
Ujicoba *DC converter* dengan Baterai Air Laut Cu-Zn sebagai Sumber Energi Lampu untuk Perikanan Bagan Tancap

(DC Converter Experiment on Cu-Zn Seawater Battery for Fishing Lamp Energy Source of Lift Net Fisheries)

¹⁾ Adi Susanto, ²⁾ Mulyono S. Baskoro, ^{2*)} Sugeng H. Wisudo, ²⁾ M. Riyanto,
²⁾ Fis Purwangka

¹⁾ Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Raya Jakarta – Serang, Km. 4, Pakupatan, Serang, Banten

²⁾ Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu
Kelautan Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga,
Jalan Agatis, Babakan, Dramaga, Bogor, Jawa Barat

^{*)} Korespondensi : wisudo1966@gmail.com

Diterima : 30 November 2017 / Disetujui : 22 Mei 2018

ABSTRAK

Penggunaan lampu sebagai alat bantu penangkapan ikan berkembang pesat setelah ditemukannya lampu listrik. Inovasi lampu *Light Emitting Diode* (LED) sebagai lampu hemat energi berpeluang besar untuk digunakan pada aktivitas penangkapan ikan. Lampu LED membutuhkan tegangan dan arus yang rendah sehingga dapat dikombinasikan dengan sumber energi terbarukan untuk mendorong terwujudnya perikanan tangkap yang lebih ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan desain dan konstruksi *DC converter* yang optimal pada penggunaan baterai air laut Cu-Zn sebagai tahap awal pengembangan lampu LED dengan sumber energi air laut untuk perikanan bagan tancap. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Penangkapan Ikan Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, FPIK-IPB pada bulan Agustus 2017 dengan perlakuan perbedaan jumlah lilitan (30:50; 50:80) dan jumlah toroid (tunggal; ganda) yang digunakan pada rangkaian *DC converter*. Sumber energi yang digunakan berasal dari satu sel baterai air laut dengan anoda seng (Zn) dan katoda tembaga (Cu) dengan ukuran 40x36 cm yang dimasukkan ke dalam tabung PVC berdiameter 3 inci. Pengukuran tegangan dilakukan dengan osiloskop digital (Iwatsu DS 5102), arus diukur menggunakan multimeter (Sanwa CD 771) dan intensitas cahaya diukur menggunakan lux meter. Perbedaan jumlah lilitan dan toroid berpengaruh signifikan terhadap nilai induktansi. Toroid tunggal dengan 80 lilitan menghasilkan nilai induktansi paling besar (143,1 mH) dibandingkan perlakuan lainnya. Penggunaan *DC converter* dengan toroid ganda dan lilitan 50:80 memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya dengan tegangan, arus dan intensitas maksimum berturut-turut 2,12 V; 121,80 mA dan 128 lux.

Kata kunci : air laut, bagan tancap, *DC converter*, lampu LED

ABSTRACT

Light fishing activities developed rapidly after the invention of electric lights. The innovation of Light Emitting Diode (LED) as energy saving lamp has a great opportunity to be used in fishing activities. LED lamps require low voltage and current, so that it can be combined with renewable energy sources to encourage more environmentally friendly of fishing capture activity. This study aims to determine the design and construction of an optimal DC converter using Cu-Zn seawater battery as an early stage of LED lamp development with seawater energy source for fixed lift net fishery. The research was conducted at Fishing Technology Laboratory, Department of Fisheries Resources Utilization, FPIK-IPB in August 2017. The treatments were number of windings (30:50, 50:80) and number of toroid (single, double) that was used in DC converter circuit. The energy source used comes from a single seawater battery cell with a zinc anode (Zn) and a copper cathode (Cu) with a size of 40x36 cm, inserted into a 3-inch diameter PVC tube. The voltage was measured by a digital oscilloscope (Iwatsu DS 5102), the current was measured using a multimeter (Sanwa CD 771) and the light intensity was measured using a lux meter. Differences in the number of windings and toroid have a significant effect on the value of inductance. Single Toroid with 80 loops produces the largest inductance value (143.1 mH) compared to other treatments. The use of DC converter with dual toroid and 50:80 winding provides better performance than other treatments with maximum voltage, current and intensity respectively 2.12 V; 121,80 mA and 128 lux.

