

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK *PHOTOVOLTAIC* 8x10 Wp MENGGUNAKAN *BUCK CONVERTER* BERBASIS ARDUINO SEBAGAI PENGGERAK MOTOR POMPA

Arjuna Simarmata¹⁾, Antonius Rajagukguk²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

E-mail : arjuna.simarmata@student.unri.ac.id

ABSTRACT

A photovoltaic (PV) system cannot generate maximum power automatically. The most important problems in solar technology are low conversion efficiency and the presence of I-V characteristics that are highly non-linear depending on solar radiation. To extract the maximum power, the PV array must be able to track changing maximum power points. Therefore, we need a method in order to obtain the maximum power generated by PV. In this study the author discusses the method of optimizing PV power using Maximum Power Point Tracking (MPPT) with the Perturbation & Observation (P&O) algorithm and Buck converter. The P&O algorithm is a method for tracking the highest power point generated by PV. The design was tested into four case, namely case, with no solar radiation, cloudy case, bright case, and very bright case. The design of the PV generator is used to charge 12 volt DC batteries and serve the 12 volt water pump motor. The battery charging process lasts for 4 hours. Building design test with pump motor load is carried out for 4 hours. The power consumed by the pump motor is 10 watts to 14 watts and the total water transferred by the water pump motor is 3188 liters.

Keywords : Solar Cell, Buck converter, MPPT, Arduino

I. PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang ini, energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama bagi kehidupan manusia. Seiring berjalannya waktu, kebutuhan manusia terhadap energi listrik semakin meningkat. Energi matahari merupakan salah satu energi alam yang sangat besar. Energi matahari dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik. Pembangkit listrik dari energi matahari menggunakan panel surya. Pembangkit listrik menggunakan energi matahari disebut sebagai pembangkit *photovoltaic* (PV) (Reza Aristyo Pramudita, 2016).

Photovoltaic sistem merupakan sebuah perangkat yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik secara langsung. Masalah yang paling penting dalam teknologi surya adalah efisiensi konversi yang rendah (efisiensi 10% hingga 16%) dan adanya karakteristik I-V yang sangat tidak linier bergantung pada radiasi

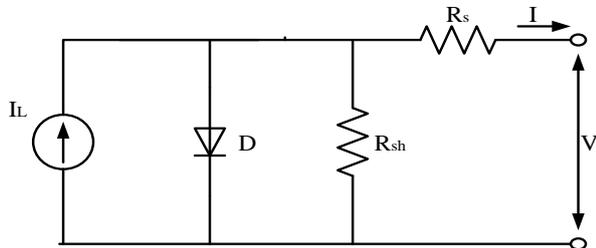
matahari. Ketika motor dc terhubung langsung ke array fotovoltaiik, titik operasi PV sangat jauh dari titik daya maksimum (MPP). Karena ketidakcocokan antara titik operasi dan titik daya maksimum (MPP) dari sel surya, daya yang tersedia dari array PV tidak sepenuhnya diekstraksi. Untuk mengekstraksi daya maksimum, array PV harus mampu melacak titik daya maksimum yang berubah-ubah. (F. M. Bendary, 2016).

II. LANDASAN TEORI

2.1 Photovoltaic (PV)

Energi surya merupakan salah satu energi yang ketersediannya melimpah khususnya di daerah tropis. Energi surya memiliki beberapa keunggulan seperti bebas polusi, umur panjang perawatan yang mudah dan tidak berbahaya bagi lingkungan (Bayu Azmi, 2018). *Photovoltaic* (PV) adalah suatu sistem atau cara langsung (*direct*)

untuk mentransfer radiasi matahari atau energi cahaya menjadi energi listrik. Sistem *photovoltaic* bekerja dengan prinsip efek *photovoltaic* (Wijaya, 2014). Rangkaian ekivalen PV ditunjukkan pada Gambar 1 dibawah ini.



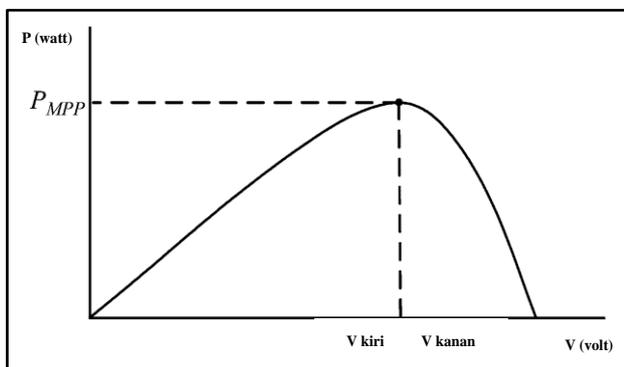
Gambar 1. Rangkaian Ekivalen *Photovoltaic*

Persamaan eksponensial untuk memodelkan sel *photovoltaic* diturunkan dari hukum fisika untuk *pn junction* dan secara umum diterima sebagai representasi karakteristik sel surya ditunjukkan pada persamaan berikut (Tito, 2012).

$$I = I_L - I_S \left(\exp \frac{q(v + IR_s)}{NKT} - 1 \right) - \frac{(v + IR_s)}{R_{sh}} \quad (1)$$

2.2 Maximum Power Point Tracking (MPPT)

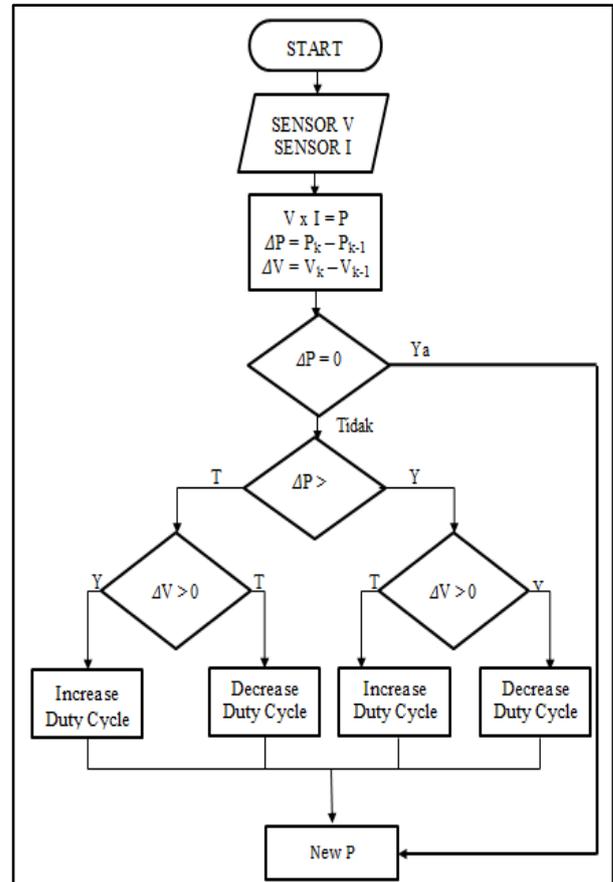
Pengekstrasian daya maksimum pada sebuah sistem panel surya membutuhkan operasi pelacak tegangan secara terus menerus pada saat daya maksimum dihasilkan. Proses ini dilakukan dengan menggunakan daya converter elektronik melalui algoritma MPPT. Metode P&O adalah metode MPPT yang paling umum digunakan (Bayu Azmi, 2018). Gambar 2 dibawah ini merupakan kurva karakteristik MPPT P&O.



Gambar 2. Kurva Karakteristik MPPT P&O

Dalam algoritma metode P&O disajikan untuk susunan rencana dan sesuatu yang ingin

dicapai dari proses pengganggu tegangan dan variasi daya dari panel surya. Jika perubahan daya sesuai dengan metode P&O maka gangguan dilanjutkan diarah yang sama. Setelah MPP disentuh maka berikutnya gangguan menjadi berlawanan. Ketika menyentuh kondisi stabil, teknik P&O akan berisolasi disekitar titik daya maksimum (Utami, 2017).

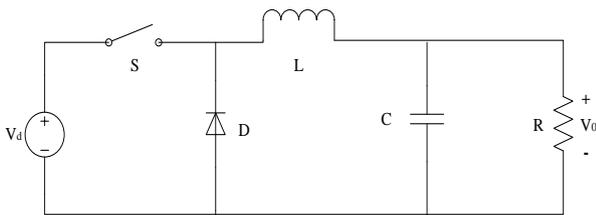


Gambar 3. Flowchart Algoritma Peturb and Observe (P&O)

Pada Gambar 3 diatas menjelaskan proses kerja algoritma P&O. Untuk kenaikan daya dengan tegangan tetap atau turun, maka rasio *duty cycle* akan ditambah. Dan jika daya dan tegangan panel surya turun, maka rasio *duty cycle* akan dikurangi. Jika daya menurun tetapi tegangan naik, rasio *duty cycle* akan ditambah.

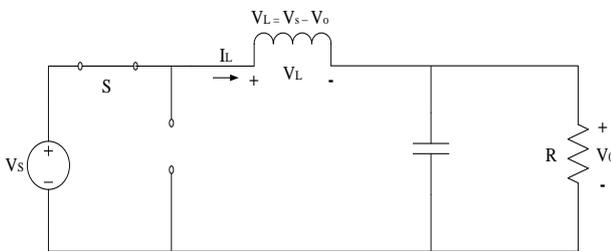
2.3 Buck converter

Buck converter adalah salah satu jenis dari konverter yang dapat mengubah tegangan DC pada nilai tertentu menjadi tegangan DC yang lebih rendah tegangan *input*nya. *Buck converter* termasuk kedalam rangkaian *Switched Mode Power Supply* (SMPS). Komponen *switch* semikonduktor seperti mosfet serta satu komponen penyimpanan energi seperti kapasitor atau induktor atau kombinasi keduanya. *Buck converter* biasa disebut juga dengan *step-down converter* (Hart, 2011). Gambar 4 berikut ini menunjukkan rangkaian dari *buck converter*.



Gambar 4. Rangkaian *Buck converter*

Ketika saat saklar tertutup, arus mengalir dari sumber menuju induktor hingga ke beban. Pada kondisi ini dioda akan dalam keadaan *reverse* bias sehingga arus akan tersimpan dan mengalami peningkatan energi pada induktor. Keadaan saklar tertutup ditunjukkan pada Gambar 5 dibawah ini.

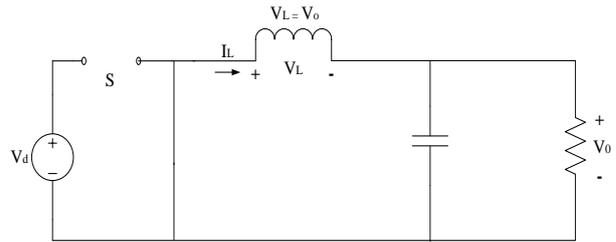


Gambar 5. Rangkaian *Buck converter* Saklar Tertutup

Persamaan matematis arus induktor pada saat saklar keadaan tertutup adalah sebagai berikut.

$$(\Delta i_L)_{closed} = \left(\frac{V_s - V_o}{L}\right)DT \quad (2)$$

Selanjutnya analisa rangkaian ketika saklar S dalam kondisi padam, pada kondisi ini induktor menjadi sumber arus sehingga dioda D akan konduksi. Tegangan *input* V_a terpisah dengan induktor dan beban resistif R. Keadaan *buck converter* dengan saklar tertutup ditunjukkan pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Rangkaian *Buck Converter* Saat Saklar Terbuka

Nilai arus induktor saat keadaan saklar terbuka dimuat dalam persamaan matematis sebagai berikut. $(\Delta i_L)_{open} = -\left(\frac{-V_o}{L}\right)(1-D)T$ (3)

Pada saat arus induktor lebih dari satu periode adalah nol. Maka persamaan matematisnya adalah sebagai berikut :

$$(\Delta i_L)_{closed} + (\Delta i_L)_{open} = 0 \quad (4)$$

$$V_o = V_s D \quad (5)$$

Persamaan 5 merupakan hubungan antara tegangan input (V_d) dengan tegangan output (V_o) berdasarkan *duty cycle* (D) pensaklaran S. Tegangan rata-rata keluaran *buck converter* proporsional terhadap sumber dan *duty cycle*.

2.4 Motor Pompa

Pompa adalah suatu peralatan mekanik yang digerakkan oleh tenaga mesin untuk memindahkan cairan melalui pipa dari suatu tempat ke tempat lain apabila terdapat perbedaan tekanan. Prinsip kerja pompa adalah menghisap dan melakukan penekanan terhadap fluida. Pada sisi hisap pompa atau biasa disebut *suction*, elemen pompa akan menurunkan tekanan dalam ruang pompa sehingga akan terjadi perbedaan tekanan antara ruang pompa dengan permukaan fluida dihisap. Dengan demikian fluida akan mengalir ke ruang pompa (Taufik, 2016)

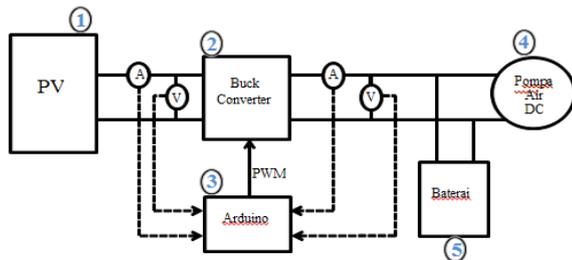
2.5 Baterai

Baterai atau akumulator merupakan sebuah sel listrik yang didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat berbalikan) dengan efisiensi yang tinggi. Proses elektrokimia reversibel ialah proses didalam baterai yang dapat berlangsung mengubah energi kimia menjadi tenaga

listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi energi kimia atau pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai (Hasan, 2017).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Blok Diagram



Gambar 7. Blok Diagram Perancangan Sistem

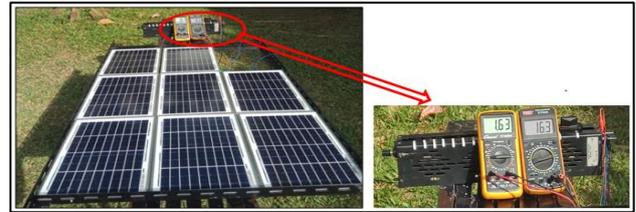
Pada blok diagram pada gambar 7 di atas ditunjukkan perancangan alat pada penelitian ini. Sel surya akan terkena radiasi matahari dan menghasilkan energi listrik. Tegangan dan arus yang dihasilkan PV akan diukur oleh sensor sebelum sampai pada *buck converter*. Sensor arus dan tegangan dikontrol oleh arduino. *Buck converter* bekerja menggunakan algoritma P&O yang diprogram oleh arduino. *Buck converter* yang memiliki algoritma disebut sebagai MPPT. MPPT merupakan sebuah perangkat yang bekerja untuk menjejak nilai daya tertinggi PV. Setelah diperoleh nilai daya maksimum, daya tersebut akan disalurkan ke beban. Beban yang digunakan adalah pompa air DC 12 volt dan baterai 12 volt DC. Penggunaan beban tidak digunakan secara bersamaan.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah 9 buah panel surya, arduino uno, *buck converter* dan komponen penyusunnya, motor pompa 12 volt DC, baterai 12 volt DC, laptop acer, multimeter, dan alat pembantu lainnya

3.3 Perancangan Panel Surya

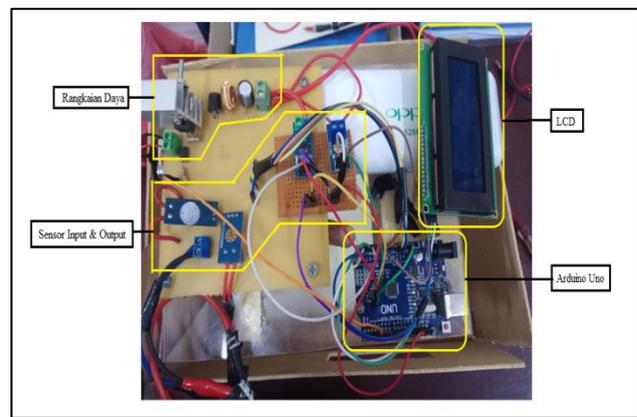
Pada penelitian ini menggunakan panel surya yang memiliki daya 10 Wp setiap panelnya. Jenis panel surya yang digunakan adalah *polycrystalline silicon solar cell*. Gambar 8 dibawah ini adalah rancangan pembangkit PV 8x10 Wp.



Gambar 8. Susunan Paralel Panel Surya 8x10 Wp

3.4 Perancangan *Buck converter*

Rangkaian *buck converter* tersusun dari beberapa komponen. Gambar 9 berikut ini adalah *buck converter* yang telah dibuat.



Gambar 9. *Buck converter*

Berikut adalah perhitungan komponen penyusun *buck converter*.

1. Menentukan Duty Cycle

Nilai *duty cycle* pada *buck converter* dihitung dengan rumus :

$$M_{VDC} = \frac{V_0}{V_i} = \frac{14,4}{17,6} = 0,81 \quad (6)$$

Sehingga nilai *duty cycle* adalah :

$$D = \frac{M_{VDC}}{\eta(\text{efisiensi})} = \frac{0,81}{0,90} = 0,9 = 90\% \quad (7)$$

2. Menentukan Nilai Induktor

Nilai induktor minimum dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$L_{\min} = \frac{(1-D)R}{2f} = \frac{(1-0,9)(3,93)}{2 \times 20000} = 10 \text{ uH} \quad (8)$$

Nilai induktor yang digunakan dalam rangkaian adalah lebih besar dari nilai induktor minimum. Pada penelitian ini, penulis menggunakan induktor sebesar 100 uH. Hal ini bertujuan untuk memperkecil riak arus.

3. Menentukan Nilai Kapasitor

Nilai kapasitor yang digunakan dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$C = \frac{1-D}{8L(\Delta V_0/V_0)f^2} \quad (9)$$

$$C = \frac{1-0,81}{8 \times 100 \times ((0,01 \times 14,4) / 14,4) \times 20000^2} = 386 \mu\text{F}$$

Nilai kapasitor adalah 386 uF. Pada penelitian ini penulis menggunakan nilai kapasitor sebesar 470uF. Hal ini bertujuan untuk memperkecil riak tegangan.

4. Menentukan Spesifikasi Dioda dan Mosfet

Dengan tegangan PV sebesar 17,6 volt dan arus PV sebesar 4,48 ampere, maka dapat diperoleh spesifikasi mosfet dan diode yang sesuai digunakan pada rangkaian *buck converter*. Penulis menggunakan mosfet irf540 dan diode MUR-860.

3.5 Perencanaan Motor Pompa

Motor pompa digunakan sebagai beban pada sistem pembangkit PV. Motor pompa yang digunakan pada penelitian ini adalah motor pompa air DC 12 volt. Berikut adalah Gambar 10 yang menunjukkan motor pompa pada rancang bangun.



Gambar 10. Motor Pompa Air DC 12 volt

3.6 Perencanaan Baterai

Baterai digunakan sebagai penyimpan energi listrik yang dibangkitkan PV. Pada saat tidak ada energi matahari, maka baterai akan berfungsi

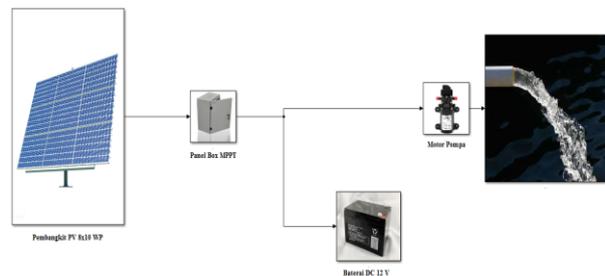
sebagai supply energi. Gambar 11 dibawah ini adalah tampilan baterai yang digunakan.



Gambar 11 Baterai DC 12 Volt

3.7 Perencanaan Sistem Rancang Bangun

Perencanaan sistem rancang bangun keseluruhan terdiri dari berbagai komponen. Adapun komponen utama pada rancang bangun adalah pembangkit PV, *buck converter*, baterai dan motor pompa air. Gambar 12 berikut ini adalah topologi rancang bangun sistem pembangkit PV yang akan dirancang.



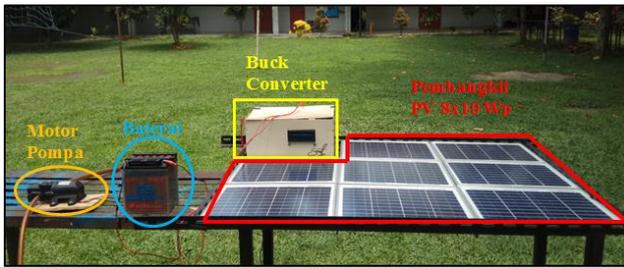
Gambar 12. Topologi Rancang Bangun

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Adapun hasil dari penelitian yang telah diperoleh adalah sebagai berikut :

4.1 Pengujian Rancang Bangun Sistem Pembangkit PV

Pengujian PV dibuat menggunakan modul panel surya dengan kapasitas 10Wp. Modul tersebut disusun paralel sebanyak 8 modul dengan daya maksimum 80 Wp. Rancang bangun ditunjukkan pada Gambar 13 dibawah ini.



Gambar 13. Rancang Bangun Pembangkit PV 8x10 Wp Menggunakan Buck converter Berbasis Arduino

Pada pengujian ini ada tiga Kasus yang dibahas, yaitu Kasus mendung, Kasus cerah, dan Kasus sangat cerah. Setiap Kasus menghasilkan nilai radiasi yang berbeda-beda Tabel dibawah ini menunjukkan spesifikasi dari peralatan yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 1. Spesifikasi Panel Surya

Spesifikasi	Keterangan
Daya Maksimum	10 Wp
Tegangan Maksimum	17.6 V
Arus Maksimum	0.58 A
Tegangan Sirkuit Terbuka (Voc)	22.0 V
Arus Sirkuit Tertutup (Isc)	0.60 A
Tegangan Sistem Maksimum	700 V
Dimensi PV	354x251x17mm

Tabel 2. Spesifikasi Buck converter

Spesifikasi	Keterangan
Daya Maksimum	10 Wp
Tegangan Maksimum	17.6 V
Arus Maksimum	0.58 A
Tegangan Sirkuit Terbuka (Voc)	22.0 V
Arus Sirkuit Tertutup (Isc)	0.60 A
Tegangan Sistem Maksimum	700 V
Dimensi PV	354x251x17mm

Tabel 3. Spesifikasi Buck converter

Komponen	Nilai
Induktor	14.73 uH
Kapasitor	386 uF
Frekuensi	20000 Hz

Tabel 4. Spesifikasi Pompa Air

Spesifikasi	Keterangan
Model	YRK-BL2512

Jenis Pompa	Pompa Air Celup
Tegangan	DC 12 V
Arus Rata-rata	6:00 AM
Temperatur Air	0 - 60 C
RPM	5800 rpm
Ketinggian Maksimum	4 m
Kapasitas Air Maksimum	25 l/menit
Diameter Pipa	25 mm

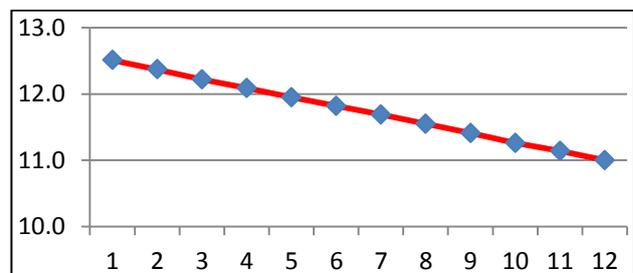
Tabel 5. Spesifikasi Baterai DC

Spesifikasi	Keterangan
Merek Baterai	Zanetta Baterai
Tegangan Nominal	12 V
Kapasitas	20 Ah
Arus	5.4 A
Dimensi	180x75x165 mm

4.2 Kasus Keadaan Tidak Ada Radiasi

Kasus ini terjadi pada malam hari dan diakibatkan karena tidak adanya radiasi matahari yang di serap oleh pembangkit PV. Ketika pembangkit PV tidak dapat menghasilkan energi listrik, maka yang bekerja sebagai suplai adalah baterai. Pada Kasus ini, baterai berkapasitas 10 Ah dapat menyuplai pompa selama 12 jam. Volume air yang dapat dipindahkan oleh pompa air adalah 2246 liter dengan debit air 3.12 liter per menit. Rata-rata daya yang dikonsumsi motor pompa adalah 8 watt. Pada pengujian Kasus PV tidak beroperasi dimana motor pompa disuplai oleh baterai, volume air yang dihasilkan selama 12 jam adalah 2246,4 liter.

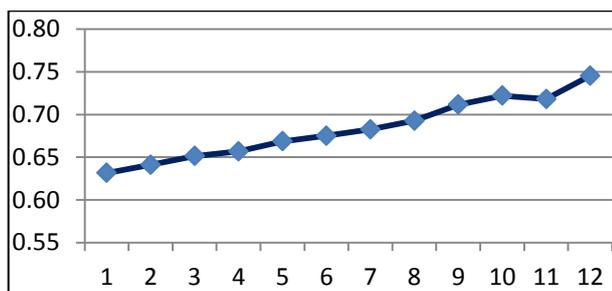
Tegangan baterai akan berkurang selama motor pompa beroperasi dan arus yang dikonsumsi akan meningkat. Gambar 14 dibawah ini menunjukkan perubahan tegangan baterai selama motor pompa bekerja.



Gambar 14. Kurva Perubahan Tegangan Pembebanan Baterai Terhadap Waktu

Pada Gambar 14 ditunjukkan kurva perubahan tegangan saat baterai mensuplai motor pompa. Kurva bergerak dari titik tertinggi pada tegangan 12,5 volt menuju titik terendah yaitu 11 volt selama 12 jam. Hal ini menunjukkan baterai semakin habis jika semakin lama digunakan.

Berikutnya adalah kurva yang menunjukkan perubahan arus ketika baterai digunakan. Kurva perubahan arus ditunjukkan pada Gambar 15 dibawah ini.

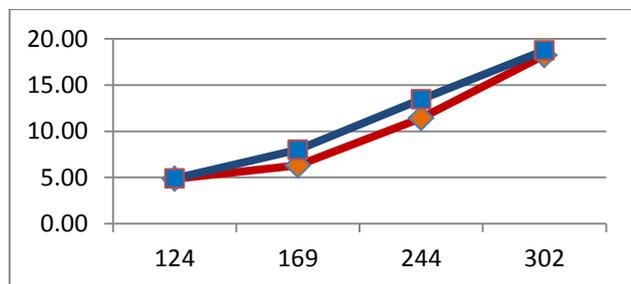


Gambar 15. Kurva Perubahan Arus Pembebanan Baterai Terhadap Waktu

Pada Gambar 15 ditunjukkan kurva pergerakan perubahan arus ketika baterai mensuplai motor pompa. Kurva arus semakin lama semakin meningkat selama 12 jam. Di awal pengujian, arus yang dikonsumsi motor pompa adalah 0.63 ampere dan di akhir pengujian nilai arus adalah 0.76 ampere. Hal ini terjadi dikarenakan daya yang relatif konstan, sedangkan tegangan semakin menurun.

4.3 Kasus Keadaan Mendung

Pada penelitian ini, nilai radiasi yang di asumsikan pada Kasus mendung adalah lebih kecil dari 350 W/m^2 . Berikut ini adalah kurva daya terhadap radiasi pada Kasus keadaan mendung.



Gambar 16. Kurva Perubahan Daya Kasus Mendung Terhadap Radiasi

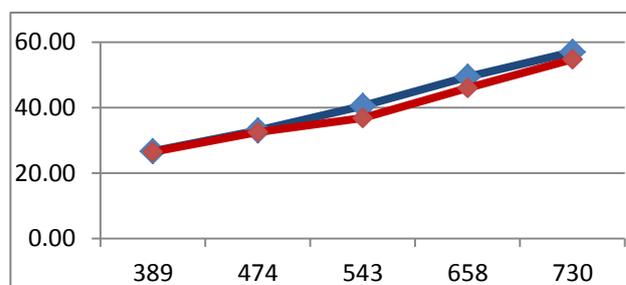
Pada hasil pengujian kasus keadaan mendung Gambar 16 diatas dapat dilihat bahwa perubahan radiasi matahari sangat mempengaruhi nilai

tegangan dan arus yang dihasilkan. Pada radiasi dibawah 244 W/m^2 , nilai tegangan yang dihasilkan adalah lebih kecil dari 12 volt. Pada nilai tegangan sebesar ini, tidak akan dapat melayani beban DC yang digunakan dengan baik dan maksimal.

Pada radiasi 302 W/m^2 , nilai tegangan yang dihasilkan adalah 13 volt dan daya sebesar 18.20 watt. Nilai tegangan dan daya yang dihasilkan mampu melayani beban motor pompa dengan baik. Untuk melayani beban baterai DC, nilai daya dan tegangan tersebut dapat mencharger baterai tetapi tidak maksimal.

4.4 Kasus Keadaan Cerah

Pada Kasus keadaan cerah, Penulis mengasumsikan nilai radiasi yang diserap pembangkit PV berkisar pada angka 350 W/m^2 sampai 750 W/m^2 . Gambar 17 dibawah ini menunjukkan hasil pengujian pada Kasus cerah.

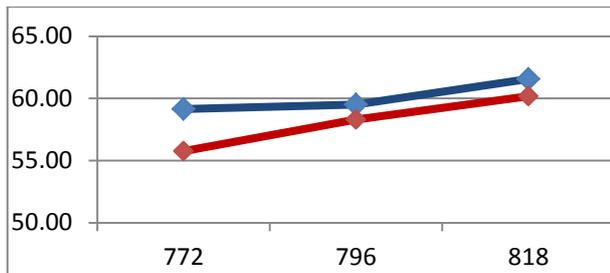


Gambar 17. Kurva Perubahan Daya Kasus Cerah Terhadap Radiasi

Pada hasil pengujian kasus keadaanb cerah dapat dilihat perubahan nilai radiasi pada Kasus cerah mempengaruhi nilai tegangan dan daya. Nilai radiasi tertinggi yang dihasilkan pada Kasus ini adalah 730 W/m^2 . Nilai daya maksimalnya sebesar 54.78 watt dan arus sebesar 3.3 ampere. Besernya nilai arus tersebut akan dapat mengisi baterai dengan cepat.

4.5 Kasus Keadaan Sangat Cerah

Pada Kasus keadaan sangat cerah, penulis mengasumsikan nilai radiasi yang diserap panel surya dalah lebih dari 750 W/m^2 .



Gambar 18 Kurva Perubahan Daya Kasus Sangat Cerah Terhadap Radiasi

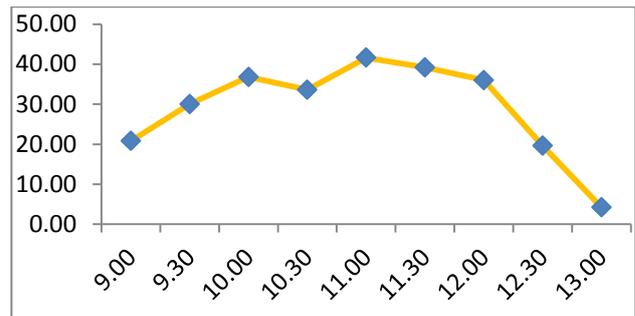
Hasil pengujian kasus keadaan sangat cerah pada Gambar 18 menunjukkan nilai radiasi dan daya dihasilkan pada Kasus sangat cerah. Pada Kasus sangat cerah, nilai daya dan tegangan yang dihasilkan akan mampu melayani beban yang terpasang dengan maksimal. Nilai daya terendah adalah 55.76 watt pada radiasi $772 W/m^2$. Sedangkan nilai daya tertinggi adalah 60.16 watt pada radiasi $818 W/m^2$. Dengan arus rata-rata diatas 3 ampere, proses melayani beban baterai akan berlangsung dengan cepat dan maksimal.

4.6 Pemanfaatan Daya Pada Beban

Beban yang terpasang pada sistem pembangkit adalah Baterai DC 12 volt dan pompa air 12 volt. Pompa air terhubung paralel dengan baterai DC terhadap sistem pembangkit. Pada penelitian ini, pembangkit PV beroperasi selama dari jam 09.00 sampai 17.00 wib (apabila cuaca masih cerah). Saat pembangkit PV beroperasi, 4 jam waktu operasinya digunakan untuk mengisi baterai berkapasitas 10 Ah, dan satu jam sebagai suplai motor pompa. Pada saat pembangkit PV tidak bekerja, baterai akan digunakan untuk mensuplai motor pompa.

Daya yang berhasil dijejak oleh *buck converter* akan dimanfaatkan untuk mencharger baterai. Baerai berkapasitas 10 Ah dicharger dengan menghubungkan langsung terhadap keluaran *buck converter*.

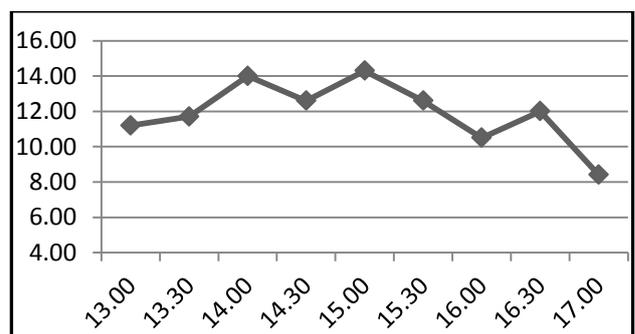
Dari hasil pengujian *charging* baterai, maka dapat dibuat kurva perubahan daya dalam mencharger baterai. Gambar 19 menunjukkan kurva pergerakan daya saat sistem pembangkit melakukan *charging* untuk baterai.



Gambar 19. Kurva Perubahan Daya Ketika Pembangkit Mengisi Baterai

Pada Gambar 19 dapat dilihat perubahan daya saat proses *charging* berlangsung. Kurva daya mendekati nilai nol ketika waktu berada pada jam 13.00. Keadaan ini menunjukkan bahwa proses *charging* baterai telah selesai. Setelah proses *charging* baterai selesai, pembangkit PV akan dikoneksikan dengan beban motor pompa. Motor pompa air akan bekerja dengan menghubungkan secara paralel dengan baterai pada sistem pembangkit. Hal ini dilakukan agar energi yang dibangkitkan pembangkit tidak terbuang. Waktu kerja motor pompa adalah 4 jam, setelah proses *charging* selesai.

Pada data hasil pengujian rancang bangun pada motor pompa diperoleh data, debit rata-rata pompa air selama pengujian motor pompa adalah 3.14 liter / menit. Adapun volume air yang dipindahkan adalah sebanyak 942 liter. Daya rata-rata yang dikonsumsi motor pompa adalah 11.92 watt. Data hasil pengukuran tersebut dibuat dalam kurva daya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 20 dibawah ini.



Gambar 20. Kurva Perubahan Daya Ketika Pembangkit Melayani Motor Pompa

Gambar 20 menunjukkan pergerakan daya saat motor pompa bekerja. Perubahan daya pada kurva naik turun setiap waktu. Hal ini dikarenakan

perubahan radiasi yang terjadi. Perubahan daya selama 1 jam pengujian berkisar 10 watt sampai 14 watt.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa data seperti yang ditunjukkan pada bab 4, maka dapat dibuat kesimpulan seperti berikut.

1. Pada Kasus tidak ada matahari, rancang bangun pembangkit PV tidak akan beroperasi dan tidak ada daya yang dihasilkan. Baterai DC 12 volt berkapasitas 10 ampere bekerja sebagai suplai beban berupa motor DC 12 volt. Baterai mampu menyuplai motor pompa selama 12 jam dengan dengan daya rata-rata 8 watt. Debit motor pompa selama disuplai baterai adalah 3.12 liter / menit dan mampu menghasilkan volume air sebanyak 2246 liter.
2. Pada Kasus keadaan mendung, nilai radiasi yang dapat diserap PV adalah lebih kecil dari 350 W/m^2 . Pada pengujian rancang bangun, nilai radiasi paling kecil adalah 124 W/m^2 , tegangan yang dibangkitkan adalah 10 volt dan arus 0.7 ampere. Pada Kasus mendung dengan radiasi 124 W/m^2 , pembangkit PV tidak akan dapat melayani beban baterai dan motor pompa dengan baik. Sedangkan nilai radiasi tertinggi yang diperoleh adalah 302 W/m^2 , sehingga menghasilkan parameter output sebesar 13 volt dan 1.2 ampere. Pada nilai radiasi 302 W/m^2 , rancang bangun dapat melayani beban motor pompa dan baterai.
3. Pada Kasus keadaan cerah, nilai radiasi yang diasumsikan berkisar pada angka 350 W/m^2 sampai 750 W/m^2 . Pada pengujian rancang bangun, nilai radiasi minimum adalah 389 W/m^2 dengan parameter output 13 volt dan 1.5 ampere. Sedangkan radiasi maksimum yang diperoleh adalah 730 W/m^2 dengan parameter output 15 volt dan 2.8 ampere. Pada Kasus keadaan cerah, rancang bangun dapat melayani beban motor pompa dan baterai, tetapi untuk tegangan yang lebih dari 12 volt tidak disarankan.
4. Pada Kasus keadaan sangat cerah, nilai radiasi yang diasumsikan adalah lebih besar dari 750 W/m^2 . Pada pengujian rancang bangun, nilai radiasi minimum adalah 772 W/m^2 dengan parameter output 16 volt dan 2.9 ampere. Sedangkan radiasi maksimum yang diperoleh adalah 818 W/m^2 dengan parameter output 16

volt dan 3.4 ampere. Pada Kasus keadaan sangat cerah, rancang bangun dapat melayani beban motor pompa dan baterai, tetapi untuk tegangan yang lebih dari 12 volt tidak disarankan.

5. Rancang bangun digunakan melayani beban baterai DC 12 volt dan motor pompa DC 12 volt. Baterai dengan kapasitas 10 Ah dicharger selama 4 jam (jam 09.00 s.d 13.00). Pada saat melayani pompa air, pembangkit PV beroperasi selama 4 jam (jam 13.00 s.d 17.00). Daya rata-rata yang dikonsumsi motor pompa adalah 11.92 watt dengan volume air yang dapat dipindahkan sebanyak 942 liter.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan penulis kepada pembaca adalah Rancangan *buck converter* algoritma P&O bekerja untuk mengoptimalkan daya, tidak untuk mengeluarkan tegangan konstan. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya digunakan regulator tegangan sebelum terhubung ke beban.

DAFTAR PUSTAKA

- Bayu Azmi, j. A. (2018). Review Perbandingan Teknik Maximum Power Point Tracker (MPPT) Untuk Sistem Pengisian Daya Menggunakan Sel Surya. *Departemen Fisika, Universitas Indonesia*.
- F. M. Bendary, E. M. (2016). Performance Study of Photovoltaic DC Water Pumping System with Maximum Power Point Tracking. *International Journal of Scientific & Engineering Research*.
- Hart, D. W. (2011). *Power Electronics*. New York: McGraw-Hill.
- Hasan, F. H. (2017). Rancangan Bangun MPPT Dengan DC-DC *Buck converter* Pada Panel Surya Dengan Beban Pompa Air DC.
- I Wayan Arta Wijaya, T. G. (2014). Pemanfaatan Energi Surya Untuk Menggerakkan Pompa Motor DC Yang Dikontrol Mikrokontroler ATmega8535. *Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro*.
- Reza Aristyo Pramudita, E. K. (2016). Penggunaan Mikrokontroler Untuk Maximum Power Point Tracking (MPPT) Sel Surya 50 Watt Pada Pompa Air DC. *ISSN*.
- Taufik, M. (2016). Prototype Pompa Air Portable Tenaga Surya. *Departemen Teknik Elektro, Universitas Padjadjaran*.

- Tito, B. (2012). Metode MPPT Baru Untuk Sel Surya Berdasarkan Pengendali PI. *Skripsi Fakultas Teknik Universitas Indonesia*.
- Utami, S. (2017). Implementasi Algoritma Peturb and Observe Untuk Mengoptimasi Daya Keluaran Solar Cell Menggunakan MPPT. *Jurnal INFOTEL*.