

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PENYIMPANAN BATERAI PADA DC POWER HOUSE

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A BATTERY STORAGE SYSTEM IN DC POWER HOUSE

Asrian Pane¹, Ekki Kurniawan S.T., M.T.², Kharisma Bani Adam S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹asrianpane@students.telkomuniversity.ac.id, ²ekfikurniawan@telkomuniversity.ac.id,
³kharismaadam@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Perkembangan suatu wilayah membutuhkan peranan energi untuk dapat berkembang dengan baik, khususnya energi listrik. Namun, sampai saat ini masih banyak daerah di Indonesia yang masih terisolasi oleh listrik yang disebabkan oleh letak geografisnya. *DC Power House* merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi daerah yang tidak mendapat aliran listrik. Sumber *DC Power House* tersebut berasal dari bahan bakar non- fosil yang dapat diperbaharui. Sumber yang digunakan yaitu energi matahari karena Indonesia merupakan salah satu negara yang dilalui oleh garis khatulistiwa sehingga iklim di Indonesia terbagi menjadi 2 yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pada saat musim kemarau *DC power house* akan sangat berguna, karena dapat mengalirkan arus maksimal pada waktu pagi hari sampai sore hari, yaitu pada jam 6 pagi hingga pukul 6 sore.

Pada tugas akhir ini, selain dapat digunakan pada siang hari *DC Power House* juga dapat digunakan pada malam hari dengan menggunakan baterai *accumulator* 50 AH-12 volt sebagai sumber. Sehingga, *DC Power House* dapat menjadi sumber energi selama 24 jam. *DC Power House* ini dirancang dengan menggunakan pengontrol baterai secara otomatis untuk mengatur tegangan dan arus yang masuk dari panel surya. Posisi dari pengontrol otomatis ini ditempatkan diantara sel surya dan baterai. Hal ini digunakan untuk menjaga pengisian tegangan yang tepat pada baterai. Sistem pengisian baterai secara otomatis ini menggunakan Mikrokontroler ATmega 32 dan aplikasi PWM. Sehingga, sistem akan mengatur secara otomatis saat baterai akan melakukan pengisian dan pemakaian.

Tujuan dari tugas akhir ini adalah membuat sistem penyimpanan baterai otomatis yang mampu mengontrol baterai secara otomatis saat melakukan pengisian dan pemakaian sehingga *DC Power House* dapat digunakan sebagai sumber energi listrik selama 24 jam.

Kata Kunci : *Energi Terbarukan, DC Power House, kontrol baterai otomatis, panel surya, baterai*

Abstract

The development of an area in need of the role of energy to thrive, particularly electrical energy. However, until now there are still many areas in Indonesia are still isolated by electricity caused by geography. *DC Power House* is one solution that can be used to address the areas that do not have electricity. *DC Power House* source are derived from non-fossil fuels that can be renewable. Sources come from solar energy because Indonesia is one country that is traversed by the equator so the climate in Indonesia is divided into two: the rainy season and dry season. During the dry season the *DC power house* will be very useful, because it can deliver a maximum current at the time of the morning until the afternoon, that at 6 am to 6 pm.

In this thesis, the addition can be used during the daytime *DC Power House* may also be used at night by using an accumulator battery of 50 AH-12 volt source. Thus, *DC Power House* can be a source of energy for 24 hours. *DC Power House* is designed by using the controller battery automatically to regulate the incoming voltage and current of the solar panel. The position of the automatic controller is placed between the solar cells and batteries. It is used to maintain the right charging voltage of the battery. Automatic battery charging system using ATmega 32 microcontroller and PWM applications. Thus, the system will adjust automatically when the battery charging and discharging.

The purpose of this thesis is to make an automatic battery storage system that is able to control the battery automatically when charging and discharging so that *DC Power House* can be used as a source of electricity for 24 hours.

