

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN SISTEM *SOLAR CHARGE*
***CONTROLLER* DENGAN *RASPBERRY PI* BERBASIS IOT**
(*INTERNET OF THINGS*)

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan

Memperoleh gelar Sarjana Terapan



Disusun oleh:

ZULKHAN ARIFIN

20.02.2090

PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2024

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN SISTEM *SOLAR CHARGE*
***CONTROLLER* DENGAN *RASPBERRY PI* BERBASIS IOT**
(*INTERNET OF THINGS*)

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan

Memperoleh gelar Sarjana Terapan



Disusun oleh:

ZULKHAN ARIFIN

20.02.2090

PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2024

HALAMAN PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN SISTEM *SOLAR CHARGE CONTROLLER*
DENGAN *RASPBERRY PI* BERBASIS IOT (*INTERNET OF THINGS*)**

*DESIGN SOLAR CHARGE CONTROLLER SYSTEM
WITH RASPBERRY PI BASED ON IOT (INTERNET OF THINGS)*

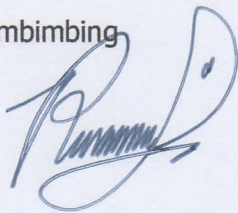
Disusun oleh :

ZULKHAN ARIFIN

20.02.2090

Telah disetujui oleh:

Pembimbing



Raka Pratindy, S.T., M.T.
NIP. 198508122019021001

Tanggal **20 Juni 2024**

HALAMAN PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN SISTEM *SOLAR CHARGE CONTROLLER*
DENGAN *RASPBERRY PI* BERBASIS IOT (*INTERNET OF THINGS*)
DESIGN SOLAR CHARGE CONTROLLER SYSTEM
*WITH RASPBERRY PI BASED ON IOT (INTERNET OF THINGS)***

Disusun oleh:
ZULKHAN ARIFIN
20.02.2090

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal **25 Juni** 2024

Ketua Seminar

Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd., M.T.
NIP. 199210092019021002
Penguji 1

I Made Suartika, ATD., M.Eng.Sc.
NIP. 196602281989031001
Penguji 2

Raka Pratindy, S.T., M.T.
NIP. 198508122019021001

Tanda tangan

Tanda tangan

Tanda tangan

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Diploma 4 Teknologi Rekayasa Otomotif

Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.T.
NIP. 198307042009121004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zulkhan Arifin

Notar : 20.02.2090

Program Studi : Diploma 4 Teknologi Rekayasa Otomotif

menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul " Rancang Bangun *Sistem Solar Charge Controller Dengan Raspberry Pi* Berbasis IoT (*Internet of Things*)" ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila laporan Tugas Akhir ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, ~~24~~ Juni 2024

Yang menyatakan,




Zulkhan Arifin
NOTAR.20022090

KATA PENGANTAR

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "RANCANG BANGUN *SOLAR CHARGE CONTROLLER* DENGAN *RASPBERRY PI* BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)*".

Tugas Akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan petunjuk dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat iman, sehat dan kuat dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik baiknya;
2. Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi tuntunan dan pedoman dalam motivasi menjadi pribadi yang lebih baik kedepannya;
3. Ibu Firga Ariani, S.E., M.M.Tr selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal;
4. Bapak Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomotif;
5. Bapak Raka Pratindy, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan waktu, arahan dan bimbingan;
6. Seluruh Dosen dan Staf pengajar Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomotif di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman selama penulis menempuh pendidikan di perguruan tinggi ini;
7. Orang tua penulis, terutama ibu penulis, Ibu Umi Mardiyah yang telah memberikan kasih sayang, support dan doa restu yang tidak pernah berhenti;

8. Rekan-rekan Taruna/I Angkatan 31 Bimanendra Haprabu, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal;
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian karya tulis ini yang tidak bisa penulis sebutkan semuanya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Tegal, ^{29 Juni}..... 2024