Keywords : DC converter, fixed lift net, LED lamps, seawater,

PENDAHULUAN

Penangkapan ikan menggunakan alat bantu cahaya (*ligh fishing*) mengalami perkembangan pesat sejak penemuan lampu pijar pada tahun 1879. Penggunaan berbagai jenis lampu sebagai *attractant* oleh nelayan disesuaikan dengan perkembangan teknologi, skala usaha, jenis alat tangkap, ketersediaan sumber energi dan ikan target tangkapan. Pada perikanan skala kecil seperti bagan tancap, penggunaan lampu *compact fluorescent* (CFL) menjadi pilihan utama karena harganya terjangkau, mudah diperoleh, mudah dioperasikan dan menghasilkan cahaya yang cukup terang untuk menarik perhatian ikan berkumpul di sekitar bagan tancap (Susanto *et al.* 2017). Meskipun demikian, konsumsi energi lampu CFL masih cukup tinggi sehingga diperlukan lampu pengganti yang lebih efisien dan efektif untuk meningkatkan produktivitas penangkapan pada perikanan bagan tancap.

Inovasi *light emitting diode* (LED) sebagai lampu hemat energi berpotensi besar untuk menggantikan lampu CFL pada perikanan bagan tancap. Lampu LED memiliki berbagai keunggulan antara lain efisiensi tinggi dalam penggunaan energi, umur teknis lebih lama dan ramah lingkungan karena tidak mengandung merkuri (Lai *et al.* 2015; McHenry *et al.* 2014). Selain itu, LED hanya membutuhkan tegangan dan arus yang rendah sehingga sumber energinya dapat menggunakan energi terbarukan. Salah satu energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan *fishing lamp* adalah air laut.

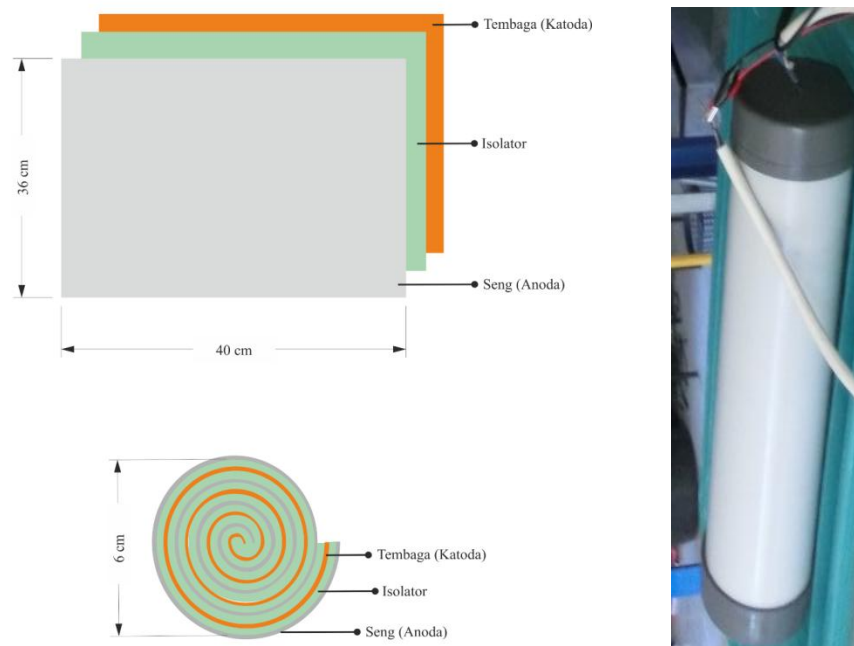
Penggunaan air laut sebagai sumber energi untuk menyalakan lampu pada perikanan bagan tancap menjadi salah satu pilihan yang tepat. Hal ini dikarenakan jumlahnya tak terbatas, mudah diperoleh, murah, teknologinya sederhana dan tidak menghasilkan limbah yang membahayakan lingkungan (Park *et al.* 2016;

Mourant 2016). Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan elektroda campuran dari magnesium dan seng mampu menghasilkan arus 50-75 mA dengan tegangan 0,4-0,6 V dan (Hongyang *et al.* 2009). Mursyidah *et al.* (2013) menyatakan satu sel baterai air laut yang terbuat dari tembaga (Cu) dan seng (Zn) mampu menghasilkan tegangan 0,75 V dengan arus 100 mA. Baterai air laut juga telah dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan antara lain lampu darurat, tenaga penggerak kapal layar (de Souza dan Vielstich 2010) serta sangat potensial untuk dikembangkan pada perikanan bagan skala kecil (Susanto *et al.* 2017).

Namun pemanfaatan air laut sebagai sumber energi melalui reaksi elektrokimia masih terkendala tingginya biaya elektroda dan rendahnya energi keluaran yang dihasilkan. Dibutuhkan inovasi dalam pemilihan bahan elektroda dan penggunaan *DC converter* sehingga potensi energi terbarukan yang tersedia dapat dimanfaatkan dengan optimal. Melalui penelitian ini diharapkan diperoleh kinerja *DC converter* pada baterai air laut dengan elektroda seng (Zn) dan tembaga (Cu) yang ideal sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk perikanan bagan tancap.

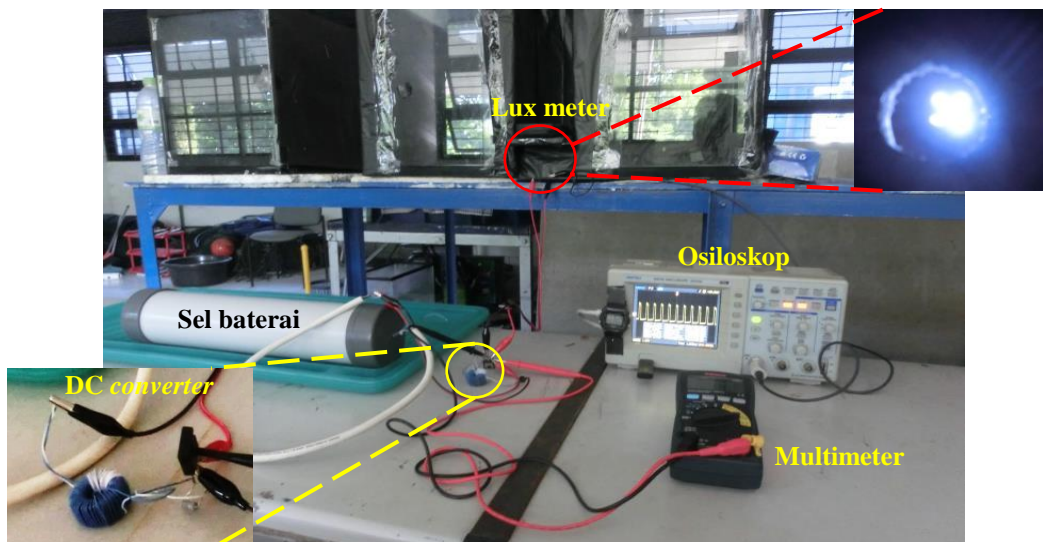
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2017 di Laboratorium Teknologi Penangkapan Ikan, Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Percobaan laboratorium dilakukan untuk menentukan kinerja *DC converter* dengan sumber energi satu sel baterai air laut dengan anoda Zn dan katoda Cu yang memiliki ukuran yang sama (panjang 40 cm, lebar 36 cm). Elektroda dipisahkan oleh isolator, digulung secara spiral dan dimasukkan ke dalam tabung PVC dengan diameter tiga inci seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sel baterai air laut yang digunakan dalam penelitian

DC *converter* yang diuji menggunakan dua perlakuan yaitu jumlah toroid (tunggal dan ganda) dan perbandingan jumlah lilitan primer : sekunder (30:50 dan 50:80). Lilitan pada toroid menggunakan kabel UTP 45 (Belden) yang dihubungkan dengan resistor 1 k Ω dan transistor (TIP 2N3055). Beban yang digunakan adalah lampu *dual in-line package* (DIP LED) dengan jumlah 5 unit yang disusun secara paralel sehingga membutuhkan tegangan 3,0 V dan arus 100 mA untuk menghasilkan intensitas optimum. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh satu sel baterai dan DC *converter* diukur menggunakan osiloskop digital (Iwatsu DS 5102), arus keluaran dengan multimeter (Sanwa CD 771) dan intensitas lampu dengan lux meter. Periode pengamatan dilakukan selama 120 menit dengan interval pencatatan setiap 10 menit (Mandal *et al.* 2012; Yu *et al.* 2015; Susanto *et al.* 2017). Setiap pengamatan dilakukan sebanyak tiga kali ulangan untuk setiap perlakuan. Analisis data dilakukan secara deskriptif berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh dalam bentuk grafik. Susunan peralatan pada pelaksanaan penelitian disajikan pada Gambar 2.