Keywords : *Renewable Energy, DC Power House, controls the automatic battery, solar panel, battery*

1. Pendahuluan

Energi surya adalah salah satu energi yang sedang giat dikembangkan saat ini. Energi ini merupakan salah satu alternatif pembangkit energi listrik yang sangat baik untuk masa kini dan masa depan. Alat untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik adalah panel surya (solar cell). Pada tugas akhir kali ini, akan diteliti tentang pemanfaatan *solar cell* atau panel surya yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik sebagai sumber listrik tegangan DC yang beban listriknya akan dimanfaatkan untuk suatu tipe rumah berukuran 36 sehingga dinamakan dengan *DC Power House*.

Panel Surya (Solar Cell) sangat efektif digunakan di daerah yang banyak terdapat sumber cahaya matahari terutama di daerah beriklim tropis. Tetapi ada beberapa kekurangan dari penggunaan *solar cell* yaitu sistem penyimpanan arus listrik yang akan digunakan pada malam hari saat matahari tidak terbit. Sehingga dibutuhkan sistem penyimpanan baterai secara otomatis agar energi matahari pada pagi dan siang hari dapat disimpan ke dalam baterai berupa Akumulator (*Accu*) jenis kering untuk menjaga kualitas dan keawetan dari komponen-komponen panel surya itu sendiri dan pada malam hari arus yang disimpan dapat digunakan sebagai energi listrik rumah tangga. Selain itu, ada sebab lain yang menjadi masalah dalam masalah sistem penyimpanan baterai pada *DC Power House* yakni masa pakai baterai yang terbatas. Beberapa sebab yang menjadi permasalahan masa pakai baterai pada panel surya antara lain pemakaian baterai terus menerus sehingga baterai kosong tanpa diketahui dan penggunaan baterai dengan arus *continuous* yang terlalu besar.

Untuk mengatasi masalah tersebut maka diperlukan pula pengontrolan terhadap sistem penyimpanan baterai pada *DC Power House* yang memiliki dua mode yakni, *Charging Mode* sebagai pengisi baterai dan *Operation Mode* sebagai penggunaan baterai ke beban (pelayanan baterai ke beban diputus kalau baterai sudah mulai kosong). Dengan adanya pengontrolan secara otomatis terhadap penyimpanan baterai ini diharapkan sistem *DC Power House* dapat berjalan dengan baik untuk membantu masyarakat dalam menikmati energi listrik dengan energi yang terbarukan. [6]

2. Dasar Teori dan Perancangan

2.1 *Dc Power House*

Dc power house merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengatasi daerah penduduk yang tidak mendapat aliran listrik. Sumber DC house tersebut berasal dari bahan bakar non-fosil yang dapat diperbaharui, seperti ombak, aliran air, angin, panas bumi, sampah, uap, energi matahari. Sumber yang kami gunakan yaitu energi matahari karena Indonesia merupakan salah satu negara yang dilalui oleh garis khatulistiwa sehingga iklim di Indonesia terbagi menjadi 2 yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pada saat musim kemarau *DC power house* akan sangat berguna sekali, karena dapat mengalirkan arus maksimal pada waktu pagi hari sampai sore hari, yaitu pada jam 6 pagi hingga pukul 6 sore. Pada malam hari, sumber yang digunakan yaitu melalui baterai akumulator (*accu*) yang terpasang pada perancangan *DC power house*.

2.2 *Accumulator* [1]

Accumulator atau sering disebut aki, adalah salah satu komponen utama dalam kendaraan bermotor, baik mobil atau motor, semua memerlukan aki untuk dapat menghidupkan mesin kendaraan (mencatu arus pada dinamo starter kendaraan). Aki mampu mengubah tenaga kimia menjadi tenaga listrik.

Dikenal dua jenis elemen yang merupakan sumber arus searah (DC) dari proses kimiawi, yaitu elemen primer dan elemen sekunder. Elemen primer terdiri dari elemen basah dan elemen kering. Reaksi kimia pada elemen primer yang menyebabkan elektron mengalir dari elektroda negatif (katoda) ke elektroda positif (anoda) tidak dapat dibalik arahnya. Maka jika muatannya habis, maka elemen primer tidak dapat dimuati kembali dan memerlukan penggantian bahan pereaksinya (elemen kering). Sehingga dilihat dari sisi ekonomis elemen primer dapat dikatakan cukup boros. Contoh elemen primer adalah batu baterai (*dry cells*).