Zulkhan Arifin
NOTAR.20022090

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DATAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Batasan Masalah.....	4
I.4 Tujuan Penelitian.....	4
I.5 Manfaat Penelitian.....	5
I.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Rancang Bangun.....	6
II.2 Teori Dasar Listrik.....	6
II.3 Panel Surya	7
II.3.1 Prinsip Kerja Panel Surya	9
II.3.2 Karakteristik Panel Surya	11
II.3.3 Daya <i>Maximum</i> Panel Surya	12
II.4 PWM (Pulse Width Modulation)	13
II.4.1 PWM Analog	14
II.4.2 PWM Digital.....	15
II.5 MPPT (<i>Maximum Power Point Tracking</i>)	15
II.5.1 Tegangan <i>Open Circuit</i>	16
II.5.2 <i>Pertrub & Observe</i>	16
II.5.3 <i>Incremental Conductance</i>	18

II.6 Baterai	18
II.7 Internet of Things.....	21
II.8 Hardware	21
II.8.1 <i>Raspberry Pi Zero W</i>	21
II.8.2 Arduino Nano	24
II.8.3 Sistem <i>Buck-Boost Converter</i>	25
II.8.4 Sensor Arus ACS712.....	29
II.8.5 Sensor Tegangan <i>Voltage Divider</i>	29
II.8.6 Sensor Suhu DS18B20	30
II.8.7 Modul ADC ADS1115	30
II.8.8 Layar LCD Oled.....	31
II.9 Software	32
II.9.1 Fritzing	32
II.9.2 Arduino IDE.....	32
II.9.3 Thony.....	33
II.9.4 Firebase.....	33
II.9.5 Real VNC Viewer	34
II.10 Penelitian Relevan.....	35
BAB III METODE PENELITIAN	34
III.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	34
III.2 Jenis Penelitian.....	36
III.3 Bahan Penelitian.....	38
III.4 Alat Penelitian	38
III.5 Prosedur Pengambilan dan Pengumpulan Data.....	41
III.5.1 Data Penelitian	41
III.5.2 Pengumpulan Data.....	42
III.6 Diagram Alir Penelitian.....	43
III.6.1 Penjelasan Diagram Alir Penelitian	45
III.7 Diagram Blok Sistem Alat.....	50
III.7.1 Penjelasan Diagram Blok Sistem Alat	51
III.7.2 Schematic <i>Buck Boost Converter</i>	53
III.8 Perancangan Pemrograman	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	75
IV.1 Perancangan Alat.....	75
IV.2 Konfigurasi Database	81

IV.2.1	Parameter dan Data	81
IV.2.2	Koneksi <i>Database</i>	82
IV.2.3	Koneksi Langsung	83
IV.3	Hasil Rancangan <i>Maximum Power Point Tracking Solar Charge Controller</i>.....	84
IV.4	Kalibrasi Sensor	85
IV.3.1	Kalibrasi Sensor <i>Voltage Divider</i>	85
IV.3.2	Kalibrasi Sensor Arus ACS 712.....	88
IV.3.3	Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20.....	92
IV.5	Pengujian Rangkaian <i>Buck Boost Converter</i>.....	93
IV.6	Pengujian Keseluruhan Sistem <i>Maximum Power Point Tracking (MPPT) Solar Charge Controller (SCC)</i>.....	96
IV.7	Analisa Data Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan <i>Maximum Power Point Tracking (MPPT) Solar Charge Controller (SCC)</i>.....	101
IV.4.1	Analisis Tegangan dan Arus	101
IV.4.2	Pengaruh Intensitas Radiasi Matahari terhadap Daya yang dihasilkan Panel Surya.....	106
IV.4.3	Pengaruh <i>Buck Boost Converter</i> terhadap Daya yang dihantarkan Panel Surya Menuju Baterai	111
IV.4.4	Tampilan Data pada Layar Oled dan <i>Firebase</i>	112
IV.8	Keberlanjutan Alat.....	113
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	116
V.1	Kesimpulan	116
V.2	Saran.....	117
DAFTAR PUSTAKA		119
LAMPIRAN-LAMPIRAN		122