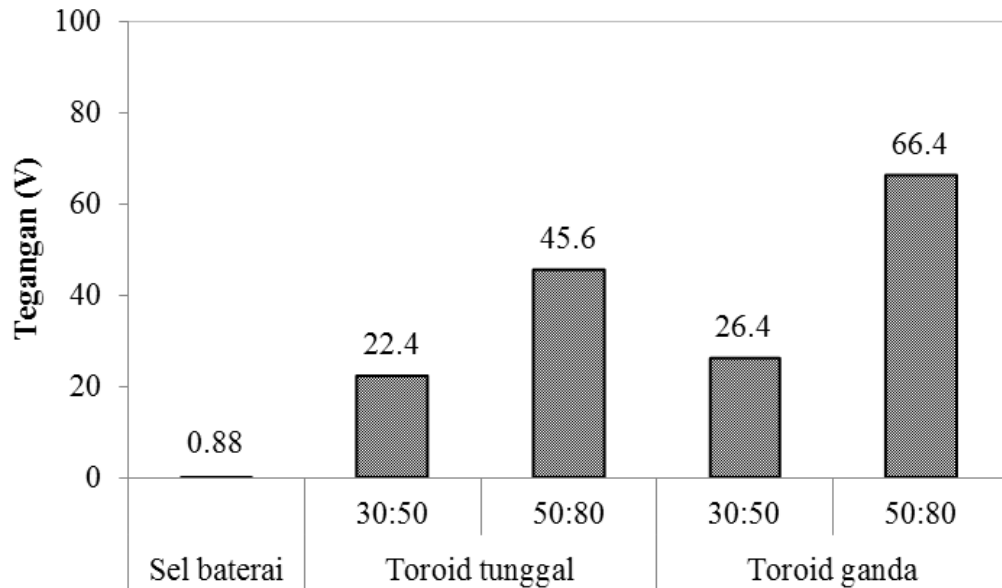
Gambar 2. Susunan peralatan penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Satu sel baterai air laut mampu menghasilkan tegangan sebesar 0,88 V dan arus 110 mA. Tegangan yang dihasilkan dari satu sel baterai tersebut belum cukup untuk menyalakan lampu LED. Penggunaan DC *converter* mampu meningkatkan tegangan keluaran yang diperoleh antara 24 – 74 kali dalam kondisi tanpa beban. Perbedaan jumlah lilitan pada toroid berpengaruh nyata terhadap tegangan keluaran yang diperoleh pada masing-masing penggunaan toroid. Jumlah lilitan yang lebih banyak menghasilkan tegangan yang lebih tinggi. Sementara itu, penggunaan toroid ganda juga menghasilkan tegangan yang lebih besar pada penggunaan jumlah lilitan yang sama. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sel baterai dan DC *converter* dalam kondisi tanpa beban disajikan pada Gambar 3.

Penambahan beban berupa lampu LED memberikan pengaruh signifikan terhadap tegangan dan arus keluaran yang diperoleh pada penggunaan DC

converter. Tegangan rata-rata paling tinggi diperoleh pada toroid tunggal dengan jumlah lilitan yang lebih banyak yaitu 2,24 V. Sementara itu, arus rata-rata tertinggi diperoleh pada penggunaan toroid ganda dan lilitan terbanyak yaitu 93,38 mA seperti disajikan pada Tabel 1. Penggunaan toroid ganda menyebabkan penurunan pada tegangan yang diperoleh dengan lilitan yang sama, namun arus keluaran yang dihasilkan semakin tinggi.



