	Hasil Uji coba Lab Pertama	61
4.2.2	Hasil Uji coba Lab Kedua	62
4.2.3	Hasil Ujicoba Lapangan	64
4.3	Perbandingan Nilai Ekonomis Prototipe ATS dengan Produk Komersial	69
4.3.1	Biaya produksi.....	69
4.3.2	Perbandingan Harga.....	70
BAB V	SIMPULAN DAN SARAN	71
5.1	Simpulan.....	71
5.2	Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel Tinjauan Pustaka.....	9
Tabel 2.2. Keuntungan dan Kerugian dari Jenis Tipe Teknologi Pembuatan Sel PV Berbasis Silikon [23].....	17
Tabel 4.1. Tabel <i>Delay Switch</i> dengan LCD.....	50
Tabel 4.2. Tabel <i>Delay Switch</i> dengan tanpa LCD	51
Tabel 4.3. Tabel <i>Delay Switch</i> pada Modul Relai 2 <i>Channel</i>	53
Tabel 4.4. Tabel Durasi Penerimaan Data oleh ESP32 DevKit V1 dari Arduino MEGA 2560.....	54
Tabel 4.5. Tabel Durasi Pengiriman Data dari ESP32 DevKit V1 ke <i>Cloud Platform IoTThingsHub</i>	54
Tabel 4.6. Tabel Pengujian Akurasi Sensor INA219.....	56
Tabel 4.7. Tabel <i>Delay Switch</i> Uji Coba Lab Kedua	63
Tabel 4.8. Tabel Perincian Biaya Pembuatan Prototipe ATS	69

UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Rangkaian Komponen <i>Solar Home Systems</i> untuk Beban Arus Listrik AC [19]	15
Gambar 2.2. Jenis Teknologi Pembuatan Sel PV Berbasis Silikon [22]	16
Gambar 2.3. Prinsip Kerja <i>Automatic Transfer Switch</i>	18
Gambar 2.4. Cara Kerja Transisi Terbuka atau <i>Break-Before-Make</i> [27]	19
Gambar 2.5. Cara Kerja Transisi Tertutup atau <i>Make-Before-Break</i> [27].....	19
Gambar 2.6. Cara Kerja <i>Internet of Things</i> pada Mikrokontroler berbasis Modul <i>WiFi</i>	21
Gambar 2.7. Konfigurasi <i>Pinout</i> Arduino MEGA 2560 [35]	23
Gambar 2.8. Konfigurasi <i>Pinout</i> Mikrokontroler ESP32 DevKit V1 [40]	25
Gambar 2.9. Konfigurasi <i>Pinout</i> Relai Modul 2 <i>Channel</i> [43].....	25
Gambar 2.10. Konfigurasi <i>Pinout</i> Sensor INA219 [45]	27
Gambar 2.11. Konfigurasi <i>Pinout</i> Sensor ACS712 [47].....	27
Gambar 2.12. Konfigurasi <i>Pinout</i> Sensor RTC DS3231 [49].....	28
Gambar 2.13. Cara Kerja Ohm Saklar 3 Fasa pada Sistem Kelistrikan.....	29
Gambar 2.14. <i>Wisnheimer Manual Change Over Switch (COS) 4 Pole</i> [52]	30
Gambar 3.1. Diagram <i>Fishbone</i> Alur Penelitian Tugas Akhir	32
Gambar 3.2. Blok Diagram Instalasi Sistem ATS pada <i>Solar Home System</i>	34
Gambar 3.3. <i>Flowchart</i> Alur Penelitian.....	35
Gambar 3.4. Blok Diagram Sistem pada Prototipe ATS	37
Gambar 3.5. <i>Flowchart</i> Alur Pemrograman Blok Diagram I untuk Proses <i>Monitoring</i>	37
Gambar 3.6. <i>Flowchart</i> Alur Pemrograman Blok Diagram II untuk Proses <i>Switching</i>	38
Gambar 3.7. Rangkaian Elektronika berbasis <i>Breadboard</i>	39
Gambar 3.8. Pengukuran Akurasi Sensor dengan Memanfaatkan <i>Digital Multimeter</i>	41

Gambar 3.9. Perolehan Jeda Waktu berdasarkan <i>Monitoring Timestamp</i> pada <i>Serial Monitor</i>	42
Gambar 3.10. Visualisasi Data <i>Real Time Value</i> pada <i>Cloud Platform IoThingsHub</i>	42
Gambar 4.1. Diagram Alur Pemrograman Prototipe ATS Bagian Pertama	46
Gambar 4.2. Diagram Alur Pemrograman Prototipe ATS Bagian Kedua	47
Gambar 4.3. Diagram Alur Pemrograman Prototipe ATS Bagian Ketiga.....	48
Gambar 4.4. Tegangan Maksimum <i>Lead-Acid Battery</i> berdasarkan Pengamatan Lapangan	49
Gambar 4.5. Skematik Rangkaian Sistem ATS	58
Gambar 4.6. Dokumentasi Rangkaian Prototipe ATS	58
Gambar 4.7. Dokumentasi Sistem Kabel pada Modul Relai 2 <i>Channel</i>	59
Gambar 4.8. Rangkaian Skematik Sistem Kabel pada COS 4 <i>Pole</i>	60
Gambar 4.9. Dokumentasi COS pada Prototipe ATS	60
Gambar 4.10. Lokasi dan Instalasi Prototipe ATS dan <i>Solar Home System</i>	65



DAFTAR GRAFIK

Grafik 1.1. Konsumsi Listrik per Kapita di Indonesia Tahun 1990-2020 [2].....	1
Grafik 4.1. Hasil Uji Coba Lab Pertama	62
Grafik 4.2. Hasil Uji Coba Lab Kedua.....	62
Grafik 4.3. Penurunan Tegangan pada Inverter Hanaya ketika Tidak Dipakai	66
Grafik 4.4. Penurunan Tegangan pada Inverter Visero ketika Tidak Dipakai.....	66
Grafik 4.5. Hasil Uji Coba Lapangan ketika Kondisi Mendung atau Hujan	67
Grafik 4.6. Hasil Uji Coba Lapangan ketika Kondisi Cerah Berawan	68

UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1. Bias	30
Rumus 2.2. Standar Deviasi	30
Rumus 2.3. Akurasi	30
Rumus 4.1. <i>Mark Up Pricing</i>	70



UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Formulir Konsultasi Skripsi.....	80
Lampiran B. <i>Coding</i> Sistem <i>Switching</i> ATS pada Mikrokontroler Arduino MEGA 2560.....	82
Lampiran C. <i>Coding</i> Sistem Pengiriman <i>Data Logger</i> berbasis <i>Cloud Platform</i> <i>IoThingsHub</i> pada Mikrokontroler ESP32 DevKit V1	93
Lampiran D. Hasil Pengecekan Tingkat Plagiarisme pada Program Turnitin	106

UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA