

RANCANG BANGUN *BATTERY CONTROL UNIT* PANEL SURYA TERHADAP EFEK BAYANGAN

Arisfati Fauzi ¹⁾, Ayong Hiendro ²⁾, Syaifurrahman ³⁾
Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
Email: arisfatifauzi@gmail.com

ABSTRAK

Skripsi ini merancang bangun sistem pengisian arus panel surya dengan rekonfigurasi dua buah panel surya yang disusun berdasarkan kombinasi hubungan seri-paralel, dari paralel ke seri atau seri ke paralel untuk mendapatkan efisiensi konversi energi listrik dari penyerapan energi matahari yang intensitasnya berubah-ubah. Rangkaian akan mengontrol output panel surya ke konfigurasi seri ketika tegangan panel surya dibawah atau sama dengan 12V, dan sebaliknya ketika output tegangan panel surya berada diatas 12V maka rangkaian akan terkonfigurasi paralel.

Merancang pengendalian pembatasan pengisian arus ke baterai pada saat baterai sudah penuh. Hal ini diperlukan, untuk melindungi baterai sebagai penyimpan energi listrik dari *over charging* untuk menjaga umur pemakaian baterai. Pada saat rangkaian berkonfigurasi paralel yang mampu menyalurkan arus sebesar 0,89 A akan lebih cepat melakukan pengisian dibandingkan saat rangkaian berkonfigurasi seri yang hanya mampu menyalurkan arus sebesar 0,15A. Sistem ini menggunakan suatu rangkaian switching regulator untuk menstabilkan keluaran sel surya yang tidak stabil. Selain itu, sistem ini terdiri dari rangkaian voltage divider, opamp komparator, dan relay driver. Voltage divider mengkonversi tegangan sel surya dan baterai untuk keperluan masukan kontrol komparator sebagai sinyal untuk pengendalian sistem. Relay driver mengontrol hubungan penyaklaran baterai untuk charging atau discharging, dan penyaklaran rekonfigurasi paralel-seri sel surya.

Kata kunci : Panel Surya, *Battery Control Unit*, Relay, *Switching Regulator*

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah pembangkit alternatif yang gratis, minim limbah, tidak mempengaruhi suhu bumi secara global, dan tidak dipengaruhi oleh kenaikan bahan bakar.

Dari beberapa kelebihan sistem energi surya masih ada kekurangan yaitu energi yang dihasilkan tidak konstan, karena radiasi matahari sewaktu-waktu dapat berubah dan pada panel surya biasa nya terjadi shading effect, yaitu permukaan panel surya terhalangi oleh sebuah benda yang akan mempengaruhi penyerapan sinar matahari pada panel surya tersebut . Agar energi listrik yang diperoleh dari sumber energi matahari yang tidak konstan ini dapat dimanfaatkan dengan maksimal maka dirancanglah Battery Control Unit yang menggunakan dua buah panel surya yang dapat terhung paralel/seri untuk mendapatkan efisiensi penyerapan energi matahari yang optimal serta mengontrol pengisian baterai agar tidak melebihi kapasitas nya. [1]

Pengisian baterai yang terlalu lama pada sebuah instalasi pembangkit listrik tenaga surya akan menyebabkan baterai cepat rusak sehingga dibutuhkan sebuah sistem yang dapat berfungsi sebagai pengontrol. Agar dapat mengontrol pengisian baterai dengan baik , maka diperlukan sebuah charger controller yang dapat memantau level tegangan dan arus yang mengalir kebaterai. Apabila charger controller sudah mengetahui level tegangan baterai paneh maka pengisian akan terputus secara otomatis. Tujuannya adalah untuk melindungi baterai dari kerusakan akibat pengisian yang berlebihan (*Over Charging*). [2]

Pada penelitian ini akan dirancang baterai control unit yang dapat mengontrol konfigurasi 2 buah panel surya yaitu paralel ke seri atau seri ke paralel yang

bertujuan mendapatkan tegangan yang cukup untuk melakukan pengisian baterai.

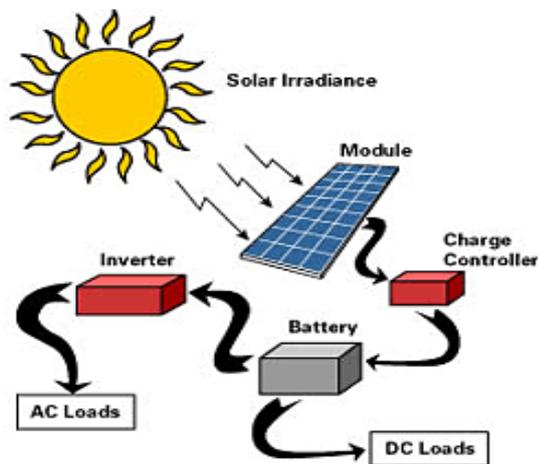
2. LANDASAN TEORI

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah suatu pembangkit mengkonversikan energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Konversi ini terjadi pada panel surya yang terdiri dari sel-sel surya. PLTS memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik DC (Direct Current), yang dapat diubah menjadi listrik AC (Alternating Current). PLTS pada dasarnya adalah pencatu daya yang dapat dirancang untuk kebutuhan listrik mulai dari skala kecil maupun skala besar.

Matahari muncul sebagai sumber dan pemasok utama energi yang akan mendukung hampir keseluruhan dari proses ini. Energi yang disalurkan matahari akan diserap dan diterima oleh panel surya (solar panel). Komponen lain dari PLTS yaitu BCU (*Battery Control Unit*) yang dimana berfungsi mengatur/meregulasi pengisian baterai dari panel surya. Dari baterai kemudian akan menyalurkan energi yang sudah tersimpan menuju ke beban. Baik berupa beban DC dan AC. Namun untuk beban AC harus terlebih dahulu melalui proses perubahan arus dan tegangan dari baterai ke inverter yang dimana inverter berfungsi mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC yang kemudian dihubungkan dengan alat-alat yang membutuhkan energi listrik. Pada kondisi malam hari, panel surya tidak bisa menghasilkan energi karena hanya bergantung pada sinar matahari.

Sistem kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat ditunjukkan pada (gambar 1) dimana matahari menyinari panel surya yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik

kemudian energi listrik tersebut disimpan ke baterai untuk digunakan kembali saat dibutuhkan, untuk mengkonversi tegangan dari baterai (DC) ke tegangan (AC) diperlukan alat berupa Inverter, output dari inverter itulah yang dapat digunakan untuk kebutuhan-kebutuhan dengan tegangan (AC). [3]



Gambar 1. Sistem Kerja PLTS

<https://janaloka.com/pengertian-dan-cara-kerja-plts>

2.1. Panel Surya

Panel surya juga sering disebut dengan sel photovoltaic. Sel photovoltaic dapat diartikan sebagai “cahaya listrik”. Dimana, sel surya atau panel surya ini bergantung ada efek photovoltaic untuk menyerap energi panas matahari dan mengonveksikannya menjadi energi listrik.

Pada umumnya, panel surya merupakan sebuah susunan semi-konduktor yang berfungsi menyerap photon dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Potongan semi-konduktor yang berupa silikon tersebut memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang dilapisi bahan kimia khusus yang membentuk dasar dari sel surya dengan memiliki kutub positif dan kutub negatif. Sebuah semikonduktor yang menjadi bahan dasar sel surya merupakan suatu elemen dengan kemampuan listrik diantara bahan konduktor dan bahan isolator. Dengan adanya energi photon (cahaya) pada panjang gelombang tertentu akan membuat sebagian elektron dengan material pita energi mulai bereaksi. Efek yang dihasilkan dari sifat elektron dalam material semi konduktor ini memiliki konduktivitas menengah menghasilkan reaksi yang nantinya akan dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik setelah dilakukan konversi sebelumnya.

2.2. Rangkaian Seri dan Pararel Panel Surya

Menentukan kapasistas panel surya, panel surya dapat dihubungkan secara seri maupun paralel. Bila panel surya dihubungkan seri maka tegangan yang dibangkitkan akan semakin besar tetapi arus yang dibangkitkan tetap, sedangkan jika dihubungkan paralel maka arus yang dibangkitkan akan semakin besar tetapi tegangan yang dibangkitkan tetap [6], dan untuk mendapatkan arus dan tegangan yang besar kita bisa menyusun sel surya tersebut seri atau paralel

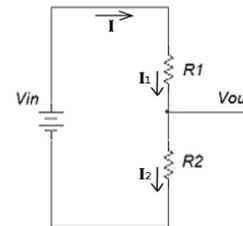
tergantung kegunaannya. Panel surya yang terhubung secara paralel, dapat menghasilkan arus yang lebih besar, seperti yang diketahui rumus pada rangkaian paralel ialah $I_{total} = I_1 + I_2$ yaitu arus total adalah arus pada panel 1 ditambah dengan arus pada panel 2. Sedangkan untuk rumus tegangan nya $V_1 = V_2$, yaitu tegangan pada panel 1 sama dengan tegangan panel 2. [4]

Berbeda pada panel surya yang terhubung secara seri, rumus pada rangkaian seri ialah $V_{total} = V_1 + V_2$ sehingga menghasilkan tegangan yang lebih besar karena tegangan panel 1 ditambahkan dengan tegangan pada panel 2. Sedangkan untuk rumus arus nya ialah $I_1 = I_2$ yaitu arus pada panel 1 dan panel 2 sama.

2.3. Rangkaian Pembagi Tegangan

Pembagi tegangan (Voltage Divider) secara sederhana dibentuk oleh rangkaian seri dari dua buah hambatan, dengan sebuah suplai tegangan. Diantara kedua hambatan tersebut, diambil sebuah jalur yang akan digunakan.

Gambar 2. Rangkaian Dasar Pembagi Tegangan



Menurut Persamaan Matematis terdapat arus tunggal yang mengalir pada rangkaian tersebut $I_1 = I_2 = I$, dan dua buah resistor R_1 dan R_2 yang terhubung secara seri di sebagai sebuah hambatan pengganti. Seperti yang telah diketahui bahwa $R = R_1 + R_2$, maka arus yang mengalir pada rangkaian adalah:

$$I = \frac{V_{in}}{R} = \frac{V_{in}}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots (1)$$

Karena I ekuivalen dengan I_2 , maka V_{out} dapat dicari sebagai berikut:

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in} \dots\dots\dots (2)$$

Dalam penerapannya, hanya dengan mengatur-atur besar R_1 dan R_2 , kita dapat memperoleh variasi tegangan output V_{out} . [5]

2.4. Rangkaian Op-Amp

Op-Amp adalah akronim dari Operational Amplifier. Op-Amp merupakan rangkaian penguat tegangan dengan elemen tahanan, kapasitor, dan transistor yang dibuat dalam bentuk Integrated Circuit (IC). Op-Amp mempunyai lima terminal dasar, terdapat dua terminal untuk mensuplai daya, (masukan membalik), inverting input, dan masukan tak membalik, non-inverting input), dan satu terminal untuk keluaran (output).

Sebuah rangkaian komparator pada op-amp akan membandingkan tegangan yang masuk pada satu saluran input dengan tegangan pada saluran input lain, yang disebut tegangan referensi. Tegangan output

berupa tegangan high atau low sesuai dengan perbandingan V_{in} dan V_{ref} .

Rangkaian op-amp akan membandingkan nilai tegangan masukannya, apabila V_{in} lebih besar dari tegangan V_{ref} maka, V_{out} op-amp akan sama dengan Ground, sebaliknya apabila V_{in} lebih kecil dari V_{ref} maka V_{out} op-amp akan sama dengan V_{cc} . [6]

Secara umum prinsip kerja rangkaian komparator adalah membandingkan amplitudo dua buah sinyal, jika $+V_{in}$ dan $-V_{in}$ masing-masing menyatakan amplitudo sinyal input tak membalik dan input membalik, V_o dan V_{sat} masing-masing menyatakan tegangan output dan tegangan saturasi, maka prinsip dasar dari komparator adalah :

$$+V_{in} > -V_{in} \text{ maka } V_o = V_{sat+}$$

$$+V_{in} < -V_{in} \text{ maka } V_o = V_{sat-}$$

2.5. Converter Regulator

Converter regulator ialah pengkonversi tegangan DC-DC yang memiliki keunggulan berupa efisiensi konversi daya yang lebih tinggi dan meningkatkan fleksibilitas desain tegangan keluaran jamak dari polaritas yang berbeda-beda dapat dihasilkan dari sebuah tegangan masukan tunggal.

Buck-converter adalah konverter penurun tegangan khusus yang menerapkan sistem SMPS (*Switching Mode Power Supply*). Ia adalah konverter dengan efisiensi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan power-supply penurun tegangan biasa (sistem linier). Efisiensinya dapat mencapai lebih dari 90%. Buck-converter memanfaatkan sifat induktor terhadap guncangan listrik berfrekuensi tinggi dan bekerja dengan adanya denyut-denyut tegangan (sebagaimana layaknya SMPS). Karena itu di dalam sebuah rangkaian buck-converter selalu terdapat generator sinyal, transistor penguat, dioda, kondensator dan induktor. Konsep dasar rangkaiannya dapat digambarkan sebagai berikut.