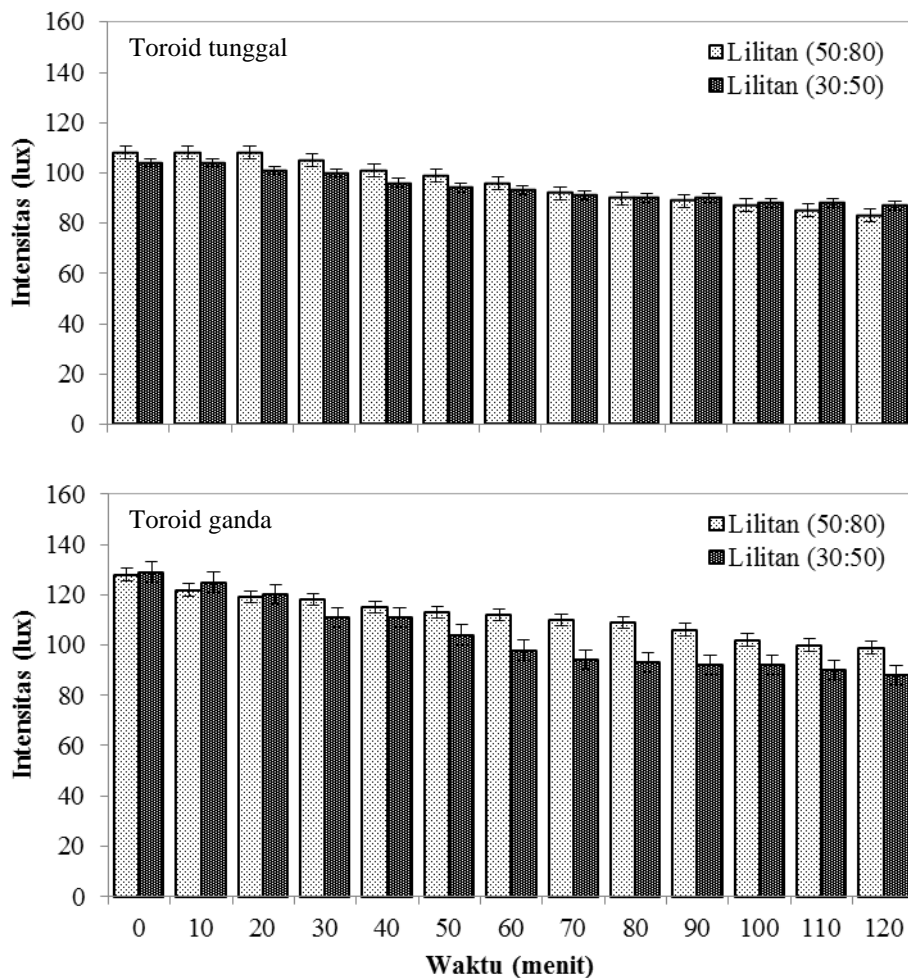
Gambar 3. Tegangan keluaran dalam kondisi tanpa beban

Penggunaan DC *converter* pada sel baterai air laut mampu meningkatkan tegangan keluaran yang dihasilkan sehingga dapat digunakan untuk menyalakan lampu LED. Selama dua jam pengujian, intensitas cahaya yang dihasilkan semakin rendah, terutama pada menit akhir pengamatan seperti disajikan pada Gambar 4. Perbedaan lilitan pada toroid tunggal tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap intensitas yang diperoleh. Sebaliknya pada penggunaan toroid ganda, semakin banyak lilitan yang digunakan intensitas yang dihasilkan cenderung semakin besar. Penurunan intensitas yang diperoleh berbanding lurus dengan penurunan arus keluaran yang dihasilkan. Adanya beban lampu LED akan menguras energi yang tersimpan pada sel baterai sehingga nilai arus keluaran yang dihasilkan semakin kecil sesuai dengan durasi pengosongan yang dilakukan.

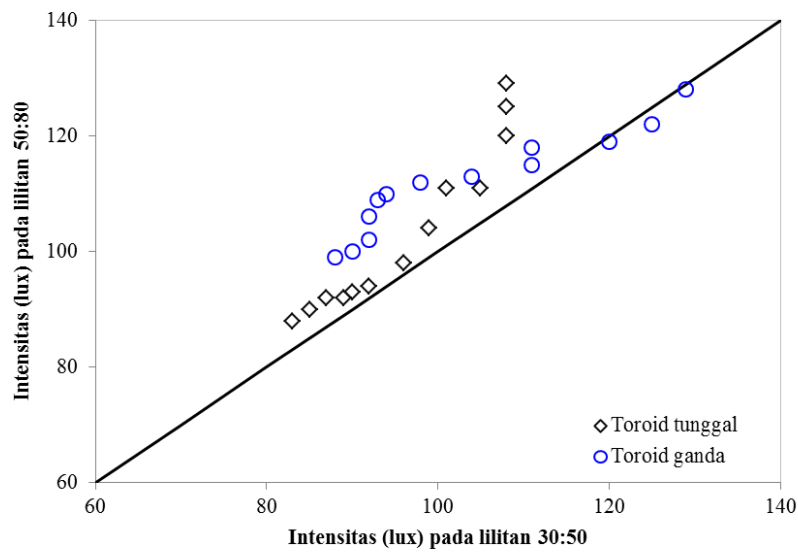
Tabel 1. Rata-rata tegangan, arus dan intensitas cahaya yang dihasilkan pada perlakuan berbeda

