Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Memenuhi Kebutuhan Listrik pada Kolam Pemancingan di Desa Kalanganyar Sedati Sidoarjo

Khairani Rizqi Amalia Siregar

Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail : ranisiregar2307@gmail.com

ABSTRACT

"Laguna" fishing pond owned by Mr. H. Sam in Kalanganyar Sedati Sidoarjo is one of several fishing ponds that do not get electricity from PLN. This is due to the fishing pond located in a salt pond area far from residential areas, so the fishing pond cannot operate at night because there is no electricity supply used for lighting at night. The focus of the research was only on the planning side of the Solar Power Plant by designing a controller with a buck converter topology but by implementing MPPT using the Perturb and Observe algorithm on a stand-alone photovoltaic system. The proposed system consists of a stand-alone solar cell, controller, storage media, and fishing pond lighting load. The built controller is expected to stabilize the value of the power output from the solar cell.Testing without MPPT, charging battery using solar cells in cloudy or for 100 minutes showed an average charging voltage of 14.59 volts and an average charging current of 0.429 amperes. While testing with MPPT charging by using solar cell in sunny weather shows a 14.4 volt average charging voltage and an average charge of 1.21 amperes

Keywords: *Solar Power Plant, Solar cell, Buck Converter, MPPT, Peturb and Obserce*

ABSTRAK

Kolam pemancingan Laguna milik bapak H. Sam di Desa Kalanganyar Sedati Sidoarjo merupakan salah satu dari beberapa kolam pemancingan yang tidak mendapatkan pasokan listrik dari PLN. Hal ini disebabkan kolam pemancingan tersebut terletak pada daerah tambak garam yang jauh dari pemukiman warga, sehingga kolam pemancingan tersebut tidak dapat beroperasi pada malam hari karena tidak adanya pasokan listrik yang digunakan untuk penerangan di malam hari. Pada penelitian ini, fokus penelitian hanya di sisi perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya saja dengan merancang kontroller dengan topologi buck converter dengan namun dengan mengimplementasikan MPPT menggunakan algortima Peturb and Observe pada stand alone photovoltaic system. Sistem yang diusulkan terdiri dari: stand alone solar cell, kontroler, media penyimpanan dan beban penerangan kolam pemancingan. Kontroller yang dibangun diharapkan dapat menstabilkan nilai keluaran daya dari sel surya. Pengujian tanpa MPPT, pengisian baterai dengan menggunakan solar cell dalam kondisi cuaca yang berawan atau mendung selama 100 menit menunjukkan tegangan charging yang keluar rata-rata 14.59 volt dan arus charging rata-rata 0.429 ampere. Sedangkan pengujian dengan MPPT pengisian baterai dengan menggunakan solar cell dalam kondisi cuaca yang cerah menunjukkan tegangan charging yang keluar rata-rata 13,4 volt dan arus charging rata-rata 1,21 ampere.

Kata kunci : Pembangkit Listrik Tenaga Surya, *Solar cell, Buck Converter, MPPT, Peturb and Observe*

PENDAHULUAN

Kolam pemancingan Laguna milik bapak H. Sam di Desa Kalanganyar Sedati Sidoarjo merupakan salah satu dari beberapa kolam pemancingan yang tidak mendapatkan pasokan listrik dari PLN. Hal ini disebabkan kolam pemancingan tersebut terletak pada daerah tambak garam yang jauh dari pemukiman warga, sehingga kolam pemancingan tersebut tidak dapat beroperasi pada malam hari karena tidak adanya pasokan listrik yang digunakan untuk penerangan di malam hari.Pada penelitian ini, fokus penelitian hanya di sisi perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya saja dengan merancang kontroller dengan topologi buck converter dengan namun dengan mengimplementasikan MPPT menggunakan algortima Peturb and Observe pada stand alone photovoltaic system. Sistem yang diusulkan terdiri dari: *stand alone solar cell*, kontroler, media penyimpanan dan beban penerangan

kolam pemancingan. Kontroller yang dibangun diharapkan dapat menstabilkan nilai keluaran daya dari sel surya.

Pada penelitian sebelumnya untuk memasok listrik pada Kolam pemacingan Lagunadigunakan energi matahari dan angin sebagai energi pokok yang digunakan untuk *charging* baterai atau akumulator. Namun hasil *charging* yang berasal dari energi angin tidak optimal sehingga pengujian baterai hanya disuplai dari solar cell dengan *buck converter*.[1] Instalasi teknologi PV terhitung mudah dan efisien, walaupun membutuhkan investasi awal yang tinggi, namun apabila dihitung untuk pemakaian jangka panjang maka teknologi PV merupakan teknologi yang lebih murah dibandingkan dengan pemakaian generator.[2]Pengambilan data posisi/sudut matahari sangat diperlukan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pergeseran sudut matahari pada selang waktu tertentu.[3]Orientasi pemakaian energi terbarukan terutama listrik tenaga matahari adalah untuk jangka panjang. Untuk wilayah tertentu dengan kondisi kelistrikan yang tercukup, maka total inverstasi tersebut akan terlihat mahal, karena konsumen dibebani dengan biaya instalasi yangn dikeluarkan bersamaan, tetapi untuk wilayah tertentu dengan kondisi kelistrikan yang belum terpenuhi secara maksimal atau bahkan belum memiliki jaringan listrik sama sekali, maka listrik tenaga surya akan menjadi pilihan, karena sistem listrik tenaga surya tidak memerlukan bahan bakar pada saat pengoperasian.[4] MPPT digunakan untuk menjaga titik kerja panel surya, dan digunakan juga *DC-DC Boost Converter* sebagai pengatur tegangan keluaran dari panel surya untuk menjaga titik kerja panel surya tetap pada titik MPP. [5]

TINJAUAN PUSTAKA

Panel Surya

Photovoltaic terdiri dari dua jenis bahan berbeda yang disambungkan melalui suatu bidang junction yang jika sinar jatuh pada permukaannya akan diubah menjadi listrik arus searah [2]. Untuk mendapatkan daya yang cukup besar diperlukan banyak sel surya. Biasanya sel-sel surya itu sudah disusun sehingga berbentuk panel, dan dinamakan modul surya.

Buck Converter

Pada beberapa aplikasi industri, diperlukan peralatan yang dapat mengubah sumber tegangan DC tetap menjadi tegangan DC yang bersifat variabel yaitu menggunakan DC chopper dan biasa disebut DC ke DC. DC chopper dapat digunakan sebagai regulator mode pensaklaran untuk mengubah tegangan DC, yang tidak teregulasi menjadi tegangan DC. Salah satu jenis topologi dasar pensklaran yaitu Buck. Prinsip kerja Buck dapat diklarifikasikan ke dalam prinsip kerja DC chopper step down tegangan keluaran dari buck selalu lebih kecil dari tegangan masukan [6] .

- ***Duty Cycle***

$$D = \frac{V_o}{V_{in}}$$

- ***Average Inductor Current***

$$I_L(avg) = I_o = \frac{V_o}{R}$$
$$\Delta_{IL} = 0.2xI_L$$
$$V_f = 0.7Volt$$

- ***Value of the inductor***

$$L = \left(\frac{1}{f}\right)x(Vin_{\max} - Vo)x\left(\frac{Vo + Vf}{Vin_{\max} + Vf}\right)x\left(\frac{1}{\Delta_{IL}}\right)$$

- ***The maximum inductor current***

$$I_{\max} = I_L + \frac{\Delta_{IL}}{2}$$

- ***Winding number of inductor***

$$\frac{LxI_{\max}}{B_{\max}xAc}x10^4$$

- ***Wire size is based on RMS current of inductor***

$$I_L(RMS)=\sqrt{(I_L)^2+\frac{\left(\frac{\Delta_{IL}}{2}\right)^2}{\sqrt{3}}}$$

- ***Output Capacitance***

$$\Delta V_o=\frac{\Delta Q}{C_o}=\frac{\Delta_{IL}T}{8C_o} \text{ dimana } \Delta V_o=0.01xV_o$$

- **Diameter kawat**

$$I_{SPLIT}=\frac{I_L(RMS)}{S_{SPLIT}}$$

- ***Air gap length***

$$I_g=\frac{\mu_o xLxI_{\max}}{B_{\max}xAc}x10^4$$

- ***C snubber***

$$I_{ON}=I_O$$

$$C_{Snubber}=\frac{I_{ON}xt_{fall}}{2xV_{off}}$$

- ***R snubber***

$$R_{Snubber}<\frac{DT}{2xCsnubber}$$

- **Keliling bobbin**

$$K=\pi xD$$

- **Panjang kawat**

$$P=(\Sigma_{Split}\pi xD)$$

$$P=(\Sigma Split\times n\times k_{bobbin})+(40\%\times(\Sigma Split\times n\times k_{bobbin}))$$

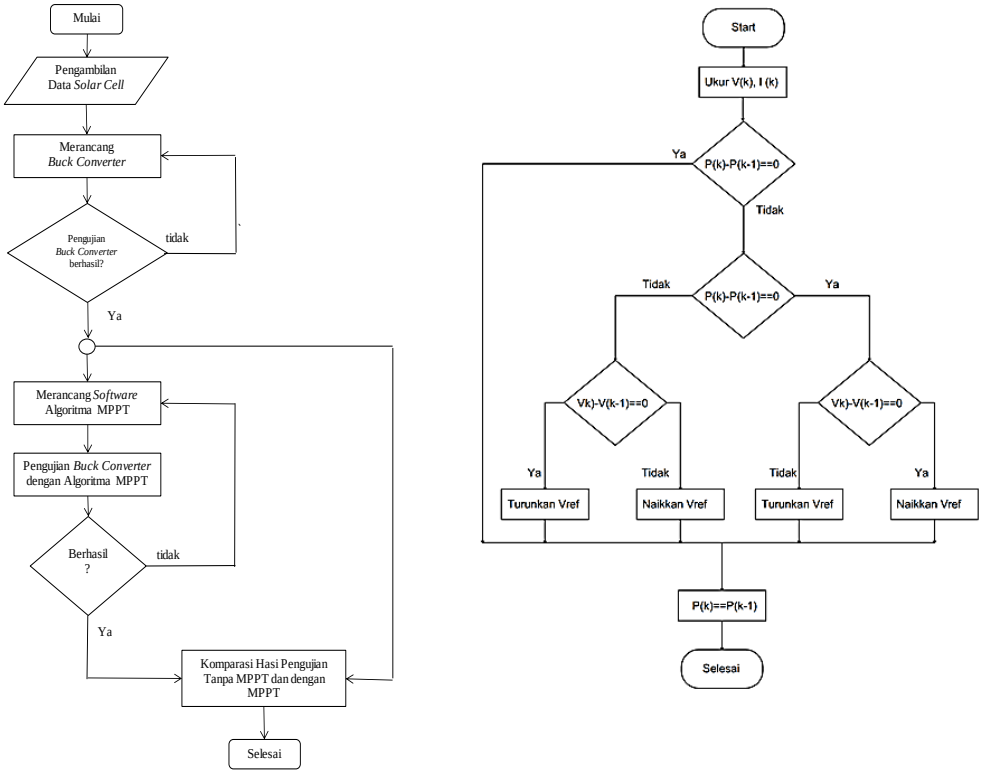
Dimana :

V_o	= Tegangan Output	I_{Split}	= Diameter kawat
V_{in}	= Tegangan Input	I_g	= *Air gap length*
D	= *Duty cycle*	$C_{snubber}$	= Capasitor *snubber*
L	= Nilai Induktor	$R_{snubber}$	= Tahanan *snubber*
$I_{L(avg)}$	= Arus Induktor rata-rata	K	= Keliling bobbin
I_{max}	= Arus Maksimal induktor	P	= panjang kawat
N	= Jumlah lilitan induktor		
C_o	= Output Kapasitor		

MPPT

Dalam penelitiannya Morale melaporkan metode MPPT *Perturb and Observe* terdiri dari dua tahapan [7]: *perturb* mengirimkan perubahan kepada tegangan atau arus referensi solar cell, *observe* melakukan penghitungan daya yang disebabkan oleh perturb-nya. Pembandingan daya sebelum dan sesudah proses *perturb* dilakukan digunakan sebagai acuan untuk menambah atau mengurangi tegangan untuk langkah berikutnya dan mendapatkan nilai MPP-nya.

