PROGRAM PENGADAAN *MOVABLE SOLAR BATTERY CHARGER* UNTUK PENGISIAN BATERAI AKUMULATOR UNTUK KEPERLUAN *LIGHT FISHING* DI MALAM HARI UNTUK SUBSTITUSI LAMPU MINYAK TANAH

Budhi Anto [1)]*, Dahliyusmanto [2)]
[1,2)] Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau
**Corresponding Author*: budhianto@eng.unri.ac.id

Diterima: Mei 2024	*Revisi: Mei 2024*	*Disetujui: Juni 2024*	*Terbit: Juni 2024*

ABSTRAK

Teknik penangkapan ikan di malam hari dengan bantuan cahaya buatan atau dinamakan *light fishing* telah lama diterapkan oleh para nelayan di seluruh dunia. Nelayan skala besar menggunakan lampu-lampu listrik yang dicatu oleh mesin genset, sedangkan nelayan skala kecil pada umumnya menggunakan lampu minyak tanah. Kebijakan pemerintah membatasi penggunaan minyak tanah dan menggantikannya dengan penggunaan bahan bakar gas telah menyebabkan minyak tanah menjadi komoditi yang langka di pasaran. Kondisi ini telah berpengaruh buruk terhadap kelangsungan usaha nelayan kecil. Suatu solusi yang dapat diandalkan untuk menyokong *light fishing* adalah mendayagunakan energi surya. Artikel ini melaporkan kegiatan pengabdian masyarakat yang dilaksanakan di Kabupaten Siak, Propinsi Riau, yaitu pengadaan dan pemasangan perangkat lampu LED bertenaga baterai akumulator pada perahu nelayan, dan pengadaan alat pengisi muatan baterai akumulator berbasis tenaga surya (*solar battery charger*). Panel surya dan *battery charger* dipasang pada suatu konstruksi yang dapat dipindah-pindah sehingga dinamakan *movable solar battery charger* (MSBC). Pada siang hari, muatan baterai diisi oleh MSBC, dan pada malam hari, baterai tersebut digunakan mencatu lampu LED untuk *light fishing*. Sistem yang dihibahkan kepada nelayan yang menjadi pihak mitra terdiri atas satu unit panel surya 50-Wp yang terpasang pada konstruksi yang bersifat dapat dipindah-pindah (*movable*), satu unit *battery charger,* dan satu unit baterai akumulator jenis *valve regulated lead acid* 12-volt, 12-Ah.

Kata Kunci: *Light Fishing, Lampu Minyak Tanah, Lampu LED, Baterai Akumulator, Movable Solar Battery Charger*

1 PENDAHULUAN

Berdasarkan data statistik dari Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2020, jumlah nelayan laut tangkap di Indonesia adalah sekitar 2,36 juta orang. Dari data statistik tersebut diketahui juga terdapat sekitar 159.000 unit

perahu tanpa motor yang digunakan oleh para nelayan tangkap tersebut (Kementrian Kelautan dan Perikanan, 2022). Untuk wilayah Provinsi Riau, dari sumber yang sama, diketahui terdapat sekitar 33.000 nelayan tangkap. Angka tersebut memperlihatkan bahwa pekerjaan nelayan tangkap telah menjadi sumber penghasilan banyak orang di Propinsi Riau.

Light fishing atau teknik penangkapan ikan menggunakan cahaya lampu di malam hari telah lama dikenal oleh nelayan kita. Secara ilmiah ikan-ikan kecil tertarik ke sumber cahaya di malam hari untuk memakan plankton. Kumpulan ikan-ikan tersebut akan menarik ikan-ikan predator yang lebih besar. Kerumunan ikan-ikan tersebut kemudian ditangkap menggunakan jaring atau alat pancing.

Light fishing telah diterapkan oleh nelayan di seluruh dunia baik di negara sedang berkembang maupun negara maju (Sudirman, 2019) (Nguyen, dkk, 2021) (Fuad, dkk, 2022). Teknik ini telah digunakan baik oleh nelayan skala besar maupun nelayan skala kecil. Nelayan besar menggunakan lampu-lampu listrik yang dicatu oleh mesin genset sedangkan nelayan kecil pada umumnya menggunakan lampu minyak tanah atau lampu petromaks. Penelitian yang dilakukan oleh Mills dkk. di Tanzania menyebutkan bahwa rata-rata setiap perahu nelayan skala kecil menggunakan 4 – 10 lampu minyak tanah dengan lama penggunaan 6 – 11 jam tiap malam. Setiap malam rata-rata setiap lampu menghabiskan 1,25 liter minyak tanah, sehingga rata-rata mereka menghabiskan 5 – 12,5 liter minyak tanah tiap malam (Mills, dkk, 2014). Sebagai ilustrasi, dengan harga minyak tanah di sekitar Kota Pekanbaru adalah Rp 12.000 tiap liter maka nelayan akan menghabiskan Rp 60.000 – Rp 150.000 tiap malam atau Rp 1.800.000 – Rp 4.500.000 tiap bulan untuk pembelian minyak tanah.

Kebijakan pemerintah Republik Indonesia untuk membatasi penggunaan minyak tanah dan menggantinya dengan penggunaan bahan bakar gas (LPG) telah menciptakan minyak tanah sebagai komoditas yang mahal dan sulit diperoleh di pasaran (Hendri, dkk, 2013). Keadaan ini akan menjadi semakin sulit untuk daerah-daerah yang jauh dari rantai distribusi bahan bakar minyak tanah, seperti wilayah terpencil di pesisir pantai dan pulau-pulau kecil di mana sebagian besar nelayan bertempat tinggal. Kondisi ini tentu saja berpengaruh buruk pada kelangsungan usaha nelayan skala kecil yang menggantungkan penghasilannya pada *light fishing*. Oleh karena itu perlu dicari alternatif lampu minyak tanah.

Lampu listrik bertenaga baterai akumulator yang dilengkapi dengan alat pengisi muatan baterainya berbasis tenaga surya merupakan suatu alternatif yang masuk akal untuk ditawarkan kepada nelayan skala kecil. Dengan skema pembiayaan yang berorientasi sosial, teknologi ini dapat menjadi solusi tepat untuk menggantikan penggunaan lampu minyak tanah

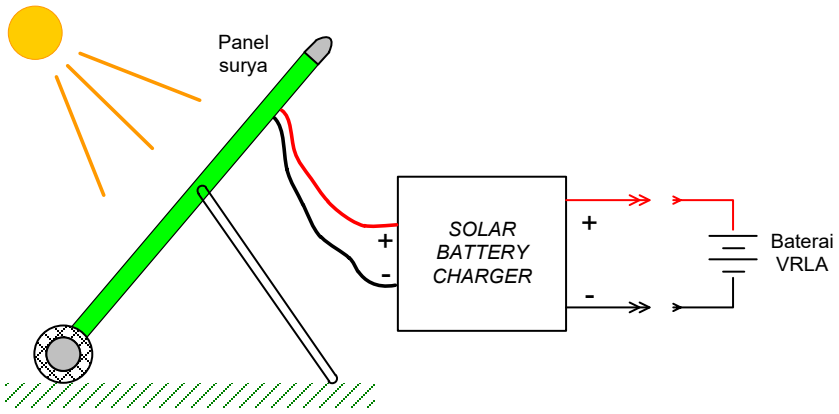
oleh nelayan tangkap. Oleh karena itu, pada kegiatan pengabdian masyarakat ini kami telah mengimplementasikan penggunaan lampu listrik bertenaga baterai akumulator untuk substitusi lampu minyak tanah, dan juga penggunaan alat pengisi muatan baterainya yang dinamakan *movable solar battery charger* (MSBC).