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Panel Surya Monocrystalline 50 wp.....	8
Gambar II.2	Prinsip Kerja Panel Surya.....	9
Gambar II.3	Rangkaian Ekuivalen Sel Surya	10
Gambar II.4	Kurva karakteristik I dan V panel surya.....	12
Gambar II.5	Kurva I-V dari sel PV.....	13
Gambar II.6	Sinyal PWM.....	14
Gambar II.7	Rangkaian PWM Analog	14
Gambar II.8	Pembentukan Sinyal PWM	14
Gambar II.9	Rangkaian PWM Digital	15
Gambar II.10	Diagram Algoritma <i>Pertrub & Observe</i> (P&O)	17
Gambar II.11	Konstruksi baterai.....	19
Gambar II.12	Baterai VLRA SMT-Power 12V / 7,5Ah	20
Gambar II.13	<i>Raspberry Pi Zero W</i>	22
Gambar II.14	GPIO <i>Raspberry Pi Zero W</i>	23
Gambar II.15	Arduino Nano.....	25
Gambar II.16	Sistem <i>Buck Boost Converter</i>	26
Gambar II.17	Dioda	26
Gambar II.18	Kapasitor	27
Gambar II.19	Resistor	27
Gambar II.20	Induktor	28
Gambar II.21	Mosfet.....	28
Gambar II.22	Sensor Arus ACS712	29
Gambar II.23	Sensor Tegangan <i>Voltage Divider</i>	29
Gambar II.24	Sensor Suhu DS18B20	30
Gambar II.25	Modul ADC ADS1115	31
Gambar II.26	Layar Oled.....	31
Gambar II.27	<i>Fritzing</i>	32
Gambar II.28	Arduino IDE.....	33
Gambar II.29	Thony	33
Gambar II.30	<i>Firebase</i>	34
Gambar II.31	Real VNC Viewer	34

Gambar III.1	Kampus Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal.....	34
Gambar III.2	Langkah-langkah metode <i>Research and Development</i>	36
Gambar III.3	Solder.....	38
Gambar III.4	Tenol.....	39
Gambar III.5	Kabel USB miniHDMI.....	39
Gambar III.6	Samsung Galaxy A20s (SM-A207).....	40
Gambar III.7	Dell Vostro 5310	40
Gambar III.8	SD Card Reader	41
Gambar III.9	Diagram Alir Penelitian	45
Gambar III.10	Diagram Blok Sistem Alat.....	50
Gambar III.11	Schematic Buck Boost Converter	53
Gambar IV.12	Raspberry Pi OS.....	56
Gambar IV.13	Thony Python.....	57
Gambar IV.14	Visual Studio Code.....	58
Gambar IV.15	Kode Import Modul dan Paket.....	59
Gambar IV.16	Kode Inisialisasi Waktu.....	60
Gambar IV.17	Kode Konfigurasi pin PWM.....	61
Gambar IV.18	Kode Inisialisasi Variabel Kontrol PWM	62
Gambar IV.19	Kode File JSON.....	65
Gambar IV.20	Kode Mengumpulkan Data Arus dan Tegangan	67
Gambar IV.21	Kode Menghitung Rata-Rata dan Daya	70
Gambar IV.22	Kode Implementasi Logika MPPT	72
Gambar IV.23	Kode Menampilkan data pada Layar OLED.....	73
Gambar IV.1	Desain Fritzing.....	75
Gambar IV.2	Perakitan Sensor Arus dan Tegangan.....	77
Gambar IV.3	Sensor ds18b20.....	78
Gambar IV.4	Perakitan Rangkaian Buck-Boost Converter.....	78
Gambar IV.5	Perakitan Panel Surya	79
Gambar IV.6	Modul ADCADS1115.....	79
Gambar IV.7	Perakitan Step Down 5 V	80
Gambar IV.8	Perakitan Layar OLED.....	80
Gambar IV.9	Kamera dan Modem Wifi	81
Gambar IV.10	Pemasangan Baterai	81