Elemen sekunder dalam pemakaiannya harus diberi muatan terlebih dahulu sebelum digunakan, yaitu dengan cara mengalirkan arus, tidak seperti elemen primer, elemen sekunder dapat dimuati kembali berulang kali. Elemen sekunder ini lebih dikenal dengan aki. Dalam sebuah aki berlangsung proses elektrokimia yang

reversibel (bolak-balik) dengan efisiensi yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel yaitu di dalam aki saat dipakai berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (discharging). Sedangkan saat diisi atau dimuati, terjadi proses tenaga listrik menjadi tenaga kimia (charging). Pada aki kendaraan bermotor arus yang terdapat di dalamnya dinamakan dengan kapasitas aki yang disebut Ampere-Hour/AH (Ampere-jam). Contohnya untuk aki dengan kapasitas arus 5 AH, maka aki tersebut dapat mencatu arus 5 Ampere selama 1 jam atau 1 Ampere selama 5 jam.

2.3 Panel Surya (*Solar Cell*) [3]

Energi Surya adalah salah satu jenis dari energi terbarukan (*Renewable Energy*). Matahari adalah sumber energi yang dijumpai dalam sistem galaksi, yang menghasilkan energi sepanjang matahari terbit. Maksud energi surya adalah energi yang didapatkan langsung dari cahaya matahari. Listrik tenaga matahari dibangkitkan oleh komponen yang disebut *solar cell* yang besarnya sekitar 10 - 15 cm persegi. Komponen ini mengkonversi energi dari cahaya matahari menjadi energi listrik. *Solar cell* merupakan komponen vital yang umumnya terbuat dari bahan semi konduktor.

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh satu *solar cell* sangat kecil maka beberapa *solar cell* harus digabungkan sehingga terbentuk satuan komponen yang disebut module. Produk yang dikeluarkan oleh industri *solar cell* adalah dalam bentuk module yang ditunjukkan pada Gambar 2.7. Pada aplikasinya, tenaga listrik yang dihasilkan oleh satu module masih cukup kecil (rata-rata maksimum tenaga listrik yang dihasilkan 130 W) maka dalam pemanfaatannya beberapa module digabungkan dan terbentuklah apa yang disebut *array*. Sebagai contoh untuk menghasilkan listrik sebesar 3 kW dibutuhkan array seluas kira-kira 20 - 30 meter persegi.

2.4 PWM (*Pulse Width Modulation*) [4]

Pulse Width Modulation (PWM) secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam satu periode, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Beberapa contoh aplikasi PWM adalah pemodulasian data untuk telekomunikasi, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, regulator tegangan, audio effect dan penguatan, serta aplikasi-aplikasi lainnya. Aplikasi PWM berbasis mikrokontroler biasanya berupa pengendalian kecepatan motor DC, pengendalian motor servo, dan pengaturan nyala terang LED. Oleh karena itu diperlukan pemahaman terhadap konsep PWM itu sendiri.

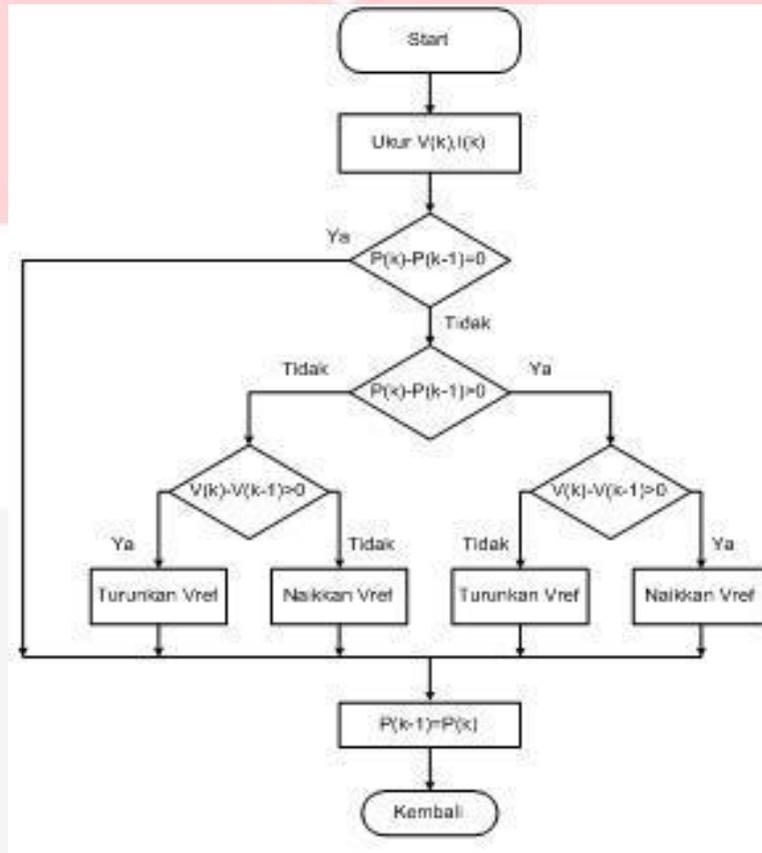
Pulse Width Modulation atau PWM dapat diperoleh dengan bantuan sebuah gelombang kotak yang mana siklus kerja (*duty cycle*) gelombang dapat diubah-ubah untuk mendapatkan sebuah tegangan keluaran yang bervariasi yang merupakan nilai rata-rata dari gelombang tersebut.

2.5 Mikrokontroler ATmega 32 [7]

Mikrokontroler AVR ATmega32 merupakan CMOS dengan konsumsi daya rendah, mempunyai 8-bit proses data (CPU) berdasarkan arsitektur AVR RISC. Dengan mengeksekusi instruksi dalam satu (siklus) clock tunggal, ATmega32 memiliki kecepatan data rata-rata (*throughputs*) mendekati 1 MIPS per MHz, yang memungkinkan perancang sistem dapat mengoptimalkan konsumsi daya dan kecepatan pemrosesan. Arsitektur AVR ini menggabungkan perintah secara efektif dengan 32 register umum. Semua register tersebut langsung terhubung dengan Arithmetic Logic Unit (ALU) yang memungkinkan 2 register terpisah diproses dengan satu perintah tunggal dalam satu clock cycle. Hal ini menghasilkan kode yang efektif dan kecepatan prosesnya 10 kali lebih cepat dari pada mikrokontroler CISC biasa. Berikut adalah blok diagram Mikrokontroler AVR ATmega32.

3. Perancangan Sistem

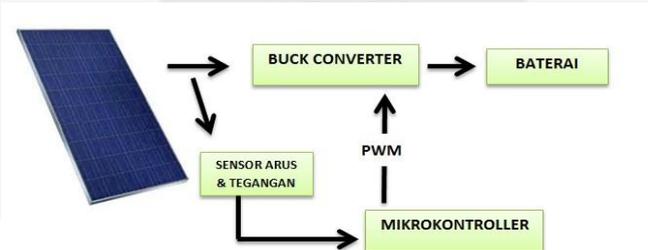
3.1 Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir Sistem

3.2 Konfigurasi Sistem

Blok diagram dari sistem MPPT dengan metode P&O ini dimulai dari tegangan yang dihasilkan dari sumber, yaitu *photovoltaic*. Setelah sistem mendapat masukan, mikrokontroler ATmega32 dengan algoritma P&O, akan mengatur berapa besar duty cycle yang akan diproses oleh *buck converter*. Pada sistem ini baterai sebagai keluaran dan parameter dalam penentuan duty cycle. Blok diagram sistem ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

3.3 Perencanaan dan Pembuatan Rangkaian *Buck Converter*

Parameter untuk mendesain *buck converter* diantaranya sebagai berikut :