2. STUDI PUSTAKA

Suatu upaya yang dapat menjadi solusi terhadap permasalahan yang dihadapi oleh para nelayan tangkap *light fishing* adalah menggantikan lampu petromaks yang biasa mereka gunakan dengan lampu listrik yang ditenagai oleh baterai akumulator. Adapun lampu listrik yang digunakan adalah dari jenis lampu LED karena lampu LED mempunyai nilai effikasi yang lebih besar dan usia pakai yang lebih panjang dibandingkan dengan teknologi lampu listrik lainnya seperti lampu pijar dan lampu floresens. Sedangkan baterai akumulator yang digunakan adalah dari jenis *valve-regulated-lead-acid* (VRLA), karena baterai jenis ini disamping harganya relatif murah, dia juga tidak memerlukan perawatan (*maintenance free*), dan memiliki kisaran temperatur kerja yang tinggi yaitu 25^{o}C – 45^{o}C (Beard, dkk, 2019).

Secara garis besar, cara kerja peralatan yang dihibahkan kepada nelayan tangkap yang menjadi pihak mitra kegiatan pengabdian masyarakat dapat dijelaskan sebagai berikut. Kepada pihak mitra dihibahkan satu set lampu LED yang bekerja pada tegangan 12-VDC beserta baterai VLRA. Pada malam hari baterai tersebut digunakan untuk menyalakan lampu LED untuk keperluan *light fishing*. Kemudian pada siang harinya, baterai VRLA diisi ulang muatannya menggunakan MSBC.

Sistem MSBC yang dibuat terdiri dari panel surya yang terpasang pada suatu konstruksi yang dapat dengan mudah dipindah-pindah (*movable*), baterai VRLA, dan *solar battery charger*. Panel surya berfungsi menghasilkan listrik dari cahaya matahari untuk disimpan pada baterai VRLA. Agar panel surya dapat dipindah-pindah dengan mudah maka panel surya dipasang pada suatu konstruksi yang dilengkapi dengan beberapa roda. *Solar battery charger* berfungsi mengendalikan pengisian baterai VRLA sehingga proses pengisian muatan baterai terjadi pada kondisi yang aman bagi baterai. Ilustrasi sistem MSBC diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok *Movable Solar Battery Charger*

Penelitian yang dilakukan oleh Mills terhadap karakteristik beberapa konstruksi lampu minyak tanah telah menyimpulkan bahwa lampu minyak tanah jenis tekan (*pressurized kerosene lamp*) menghasilkan 1300 lumen cahaya, dan sebuah lampu minyak tanah dapat digantikan oleh satu lampu LED 5-watt yang menghasilkan 350 lumen cahaya, hal ini karena cahaya yang dihasilkan lampu LED dapat diarahkan ke area penangkapan (Mills, 2003).

Kapasitas baterai VRLA (*C*, dalam satuan Ah) dengan tegangan nominal *E* (dalam satuan volt) untuk mencatu beban *W* (dalam satuan watt) selama *t* (dalam satuan jam) dapat dihitung dengan persamaan berikut (Beard, dkk, 2019),

$$C = \frac{W \times t}{0{,}8 \times E} \qquad (1)$$

Jika setiap nelayan tangkap menggunakan 1 lampu LED 9-watt selama 11 jam setiap malam, maka berdasarkan Persamaan (1), kapasitas minimal baterai VRLA dengan tegangan nominal 12 volt adalah 10,31 Ah. Di sini kami menggunakan baterai VRLA 12 volt dengan kapasitas 12 Ah.