2.6. Baterai

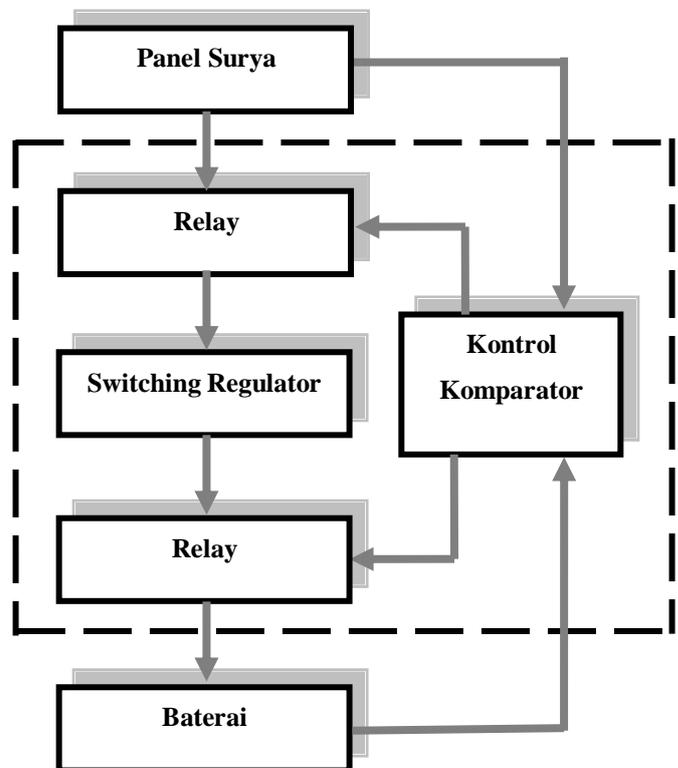
Baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik di mana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel, adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai. Baterai pada skripsi ini berfungsi sebagai media penyimpanan muatan yang bersumber dari sel surya, selain itu menjadi sumber cadangan saat sel surya tidak bekerja dengan optimal. Sebagai media penyimpanan muatan, baterai dianggap beban bagi sel surya namun saat menggantikan peran sel surya, baterai akan berfungsi sebagai sumber DC.

Adapun sitem prinsip kerja baterai ialah, Proses pengosongan (discharge) pada sel berlangsung menurut gambar. Jika sel dihubungkan dengan beban maka, electron mengalir dari anoda melalui beban melalui beban katoda, kemudian ion – ion negative mengalir dan ion – ion positif mengalir kekatoda. Pada proses pengisian menurut gambar dibawah ini

adalah bila sel dihubungkan dengan power supply maka elektroda positif menjadi anoda dan elektroda negative menjadi katoda dan proses kimia yang terjadi adalah sebagai berikut, Aliran electron menjadi terbalik, mengalir dari anoda melalui power supply kekatoda. Ion – ion negative mengalir dari katoda ke anoda. Ion – ion positif mengalir dari anoda ke katoda. Jadi, reaksi kimia pada saat pengisian (*charging*) adalah kebalikan dari saat pengosongan (*discharging*). [7]

3. PERANCANGAN

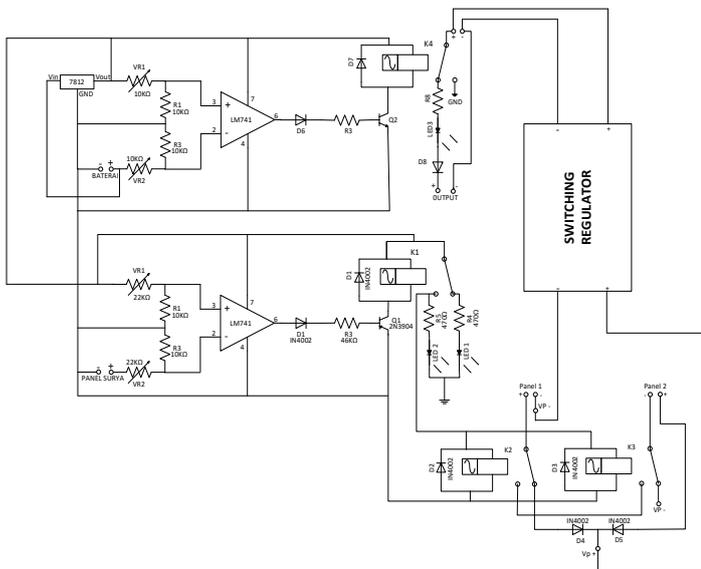
Pada penelitian ini dirancang sebuah battery control unit yang dapat menghubungkan 2 panel surya dengan konfigurasi seri maupun paralel secara otomatis sesuai besar tegangan keluar dari panel surya tersebut . Konfigurasi seri atau paralel panel surya berfungsi untuk mendapatkan nilai tegangan minimum agar pengisian baterai dapat berlangsung walupun intensitas matahari rendah.