Jumlah Toroid	Jumlah Lilitan	Tegangan (V)	Arus (mA)	Intensitas (lux)
Tunggal	30:50	2,16 ± 0,0000	59,38 ± 5,5188	96,23 ± 2,5549
	50:80	2,24 ± 0,0000	64,06 ± 5,5698	94,31 ± 1,6999
Ganda	30:50	2,12 ± 0,0000	84,05 ± 4,7642	103,62 ± 3,9346
	50:80	2,09 ± 0,0053	93,38 ± 3,7045	111,77 ± 2,4183

Jumlah lilitan primer dan sekunder pada toroid akan berpengaruh terhadap arus dan tegangan yang dihasilkan (Lui dan Lee 2015). Semakin banyak jumlah lilitan primer yang digunakan, maka arus yang dihasilkan akan semakin besar. Sementara itu, semakin banyak jumlah lilitan sekunder akan menyebabkan tegangan yang dihasilkan akan semakin tinggi (Budisusila dan Arifin 2017). Penggunaan toroid ganda dengan lilitan yang sama menyebabkan luas permukaan lilitan semakin besar dan meningkatkan nilai induktansi yang diperoleh. Nilai induktansi dengan 80 lilitan pada toroid tunggal sebesar 80,80 mH, namun dengan lilitan yang sama pada toroid ganda menghasilkan induktansi sebesar 143,10 mH. Semakin besar nilai induktansi maka medan magnet yang dihasilkan ketika kawat teraliri listrik juga semakin tinggi. Akibatnya daya yang dihasilkan pada DC *converter* dengan toroid ganda lebih besar dibandingkan dengan toroid tunggal yang menghasilkan intensitas cahaya yang lebih tinggi pada lampu LED yang digunakan sebagai beban seperti disajikan pada Gambar 5. Kombinasi toroid ganda dan jumlah lilitan yang lebih besar memiliki kinerja yang lebih baik sehingga layak dipertimbangkan untuk dikembangkan sebagai DC *converter* pada pemanfaatan sel baterai air laut sebagai sumber energi lampu pada perikanan bagan tancap.



Gambar 4. Profil intensitas cahaya selama pengamatan



Gambar 5. Pengaruh perbedaan lilitan terhadap intensitas cahaya

Aplikasi baterai air laut dengan DC *converter* telah dikembangkan untuk berbagai keperluan. Penggunaan DC *converter* efektif untuk menghasilkan tegangan yang lebih tinggi dari sumber energi tegangan rendah sehingga dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan (Garshol dan Hasvold 1995, Rehman *et al.* 2015). Kemampuan DC *converter* dalam meningkatkan tegangan keluaran dari baterai air laut bervariasi dan sangat dipengaruhi oleh desain dan konstruksi yang digunakan. Meskipun demikian, penambahan peningkat tegangan tersebut sangat efektif untuk meningkatkan tegangan baterai air laut dari 0,9 V menjadi 12,0 V (Oekerman 1969), 1,0 V menjadi 28,0 V (Hasvold 1995), dan 1,5 V menjadi 12,0 V (Kobashi dan Oshitani 2013).

Perikanan bagan tancap membutuhkan energi yang relatif kecil karena pengoperasiannya berada di pesisir pantai. Umumnya bagan tancap berada pada kedalaman perairan antara 7-12 m sehingga intensitas cahaya lampu yang digunakan jauh lebih rendah dibandingkan alat tangkap sejenis yang beroperasi pada perairan yang lebih dalam (Susanto *et al.* 2015). Penggunaan baterai air laut dengan penambahan DC *converter* sebagai sumber energi lampu sangat potensial untuk dikembangkan. Penyempurnaan desain sel baterai dan DC *converter* perlu dilakukan sehingga menghasilkan teknologi baterai air laut yang sesuai dengan kebutuhan, efisien dan efektif untuk diterapkan pada perikanan bagan tancap.