METODOLOGI



(a) (b)

Gambar 1 (a) Diagram Alir Tahapan Penelitian (b) Algoritma MPPT *Peturb and Observe*

Pengujian *solar cell* dilakukan untuk mengetahui kemampuan solar panel dan dapat dilihat tegangan yang dihasilkan. Dari pengujian ini akan diketahui tegangan keluaran *solar cell* yang akan dikontrol untuk sistem *charging* pada baterai. Dari data survey pengujian *solar cell* dilanjutkan dengan melakukan perhitungan *Buck Converter*. Setelah itu dilanjutkan dengan perancangan algortima MPPT Pada penelitian ini, digunakan algoritma P&O *(Perturb and Observe).* Pada penelitian ini, digunakan algoritma P&O (Perturb and Observe). Proses dimulai dengan prose pengukuran tegangan dan arus awal, kemudian dilakukan pengukuran untuk mengetahui secara persis nilai tegangan dan arus *solar cell*, setelah itu dilakuka perhitungan daya *solar cell* , setelah perhitungan selesai, dilakukan perhitungan untuk mengetahui secara persis nilai daya *solar cell* saat ini, kemudian dihitung selisih daya. Proses ini dilakukan untuk mengetahui selisih daya yang baru saja terukur dengan daya yang digunakan sebagai acuan. Kemudian dilakukan perbandingan, ini dilakukan untuk menentukan proses perubahan tegangan kerja *solar cell.* Dari proses tersebut tegangan kerja *solar cell* akan diubah, bisa menjadi lebih besar atau lebih kecil. Hal ini bergantung pada selisih daya *solar cell* dan juga selisih tegangan yang terukur. Setelah proses tersebut disimpan nilai daya setelah dilakukan perubahan tegangan menjadi nilai daya sekarang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

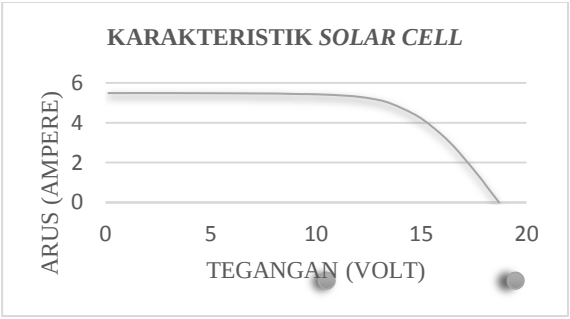
Pengambilan Data *Solar Cell*

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data dilakukan pada tanggal 30 Juni 2019 dan pengambilan data *sampling* secara berkala pada pukul 08.25 sampai dengan pukul 16.25 WIB. Tabel

1 adalah salah satu dari tabel pengujian yang dilakukan pada penelitian ini . Dapat diamati dari tabel *solar cell* diuji dari *short circuit* hingga *open circuit.* Pada saat *open circuit,* nilai tegangan *solar cell* paling maksimal. Namun untuk daya paling maksimal terjadi pada saat tegangan *solar cell* mencapai 13,52 V dan arus 4,98 A.