Gambar 3. Sistem Rancangan Kontrol Panel Surya

3.1. Rangkaian Battery Control Unit

Perancangan baterai control unit panel surya ini dimaksudkan untuk mendapatkan tegangan minimum pengisian pada baterai yang digunakan pada saat panel surya terhalangi oleh suatu benda atau intensitas matahari yang kurang sehingga tegangan output dari panel surya tidak cukup untuk melakukan pengisian pada baterai. Skema Rangkaian Battery Control Unit diperlihatkan pada gambar 4.



Gambar 4. Rangkain Battery Control Unit

Gambar 4 memperlihatkan sistem rancangan kontrol panel surya seri paralel. Sistem terdiri dari rangkaian komparator, rangkaian relay, dan rangkaian switching regulator. Jumlah panel surya pada penelitian ini ada 2 buah agar dapat terhubung secara seri maupun paralel.

Rangkaian komparator berfungsi untuk mendeteksi besar tegangan pada panel surya. Jika tegangan panel surya besar (> 13 volt) maka rangkaian komparator memberikan perintah relay untuk menghubungkan 2 buah panel secara paralel, sebaliknya jika tegangan panel turun (≥ 13 volt) maka rangkaian komparator memicu relay untuk menghubungkan 2 buah panel secara seri. Susunan seri dan paralel pada dua keadaan diatas menyebabkan pengecasan baterai tetap berlangsung. Perubahan tegangan pada panel surya baik secara seri maupun paralel tidak mempengaruhi tegangan pengecasan pada baterai dikarenakan adanya rangkaian switching regulator yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan pada panel surya.



Gambar 5. Komponen Keseluruhan Sistem

4. PENGUJIAN DAN PENGUKURAN

Pengujian alat ini dilakukan pada lapangan terbuka pada saat pukul 10.00 – 14.00 WIB, pencahayaan matahari langsung dengan suhu sekitar $38^{\circ}\text{C} - 41^{\circ}\text{C}$.

4.1. Pengujian dan Pengukuran Rangkaian Kontrol Komparator Seri/Paralel

Pengujian rangkaian kontrol komparator bertujuan mengetahui rangkaian komparator (IC LM741) pada saat tegangan masukan dibandingkan dengan tegangan referensi. Pada pengujian rangkaian komparator nilai tegangan panel surya (V_{p1}) telah ditentukan terlebih dahulu, yaitu sebesar 10V, 11V, 12V, 13V, 14V, dan 15V. Yang bertujuan sebagai uji coba alat dan pengambilan data. Penentuan tegangan panel surya dilakukan dengan cara ngerubah intensitas matahari yang menyinari panel surya.

Tabel 1. Memerlihatkan Data Hasil Pengukuran Rangkaian Komparator.

No	V_{P1}	V_1	V_{ref}	V_{komp1}
1	10,2 V	7,02 V	8,94 V	9,81 V
2	11,0 V	7,43 V	8,94 V	9,81 V
3	12,2 V	8,37 V	8,94 V	9,81 V
4	13,0 V	8,94 V	8,94 V	1,90 V
5	14,0 V	9,55 V	8,94 V	1,90 V
6	15,1 V	10,25 V	8,94 V	1,90 V

Pada tabel 1, menunjukan tegangan V_1 lebih rendah dari tegangan panel surya (V_{p1}), hal ini karena adanya rangkaian voltage divider (pembagi tegangan) dimana nilai $VR1 = 22K\Omega$ yang disetting menjadi 4545Ω dan $R2 = 10K\Omega$. Pada saat tegangan V_1 lebih rendah dari V_{ref} maka V_{komp1} menghasilkan tegangan keluaran 9,8V “High”, sebaliknya pada saat V_1 lebih tinggi dari V_{ref} maka V_{komp1} menghasilkan 1,9V (Low), ini berarti rangkaian komparator dapat membandingkan tegangan V_1 dengan tegangan V_{ref} .

4.2. Pengujian dan Pengukuran Rangkaian Relay Seri/Paralel

Pengujian dan pengukuran rangkaian relay bertujuan untuk menentukan posisi saklar relay yang dapat menghasilkan dua buah panel surya menjadi susunan seri atau paralel, susunan seri /paralel terjadi pada saat relay mendapatkan dua tegangan pemicu yang berbeda.