Parameter	Nilai
P	200 W
V _{in}	24V
V _{out}	14V
F	30 Khz
R	15Ω
ripple	0.005

Menentukan *Duty Cycle* :

$$\frac{\quad}{\quad}$$

Menentukan nilai inductor untuk *continuous current* :

$$\frac{(\quad)}{\quad}$$

Untuk membuat desain *buck converter* ini nilai konduktor dibuat 25% lebih besar dari L_{min} :

Besar arus yang melewati inductor :

$$\frac{\quad}{\quad}$$

Menentukan nilai kapasitor :

$$\frac{(\quad / \quad)}{\quad}$$

3.4 Perencanaan Kapasitas Baterai dan Menentukan Tipe Baterai

Parameter untuk menentukan kapasitas baterai yang digunakan adalah sebagai berikut :

Parameter	Nilai
Tegangan	12 Volt
Beban	60 Watt
Referensi Peak Hour <i>Solar Cell</i>	1-3 Watt/Hours

Beban 1 hari : 60 Watt x 3 Watt/Hours = 180 Wh

Cari Kapasitas baterai V & Ah :

Daya 1 hari = V . I

180 Wh = 12 V . I

I = $\frac{180}{12}$ = 15 Ah (Beban Arus Minimal)

Menentukan tipe baterai :

-Lead Acid → 30 % kapasitas

Beban Arus Minimal = 30 % x Kapasitas Baterai

15 = 30 % x Kapasitas Baterai

1500 = 30 % x Kapasitas Baterai

Kapasitas Baterai = $\frac{1500}{30}$ = 50 Ah

Maka dari hasil perhitungan, penelitian menggunakan kapasitas baterai minimal 50 Ah dengan tipe baterai *Lead-Acid*

4. Analisis Hasil Simulasi

4.1 Pengujian Karakteristik *Photovoltaic* yang digunakan

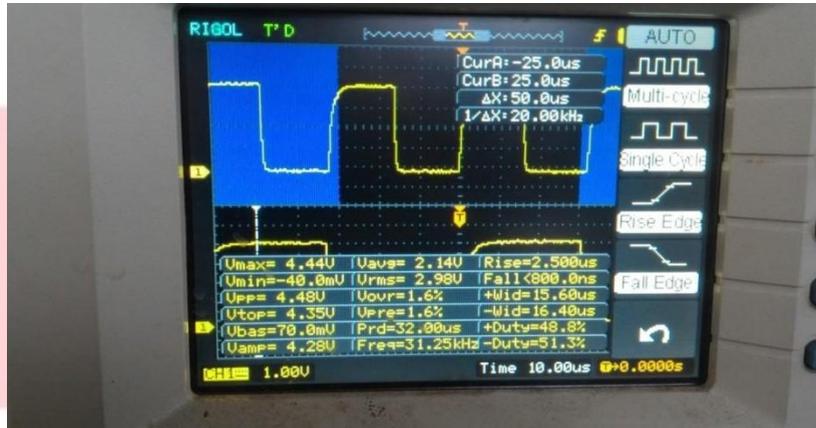
Pada tahap pengambilan data karakteristik *photovoltaic* yang digunakan untuk melihat tegangan dan arus sebagai bahan perbandingan dalam pengujian MPPT. Karakteristik *photovoltaic* terdapat pada tabel 1

Resistansi (Ohm)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
3.3	17.56	4.62	81.1272
4.7	17.68	3.62	64.0016
8	18.43	2.21	40.7303
15	19.10	1.20	22.92
18.3	18.92	1.0	18.92
19.7	19.30	0.94	18.142
39	19.23	0.46	8.8458
54	19.45	0.36	7.002
57.3	19.11	0.34	6.4974
58.7	19.67	0.33	6.4911
62	19.47	0.30	5.841
100	19.93	0.19	3.7867
115	19.79	0.17	3.3643