Tabel 1 Pengujian solar cell pukul 12.25 WIB

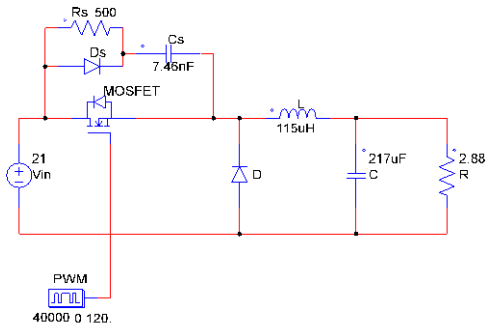
Tegangan (V)	Arus (A)	R (Ω)	Daya (W)
0,136	5,49	0,02	0,75
3,08	5,49	0,56	16,91
7,75	5,47	1,42	42,39
8,44	5,46	1,55	46,08
9,26	5,44	1,70	50,37
10,02	5,43	1,85	54,41
11,56	5,35	2,16	61,85
12,59	5,22	2,41	65,72
13,52	4,98	2,71	67,33
14,86	4,31	3,45	64,05
15,96	3,41	4,68	54,42
16,78	2,54	6,61	42,62
17,94	1,06	16,92	19,02
18,05	0,89	20,28	16,06
18,7	0,00	0,00	0,00



Gambar 2. Grafik I-V Karakterisitik *Solar Cell* pada pukul 12.25 WIB

Hasil Perancangan *Buck Converter*

Dari data survey pengujian *solar cell* dilanjutkan dengan melakukan perhitungan *Buck Converter*. Beban pada PLTS ini adalah berupa Lampu LED 10-30 VDC, maximum 60 Watt Apabila Vin = 12 VDC,



Gambar 3. Hasil Rancangan *Buck Converter*

Buck Converter pada penelitian ini digunakan untuk menurunkan tegangan dari solar panel. Output dari *Buck Converter* digunakan untuk mengisi baterai. Vin min adalah 10 V, Vin max adalah 21 V, Vo adalah 14.4 V dan Io adlaah 5 A. Nilai Switching frekuensi adalah 40 Khz.

Hasil Pengujian Integrasi Sistem

Pengujian pertama adalah pengujian *buck converter* tanpa MPPT dilakukan pada tanggal 6 Juli 2020, pengisian baterai menggunakkan *buck converter* agar tegangan *charging*nya stabil. dengan kondisi tegangan baterai sebelum diisi sebesar 10,8 volt. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 2 Pengujian Sistem tanpa MPPT

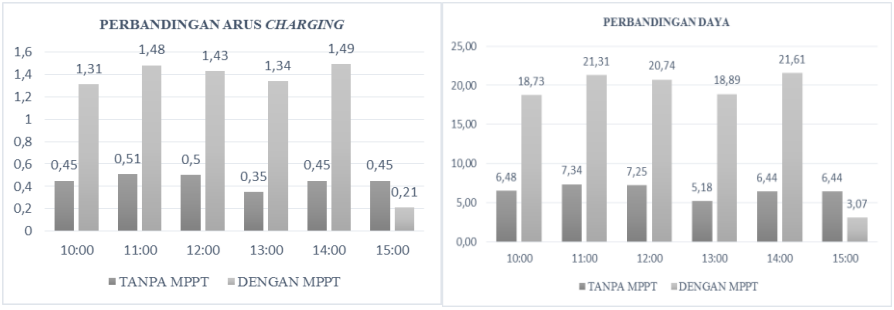
Vin (V)	Iin (A)	Vcharge (V)	Icharge (A)	P (W)	Jam
18,9	0,5	14,4	0,45	6,48	10.00
18,48	0,5	14,4	0,51	7,34	11.00
18,70	0,6	14,5	0,5	7,25	12.00
19,20	0,6	14,8	0,35	5,18	13:00
18,90	0,6	14,3	0,45	6,44	14.00
17,69	0,4	14,3	0,45	6,44	14.00

Dapat dilihat dari tabel pengujian pertama pengisian baterai dengan menggunakan *solar cell* menunjukkan tegangan *charging* yang keluar rata-rata 14.45 volt dan arus *charging* rata-rata 0.45 ampere. Pengujian kedua adalah pengujian integrasi sistem yang dilakukan pada tanggal 07 Juli 2020 dan dilakukan dari pukul 10.00 WIB s/d pukul 15.00 WIB dan pengambilan data dilakukan dengan jarak interval 1 jam.. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2 Pengujian Sistem Dengan MPPT