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran Tegangan Pada Rangkaian Relay Seri/Paralel.

N	V_{P1}	V_{P2}	V_{k1}	S / L	L / H	V_{OUT}		
o	(V)	(A)	(V)	(A)	(V)	(V) (A)		
1	10,17	0,15	10,37V	0,16	9,81	S L2	20,62	0,15
2	11,11	0,19	11,04	0,17	9,81	S L2	22,25	0,19
3	12,25	0,23	12,15	0,22	9,81	S L2	23,66	0,23
4	13,01	0,34	13,11	0,33	1,90	P L1	13,11	0,68
5	14,03	0,42	14,11	0,42	1,90	P L1	14,12	0,81
6	15,01	0,43	15,02	0,46	1,90	P L1	15,05	0,89

Pada tabel 2. baris no.1 menunjukan saat tegangan V_{P1} 10,17V maka tegangan V_{komp1} bernilai 9,81V “High” hal ini terjadi karena adanya perbandingan

tegangan pada rangkaian komparator sebelumnya. Jika V_{komp1} bernilai high maka panel surya akan terhubung seri, ini ditandai dengan hidupnya led 2, ketika panel surya terhubung seri maka besar nya tegangan V_p ialah penjumlahan dari nilai V_{p1} dan V_{p2} yaitu sebesar 20,62V dan nilai arusnya sama dengan nilai arus V_{p1} yaitu sebesar 0,15A. Sebaliknya pada baris no.4 ketika tegangan V_{p1} 13,01V maka tegangan V_{komp1} bernilai 1,90V “Low” dengan demikian panel surya akan terhubung paralel, ditandai dengan hidupnya led 1, ketika panel surya terhubung paralel maka tegangan V_p ialah sebesar 13,11V tetapi arus yang dihasilkan adalah penjumlahan dari arus V_{p1} dan V_{p2} yaitu sebesar 0,68A.

Tegangan keluaran V_p tidak akan sama persis dengan inputnya V_{p1} dan V_{p2} yang terkonfigurasi seri/paralel ini dikarenakan adanya drop tegangan yang terjadi pada rangkaian.

4.3. Pengujian dan Pengukuran Rangkaian Switching Regulator

Pengujian dan pengukuran rangkaian switching regulator bertujuan untuk mengetahui kinerja rangkaian switching regulator, dimana pada saat diberikan tegangan variabel akan mengeluarkan tegangan keluar yang tetap.

Tabel 3. Memperlihatkan Data Hasil Pengukuran Rangkaian Switching Regulator

No	Input	Output
1	10.00 V	10.00 V
2	11.00 V	11.00 V
3	12.00 V	12.00 V
4	13.00 V	12.65 V
5	14.00 V	12.65 V
6	15.00 V	12.65 V

Pada tabel 3, menunjukan bahwa ketika tegangan input rangkain switching regulator lebih kecil dari tegangan output sebesar 12,65V maka tegangan outputnya ialah sama dengan besar tegangan inputnya. Berbeda ketika nilai tegangan input lebih besar atau sama dengan 12,65V maka tegangan output akan bernilai stabil yaitu sebesar 12,65V. Maka dengan demikian rangkaian *switching regulator* ini berjalan sesuai rancangan.

4.4. Pengujian dan Pengukuran Rangkaian Charger/Discharger

Pengujian dan pengukuran rangkaian charger/discharger ini bertujuan untuk memastikan posisi saklar relay yang dapat menghubungkan dan memutuskan tegangan yang akan mengalir ke baterai (*Accu*). Hal ini dilakukan agar tidak terjadi pengisian yang berlebihan pada baterai (*Over Charger*).

Pada tabel 4, baris no.1 menunjukkan ketika tegangan V_{BT} bernilai 10V lebih kecil dari tegangan V_{ref2} yaitu sebesar 12V maka tegangan V_{komp2} akan bernilai 9,81V atau “High” yang kemudian akan mengaktifkan relay k4 dan mengeluarkan V_{out} sebesar