Tabel 1 Karakteristik *Photovoltaic*

4.2 Pengujian sinyal PWM dari mikrokontroler ke *driver* mosfet TLP250

Dilakukan pengujian terhadap kemampuan *driver* agar dapat mengetahui *driver* berfungsi dengan baik menyampaikan perintah dari mikrokontroler ke rangkaian *buck converter*. Pengujian *driver* dilakukan dengan mengukur kondisi tegangan pada keluaran kaki *driver*. Masukkan *driver* berasal dari PWM mikrokontroler. Berikut adalah gambar 4.4 keluaran sinyal dari *driver* mosfet



Gambar 1 Sinyal Keluaran dari TLP250

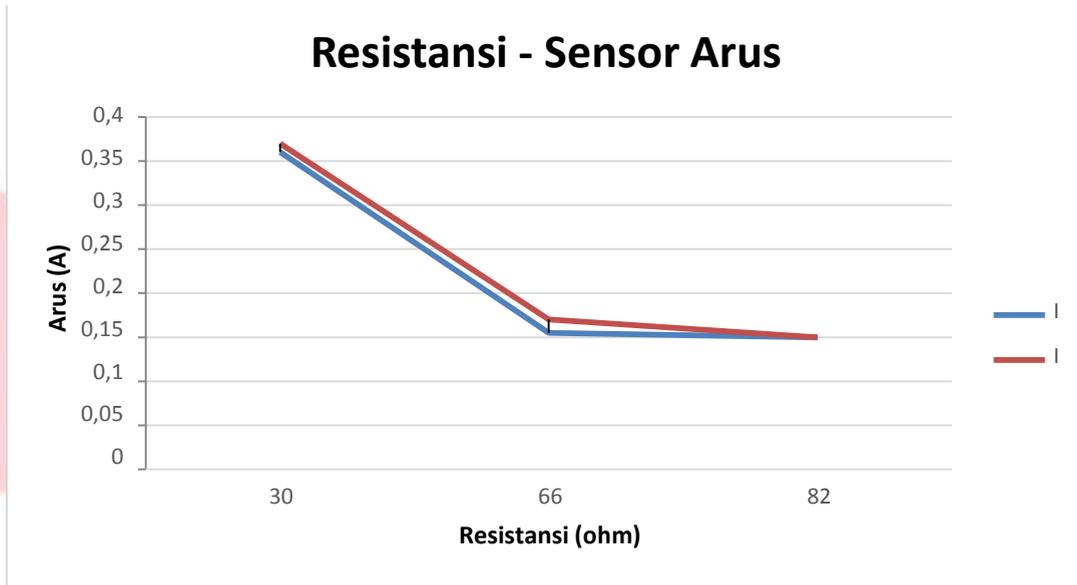
4.3 Pengujian rangkaian buck converter menggunakan photovoltaic dan beban resistor dengan nilai duty cycle yang diubah-ubah

PWM	Duty Cycle (%)	Vin (V)	Iin (A)	Vout (V)	Iout (A)	Pin (Watt)	Pout (Watt)	Efisiensi Daya (%)
51	0,2	18,97	0,01	3,138571	0,052857	0,1897	0,165895918	87,45172291
102	0,4	18,92	0,047	6,874286	0,121429	0,88924	0,834734694	93,87057418
127	0,5	18,86	0,074	8,74	0,15	1,39564	1,311	93,93539881
153	0,6	18,81	0,108	10,66	0,18	2,03148	1,9188	94,45330498
178	0,7	18,78	0,156	12,50429	0,222857	2,92968	2,786669388	95,11855861
204	0,8	18,66	0,181	13,41667	0,24	3,37746	3,22	95,33791666
229	0,9	18,62	0,265	17,24625	0,28125	4,9343	4,850507813	98,30184246
255	1	18,57	0,295	18,1325	0,30125	5,47815	5,462415625	99,71277941
Rata - Rata								96,71228325