Gambar IV.24 Parameter Data	82
Gambar IV.25 Coding koneksi database	82
Gambar IV.26 Coding file JSON	83
Gambar IV.27 Tailscale	84
Gambar IV.28 Tampilan kamera secara realtime	84
Gambar IV.29 Hasil Rancangan SCC MPPT	84
Gambar IV.30 Grafik kalibrasi hasil dari sensor tegangan dengan multimeter pada panel surya.....	86
Gambar IV.31 Grafik Kalibrasi dari sensor tegangan dengan multimeter pada Baterai	88
Gambar IV.32 Grafik Kalibrasi Arus dar1 Panel Surya.....	90
Gambar IV.33 Grafik Kalibrasi Arus pada Baterai	91
Gambar IV.34 Data Kalibrasi Suhu.....	92
Gambar IV.35 Grafik Kalibrasii Suhu	92
Gambar IV.36 Grafik Tegangan dan Arus Panel Surya	101
Gambar IV.37 Grafik Tegangan dan Arus Panel Surya	103
Gambar IV.38 Grafik Tegangan dan Arus Baterai	104
Gambar IV.39 Grafik Tegangan dan Arus Baterai	106
Gambar IV.40 Grafik Irradiance dan Daya	107
Gambar IV.41 Scatter Daya dan Irradiance.....	108
Gambar IV.42 Grafik irradiance dan daya	110
Gambar IV.43 Grafik Scatter Daya dan Irradiance	110
Gambar IV.44 Tampilan data pada Layar Oled.....	113
Gambar IV.45 Tampilan data pada Firebase	113

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Spesifikasi Panel Surya jenis Monocrystalline 50wp	9
Tabel II.2 Spesifikasi Baterai SMT-Power VLRA 12 V / 9Ah	20
Tabel II.3 Spesifikasi <i>Raspberry Pi Zero W</i>	22
Tabel II.4 Fungsi Penting dalam Pin GPIO	24
Tabel II.5 Spesifikasi Arduino Nano	25
Tabel II.6 Penelitian Relevan	35
Tabel III.1 Jadwal Penelitian	35
Tabel III.2 Lembar Kerja Perakitan Alat	47
Tabel III.3 Lembar Kerja Pengujian Alat	48
Tabel IV.2 Variabel Kode Import Modul dan Paket	59
Tabel IV.3 Variabel Kode Inisialisasi Waktu	60
Tabel IV.4 Variabel Kode Konfigurasi pin PWM	61
Tabel IV.5 Kode Variabel Inisialisasi Variabel Kontrol PWM	62
Tabel IV.6 Kode Variabel File JSON	65
Tabel IV.7 Kode Variabel Mengumpulkan Data Arus dan Tegangan	67
Tabel IV.8 Kode Variabel Menghitung Rata-Rata dan Daya	70
Tabel IV.1 Komponen-komponen penyusun SCC	76
Tabel IV.9 Data Kalibrasi Voltage Divider Pada Panel Surya	86
Tabel IV.10 Data Kalibrasi Voltage Divider Pada Baterai	87
Tabel IV.11 Data Kalibrasi Arus pada Panel Surya	89
Tabel IV.12 Data Kalibrasi Arus pada Baterai	90
Tabel IV.13 Hasil Pengukuran	94
Tabel IV.14 Data Arus	94
Tabel IV.15 Data Pengujian Hari ke 1	97
Tabel IV.16 Data Pengujian hari ke 2	99

DATAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Kalibrasi	123
Lampiran 2. Data Hasil Pengukuran.....	125
Lampiran 3. Dokumentasi Kegiatan	129
Lampiran 4. Program Arduino IDE MPPT	131
Lampiran 5. Program Python Raspberry Pi.....	140