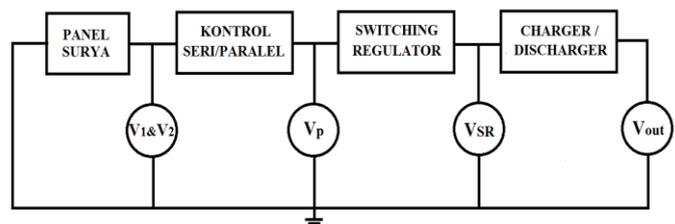
12,65V pada rangkain sebagai pengisian baterai (charger) yang di indikasikan dengan hidupnya led 3. Sebaliknya seperti terlihat pada baris no.3 ketika tegangan V_{BT} bernilai 12V lebih besar atau sama dengan dari tegangan V_{ref2} yaitu 12V maka tegangan V_{komp2} akan bernilai 1,90V atau “Low” yang kemudian tidak akan mengaktifkan relay k4, otomatis V_{out} dari rangkaian ini adalah 0V dan tidak akan terjadi pengisian baterai (discharger) yang di indikasikan dengan matinya led 3.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Tegangan Pada Setiap Titik Yang Telah Ditentukan.

No	V_{BT} (V)	V_{ref2} (V)	V_{komp2} (V)	V_{C2} (V)	Charger/ Discharger	LED 3	V_{out} (V)
1	10	12	9,81	0,20	Charger	Hidup	12,65
2	11	12	9,81	0,20	Charger	Hidup	12,65
3	12	12	1,90	8,47	Discharger	Mati	0
4	13	12	1,90	8,47	Discharger	Mati	0
5	14	12	1,90	8,47	Discharger	Mati	0
6	15	12	1,90	8,47	Discharger	Mati	0

4.5. Pengujian dan Pengukuran Keseluruhan Sistem Battery Control Unit Terhadap Efek Bayangan

Pengujian sistem Battery Control Unit Terhadap Efek Bayangan dilakukan untuk mengetahui apakah alat control yang sudah dirancang ini dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsi dari Battery Control Unit itu sendiri.



Gambar 6. Titik Pengukuran Disetiap Blok Rangkaian

Pada pengukuran ini panel surya diberikan efek bayangan agar mendapatkan tegangan sesuai dengan data yang akan diujicobakan. Pada percobaan pertama ini panel surya diberikan efek bayangan sehingga panel surya menghasilkan tegangan 10,17V. Ketika panel surya menghasilkan tegangan dibawah atau sama dengan 12V maka akan terkontrol sebagai konfigurasi seri, dengan begitu tegangan yang tadinya 10,17V pada panel surya akan terkonfigurasi seri dengan tegangan 10,37V yang berasal dari panel surya2, sehingga pada titik pengukuran V_p menghasilkan tegangan sebesar 20,62V. Keadaan konfigurasi seri ini juga dapat kita lihat dengan indikator led 2 menyala. Berbeda ketika tegangan panel surya diatas 12V maka kontrol akan terkonfigurasi paralel dan diindikasikan dengan hidupnya led 1.

Selanjutnya tegangan V_p akan masuk ke rangkain switching regulator yang akan mengkonversi tegangan 20,62V menjadi tegangan sebesar 12,65V sebagai tegangan pengisian baterai. Rangkain charger/dis-

charger juga akan bekerja membandingkan tegangan baterai dengan tegangan referensi, ketika tegangan baterai dibawah 12V maka rangkain akan mengalirkan tegangan 12,65V yang berasal dari switching regulator kebaterai dan terjadilah pengisian tegangan baterai (charger) yang juga dapat kita lihat dengan hidupnya indikator led 3. Berbeda ketika tegangan baterai diatas 12V maka pengisian baterai tidak akan terjadi dischargerhal ini di indikasikan dengan matinya led 3.

Setelah melakukan pengukuran di beberapa titik, lakukan lagi pengukuran pada titik yang sama, tetapi berikan efek bayangan yang berbeda beda pada panel surya tegangan, adapun tegangan yang dihasilkan pada keseluruhan sistem battery control unit ini antaralain, 10,17V, 11,11V, 12,25V, 13,01V, 14,03V, 15,01V. Catat hasil setiap pengukuran pada tabel 5.

Pada Tabel 5. Memperlihatkan Hasil Pengukuran Keseluruhan Sistem.