Vin (V)	Iin (A)	Vcharge (V)	Icharge (A)	P (W)	Jam
18,89	0,09	14,3	1,31	18,73	10:00
19,11	0,08	14,4	1,48	21,31	11:00
19,12	0,06	14,5	1,43	20,74	12:00
18,07	0,05	14,1	1,34	18,89	13:00
18,19	0,12	14,5	1,49	21,61	14:00
15,07	0,06	14,6	0,21	3,07	15:00

Dapat dilihat dari tabel pengujian dengan MPPT pengisian baterai dengan menggunakan *solar cell* menunjukkan tegangan *charging* yang keluar rata-rata 14,4 volt dan arus *charging* rata-rata 1,21 ampere.



(a) (b)

Gambar 5. (a) Grafik Perbandingan arus *charging* (b) Grafik Perbandingan Daya

KESIMPULAN

Setelah melalui beberapa proses perencanaan, pembuatan dan pengujian alat serta dari beberapa data yang didapat dari pengujian dan pembuatan penelitian ini, maka dapat diberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari pengambilan Data *solar cell* 100 WP di Kolam Pemancingan Desa Kalanganyar Sedati Sidoarjo yang didapatkan hasil bahwa tegangan *open circuit* yang bisa dimanfaatkan adalah 19, 26 Volt.
2. Arus *charging* dan Daya Output yang dihasilkan oleh *buck converter* dengan MPPT lebih besar dibandingkan dengan arus *charging* yang dihasilkan oleh *buck converter* tanpa MPPT. Dimana arus *charging* rata-rata yang dihasilkan oleh *buck converter* dengan MPPT adalah 1,21 ampere sedangkan arus *charging* yang dihasilkan oleh *buck converter* tanpa MPPT hanya 0,45 ampere dan Daya Output rata-rata yang dihasilkan oleh *buck converter* dengan MPPT adalah 17,39 Watt sedangkan Daya Output yang dihasilkan oleh *buck converter* tanpa MPPT hanya 6,52 Watt

UCAPAN TERIMA KASIH

Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada :

1. Dr. Ir. Hari Agus Sujono, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
2. Titiek Suheta, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan petunjuk, dorongan, serta semangat dalam pembuatan skripsi ini.
3. Wahyu Setyo Pambudi, ST., MT., selaku Koordinator Skripsi yang telah membantu saya memberikan bimbingan dan bantuan serta support dalam pembuatan skripsi ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya yang telah memberikan pembelajaran dalam bentuk teori serta praktikum untuk mempermudah saya dalam mengerjakan skripsi ini.
5. Seluruh staf dan Karyawan Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Siregar, Khairani Rizqi Amalia,"Rancang Bangun Pembangkit Listrik Hybrid untuk Sistem Penerangan pada Kolam Pemancingan Ikan Bandeng di Desa Kalanganyar Sedati Sidoarjo, " *Jurnal Proyek Akhir PENS*, Vol. 2, 2015.

[2]. Hasan, Hasnawiya, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pulau Saugi," *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan*, Vol.10, No.2, 2012.

[3]. Ramadhan, Ilmar Anwar, Diniardi, Ery dan Mukti, Sony Hari, "Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP, "DOI:10.14710/teknik.v37n2.9011, 2016.

[4]. Putra, Sandro dan Rangkuti, Ch., "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri untuk Rumah Tinggal," *Seminar Nasional Cendekiawan*, 2016.

[5]. Faizal, Ahmad & Setyaji, Bagus, "Desain *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) pada Panel Surya dengan Menggunakan Metode *Sliding Mode Control*," *Jurnal Sains Teknologi dan Industri*, Vol.14, No.1, 2016.

[6]. Effendi, M Zaenal, "*DC-DC Converter*,".Surabaya. EEPIS-ITS Press., 2009.

[7]. Dutta,Ananya, Niloy Barua, Aninda Saha , "Design of an Arduino based Maximum Power Point Tracking (MPPT) Solar Charge Controller*," Thesis Department of Electrical and Electronic Engineering of BRAC University*, 2016.

ISSN (print): 2686-0023
ISSN (online): 2685-6875