INTISARI

Masalah *overcharge* pada baterai atau aki merupakan salah satu isu kritis dalam sistem penyimpanan energi, terutama dalam aplikasi yang melibatkan sumber daya terbarukan seperti panel surya. *Overcharge* terjadi ketika baterai atau aki terus menerima arus pengisian meskipun sudah mencapai kapasitas penuh, yang dapat menyebabkan kerusakan permanen, pengurangan umur pakai, dan risiko kebakaran. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah ini dan memastikan efisiensi serta keamanan pengisian daya, diperlukan adanya alat yang disebut *Solar Charge Controller*. Penelitian ini bertujuan merancang, memahami cara kerja, dan menguji sistem SCC menggunakan Raspberry Pi Zero W berbasis *Internet of Things* (IoT). Penelitian ini menggunakan metode *Research & Development* (R&D). Komponen utama yang digunakan meliputi *Raspberry Pi Zero W*, *Arduino Nano*, *Voltage Sensor*, Sensor Arus, Sensor Suhu DS18B20, dan Modul ADC ADS1115. Data *monitoring* dan penyimpanan dilakukan secara *real-time* menggunakan *Firebase Database*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem SCC dengan metode Maximum Power Point Tracking (MPPT) dan algoritma *Perturb & Observe* (P&O) mampu menghasilkan daya sebesar 46,91 Watt. Keberhasilan ini berkat peran *buck boost converter* dengan efisiensi 97,24%, yang menjaga tegangan pada titik daya maksimum (*Maximum Power Point*) sehingga menghasilkan daya yang efisien, stabil, dan optimal dalam pengisian baterai. Sistem SCC juga dilengkapi fitur pengaman untuk mencegah *overcharge* dan *overdischarge* pada baterai, sehingga menjamin umur pakai baterai yang lebih panjang dan operasional yang aman. Data disimpan secara real-time di cloud melalui *Firebase Database*, memungkinkan pengguna memantau kondisi sistem SCC dari jarak jauh menggunakan aplikasi IoT. Aplikasi ini memberikan notifikasi tentang status baterai, tegangan, arus, daya dari panel surya dan baterai, suhu, serta kondisi lainnya yang relevan.

Kata Kunci: *Solar Charge Controller, Raspberry Pi Zero W, Maximum Power Point Tracking (MPPT), Buck Boost Converter, Firebase Database.*

ABSTRACT

The issue of overcharging in batteries or accumulators is a critical concern in energy storage systems, particularly in applications involving renewable energy sources like solar panels. Overcharging occurs when a battery continues to receive charging current even after it has reached its full capacity, which can lead to permanent damage, reduced lifespan, and fire hazards. Therefore, to address this problem and ensure efficient and safe charging, a device called a Solar Charge Controller (SCC) is necessary. This research aims to design, understand the working mechanism, and test an SCC system using a Raspberry Pi Zero W based on the Internet of Things (IoT). The research employs the Research & Development (R&D) method. The main components used include a Raspberry Pi Zero W, Arduino Nano, Voltage Sensor, Current Sensor, DS18B20 Temperature Sensor, and ADS1115 ADC Module. Real-time monitoring and data storage are conducted using Firebase Database. The test results show that the SCC system with Maximum Power Point Tracking (MPPT) and Perturb & Observe (P&O) algorithm is capable of producing 46.91 watts of power. This success is attributed to the role of the buck-boost converter with an efficiency of 97.24%, which maintains the voltage at the maximum power point (MPP) to ensure efficient, stable, and optimal battery charging. The SCC system is also equipped with safety features to prevent overcharging and over-discharging of the battery, thereby ensuring a longer battery lifespan and safe operation. Data is stored in real-time in the cloud via Firebase Database, allowing users to remotely monitor the SCC system's condition using an IoT application. This application provides notifications about battery status, voltage, current, power from the solar panel and battery, temperature, and other relevant conditions.

Keywords: *Solar Charge Controller, Raspberry Pi Zero W, Maximum Power Point Tracking (MPPT), Buck Boost Converter, Firebase Database.*