Tabel 2 Pengujian Buck Converter

4.4 Pengujian Sensor Arus

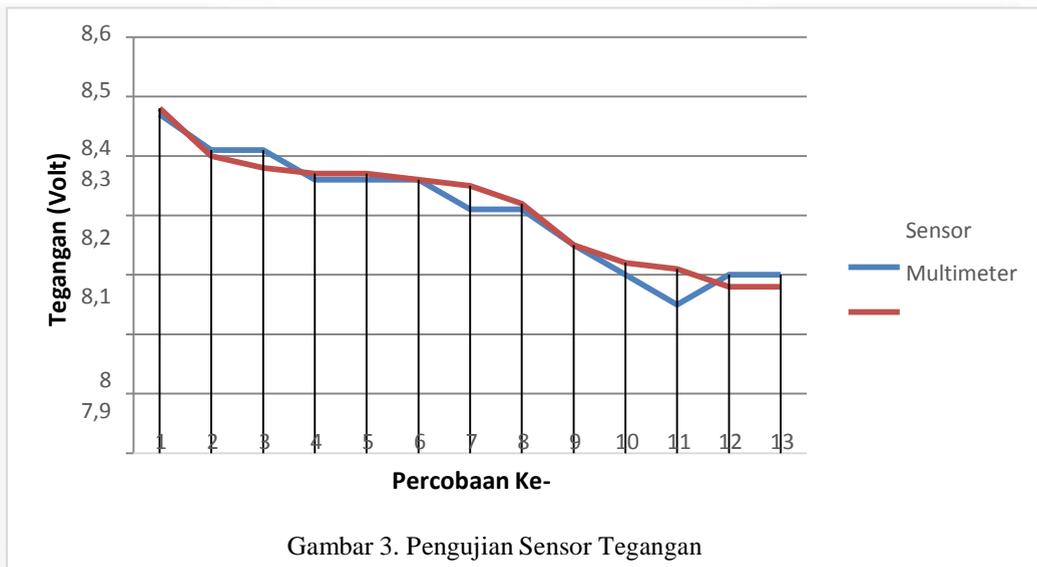
Pengujian sensor arus dilakukan untuk melihat performansi sensor dibandingkan dengan pembacaan di multimeter ketika beban resistor diubah. Tegangan yang diberikan dibuat *fixed* 17V.



Gambar 2. Pengujian Sensor Arus

4.5 Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian sensor tegangan dilakukan untuk melihat performansi pembacaan sensor tegangan dibandingkan dengan pembacaan pada multimeter. Pengujian ini dengan menggunakan beban *fixed* 30Ω.



Gambar 3. Pengujian Sensor Tegangan

5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian keseluruhan pada tugas akhir ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Titik maksimum *photovoltaic* dipengaruhi oleh radiasi, suhu, dan nilai resistansi yang terpasang di bagian keluaran sistem.
2. Dari hasil pengujian rata-rata Efisiensi daya *buck converter* terhadap *duty cycle* sebesar 96,71%.

Daftar Pustaka

- [1] Rashid, Muhammad H. (2001). *Power Electronics Handbook*. Florida: ACADEMIC PRESS
- [2] Sudimo, Jarman. 2015. Sepuluh Juta KK Masih Belum Nikmati Listrik. Jakarta: Hukum. (25 Maret 2015)
- [3] Arifin, Zainal. 2009. *Portable Solar Charger*. Surabaya: Skripsi. PENS ITS.
- [4] Andri, Helly.(2010). “Rancang Bangun System Battery Charging Automatic”. Skripsi Jurusan Teknik Elektro. Depok. Universitas Indonesia.
- [5] Energi Indonesia. 2012. *Pengertian Energi Terbarukan*. <http://www.indoenergi.com>, akses 20 Oktober 2015
- [6] Indonesia *Energy Outlook*. 2008. *Konsumsi Energi Di Indonesia*. <http://www.esdm.go.id> , akses 20 Oktober 2015
- [7] Falahuddin,A.(2010). *Mikrokontroler Atmega32*. <http://www.anasfalahuddin.tk/2015/01/mikrokontroler-atmega32.html> akses 2 May 2016