N o	Vp1 (V)	Vp2 (V)	S/ P	Vp (V)	SR (V)	Charger /Dischar -ger	Output (V)	(A)
1	10,17	10,37	S	19,70	12,65	Charger	20,62	0,15
2	11,11	11,04	S	21,40	12,65	Charger	22,25	0,19
3	12,25	12,15	S	23,66	12,65	Charger	23,66	0,23
4	13,01	13,11	P	12,76	12,65	Charger	13,11	0,68
5	14,03	14,11	P	13,64	12,65	Charger	14,12	0,81
6	15,01	15,02	P	14,63	12,65	Charger	15,05	0,89

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan pengukuran keseluruhan rangkaian maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Rangkaian akan mengontrol output panel surya ke konfigurasi seri ketika tegangan panel surya dibawah atau sama dengan 12V, dan sebaliknya ketika output tegangan panel surya berada diatas 12V maka rangkaian akan terkonfigurasi paralel.
2. Pada saat rangkaian berkonfigurasi paralel yang mampu menyalurkan arus sebesar 0,89 A akan lebih cepat melakukan pengisian dibandingkan saat rangkaian berkonfigurasi seri yang hanya mampu menyalurkan arus sebesar 0,15 A.
3. Pengisian tegangan pada baterai akan berhenti (Discharging) ketika baterai berada pada tegangan diatas 12V, ini berguna agar baterai tidak akan melakukan pengisian yang berlebihan (Over Charging).

6. SARAN

Saran untuk pengembangan Battery Control Unit panel surya ini terhadap efek bayangan adalah sebagai berikut:

1. Panel surya yang digunakan sebaiknya menggunakan yang 20wp karena jika menggunakan panel surya 10wp arus yang dihasilkan sangat kecil.
2. Sebaiknya pada saat pengujian dan pengukuran menggunakan alat ukur yang banyak dan dengan type yang sama agar pengukuran lebih akurat dan stabil.

3. Pada saat pengujian alat sering terjadi perubahan intensitas matahari , jika untuk pengambilan data dengan intensitas matahari yang sama itu sangat sulit, sebaiknya menggunakan alat khusus agar panel surya menghasilkan tegangan yang tetap.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ramadhani Kholid, 2008 “Pengaruh Hubungan Seri-Paralel Pada Rangkaian Sel Surya Pewarna Tersensitisasi (Sspt) Terhadap Efisiensi Konversi Energi Listrik” Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [2]. Bachtiar, Ibnu Kahfi 2017 “Perancangan Battery Charge Control Unit (Bccu) Untuk Aplikasi Solar Home System (Shs)” Teknik Elektro Universitas Maritim Raja Ali Haji
- [3]. Ruskandi, 2014. “Kajian Teknis Dan Analisis Ekonomis PLTS Off-Grid Solar Sistem Sebagai Energi Alternatif ” Fakutas Teknik Universitas Tanjungpura.
- [4]. Halme, 2002. “Dye sensitized Nanostructured and Organic Photovoltaic Cells : technical review and preeliminary test” Master Thesis of Helsinki University of Technology.
- [5]. Artikel pengetahuan memahami konsep pembagi tegangan voltage divider dan penerapannya. [Http://tutorkeren.com](http://tutorkeren.com)
- [6]. Mosey, H. I. 2016. “Simulasi Dan Pembuatan Rangkaim Sistem Kontrol Pengisian Baterai Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya” Jurnal Ilmiah Sains, Vol.16 No1.
- [7]. Annisa Triandini, Soeprapto, dan Mochammad Rif’an. 2013. “Perancangann Battery Control Unit (BCU) Dengan Menggunakan Topologi Cuk Converter Pada Insatalasi Tenaga Surya” fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

BIOGRAFI:



Arisfati Fauzi, Lahir di Segedong Kalimantan Barat, Indonesia, pada tanggal 1 Januari 1996. Menempuh Pendidikan Strata I (S1) Di Fakultas Teknik pada Universitas Tanjungpura sejak tahun 2013.

Penelitian ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Konversi Energi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Namawi Pontianak 78124
Telp. (0561) 740186, Fax. (0561) 740186
Email ft@untan.ac.id Website : teknik.untan.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN JURNAL PRODI TEKNIK ELEKTRO

Nama : Arisfati Fauzi
NIM : D1021131064
Tanggal Ujian Skripsi : 30 Agustus 2019
Judul :

**RANCANG BANGUN *BATTERY CONTROL UNIT* PANEL SURYA TERHADAP
EFEK BAYANGAN**

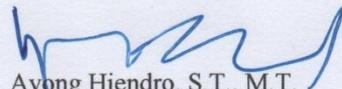
Jurnal tersebut telah melalui proses bimbingan dan telah mendapatkan persetujuan untuk dipublikasikan.

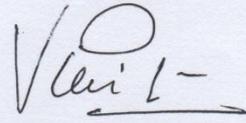
Menyetujui,

Pontianak 20 September 2019

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Ayong Hiendro, S.T., M.T.
NIP. 196911011997021001


Syaifurrahman, S.T., M.T.
NIP. 197009211995121001