KESIMPULAN

Penggunaan DC *converter* toroid ganda dan perbandingan lilitan 50:80 pada baterai air laut Cu-Zn memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan kombinasi lainnya. Nilai rata-rata arus yang dihasilkan sebesar 93,38 mA dengan intensitas cahaya 111,77 lux.

DAFTAR PUSTAKA

- Yu K, H-Q Xiong, L Wen, Y-L. Dai, S-H Yang, S-F Fan, F Teng, X-Y Qiao. 2015. Discharge Behavior and Electrochemical Properties of Mg-Al-Sn Alloy Anode for Seawater Activated Battery. *Transactiono of Nonferrous Metals Society of China*. 25: 1234-1240.
- Mandal B, A Sirkar, A Shau, P De, P Ray. 2012. Effects of Geometry of Electrodes and Pulsating DC Input on Water Splitting for Production of Hydrogen. *International Journal of Renewable Energy Research*. 2: 99-102.
- Susanto A., M. S. Baskoro , S. H. Wisudo, M. Riyanto, F. Purwangka. 2017. Performance of Zn-Cu and Al-Cu Electrodes in Seawater Battery at Different Distance and Surface Area. *International Journal of Renewable Energy Research*. 7: 288-303.
- Hongyang Z, B Pei, J Dongying. 2009. Electrochemical Performance of Magnesium Alloy and Its Application on The Sea Water Battery. *Journal of Environmental Sciences*. Supplement: S88–S91.
- Lai MF, ND G Anh, JZ Gao, HY Ma, HY Lee. 2015. Design of Multi Segmented Freeform Lens for LED Fishing/Working Lamp with High Efficiency. *Applied Optics*. 54: 69-74.
- McHenry MP, D Doepel, BO Onyango, UL Opara. 2014. Small-Scale Portable Photovoltaic Battery-LED Systems with Submersible LED Units to Replace Kerosene-Based Artisanal Fishing Lamps for sub-Saharan African Lakes. *Renewable Energy*. 62:276-284.
- de Souza JPI, W Vielstich. 2010. Seawater Alluminium/Air Cells in Handbook Of Fuel Cells –Fundamentals, Technology AND Applications. Edited by Wolf Vielstich, Hubert A. Gasteiger, Arnold Lamm and Harumi Yokokawa John Wiley & Sons, Ltd. pp 1-7. Ch 1.
- Mursyidah, Susanto A dan Isnaeni BS. 2013. The utilization of sea water in a especially designed battery (sabrine swall battery). *ASEAN J of System Engineering*. 1(1):1-7.
- Mourant A. 2016. Next Generation Batteries will Power Up The Energy Storage Industry. *Renewable Energy Focus*. 17(1): 41-43. DOI:10.1016/j.ref.2015.11.004.
- Park S, B SenthilKumar, K Kim, SM Hwang, Y Kim. 2016. Saltwater as The Energy Source for Low Cost, Safe Rechargeable Batteries. *Journal Material Chemistery A*. 4(19):7207-7213.
- Liu Z, Lee H. 2015, Design of High-Performance Integrated Dimmable LED Driver for High-Brightness Solid-State Lighting Applications. *International Journal of Analog Integrated Circuits and Signal Processing*. 82(3): 519–532.
- Budisusila EN, Arifin B. 2017. Joule-Thief Circuit Performance for Electricity Energy Saving of Emergency Lamps. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 190: 1-6..

- Garshol T, Hasvold O.. 1995. Galvanic Seawater Cell. US Patent 5,427,871, Juny 27.
- Rehman Z, I Al-Bahadly, S Mukhopadhyay. 2015. Multiinput DC–DC Converters in Renewable Energy Applications - An Overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*: 14: 521–539.
- Oekerman JB. 1969. Seawater Battery Having Magnesium or Zinc Anode and Manganese Dioxide Cathode. US Patent 3,433,678, March 18.
- Hasvold O. 1995. Seawater Cell with Increased Efficiency. U.S. Patent 5 405 717, Apr. 11.
- Kobashi H, Oshitani M. 2013. Seawater Activated Batteries: Magnesium. *Encyclopedia of Electrochemical Power Sources*: 156-163.