Ukuran daya panel surya (*P*) yang diperlukan untuk mengisi muatan baterai VRLA hingga penuh dalam 1 hari pengisian dihitung menggunakan persamaan berikut (Haberlin, 2012),

$$P = \frac{C \times E}{1{,}25 \times h} \qquad (2)$$

Pada Persamaan (2), *C* adalah kapasitas baterai VRLA dalam satuan Ah, *E* adalah tegangan nominal baterai dalam satuan volt, dan *h* adalah *peak-sun hour* (PSH), yaitu durasi radiasi matahari sebesar 1000 W/m^2 dalam 1 hari. Nilai *h* ditentukan oleh posisi geografis suatu wilayah, diperoleh dari data statistik dan merupakan nilai rata-rata terendah dalam 1 tahun. Di sini digunakan nilai *h* = 3,18 jam (Solargis, 2024). Dengan menggunakan nilai-nilai *C* = 12 Ah, *E* = 12 V, dan *h* = 3,18 jam pada Persamaan (2), diperoleh *P* = 36,2 W. Selanjutnya dipilih panel surya dengan keluaran daya puncak 50 W.

Alat pengisi muatan baterai akumulator bertenaga surya yang bersifat *movable* atau *movable solar battery charger* telah diteliti oleh beberapa peneliti. Varadarajan telah membuat *portable solar battery charger* untuk mengisi muatan baterai beberapa merk telepon selular. Sistem yang dibuatnya dioperasikan dengan memasukkan koin (Varadarajan, 2012). Al-Mashhadany dkk. telah membuat *portable solar battery charger* untuk mengisi muatan baterai perangkat elektronika portabel seperti laptop dan telepon selular (Al-Mashhadany, dkk, 2013). Syed dkk. telah membuat *portable solar battery charger* yang terpasang pada baju jaket (Syed, dkk, 2012). Peralatan tersebut digunakan untuk mengisi muatan baterai laptop dan telepon selular. Budhi Anto dkk. telah membuat *portable solar battery charger* untuk baterai VRLA berkapasitas medium untuk keperluan pencahayaan tempat usaha dagang kuliner keliling (Budhi Anto, dkk, 2014). Sistem yang dibuatnya dapat mengisi muatan baterai VRLA 12-volt berkapasitas 7,2 Ah. Sistem yang telah dibuat ini telah dikembangkan sehingga dapat mengisi muatan baterai VRLA berkapasitas 12 Ah yang akan dipakai oleh nelayan untuk keperluan *light fishing*.

3 METODE

Bentuk kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah penerapan IPTEKS kepada masyarakat. Kegiatan pengabdian masyarakat ini melibatkan mahasiswa-mahasiswa program Kuliah Kerja Nyata (Kukerta) Universitas Riau. Agar berhasil, kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan dengan metode sebagai berikut,

a. Membeli lampu LED 9-watt 12-VDC, baterai VRLA 12-volt 12-Ah, dan *solar battery charger*.
b. Membuat *movable solar battery charger* sejumlah 1 (satu) unit untuk dihibahkan kepada pihak mitra.
c. Melakukan pengujian-pengujian fungsional terhadap *movable solar battery charger*.
d. Melakukan survei ke lokasi Kukerta mahasiswa Universitas Riau untuk mengumpulkan informasi tentang kandidat pihak mitra kegiatan pengabdian masyarakat.
e. Memilih 1 (satu) nelayan tangkap yang bersedia menjadi mitra dengan menandatangani Surat Pernyataan Kesediaan Bekerjasama.
f. Memasangkan lampu LED lengkap dengan baterai VRLA pada perahu pihak mitra.
g. Melakukan pemeriksaan/inspeksi terhadap pekerjaan pemasangan.
h. Melakukan pengujian terhadap lampu LED yang telah terpasang.

i. Memberikan penyuluhan tentang cara menggunakan dan cara merawat *movable solar battery charger* kepada pihak mitra
j. Melakukan dokumentasi kegiatan
k. Melakukan evaluasi terhadap kegiatan pengabdian masyarakat
l. Menyusun laporan kegiatan

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Sasaran kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah nelayan tangkap yang berdomisili di Kecamatan Sungai Apit, Kabupaten Siak, Provinsi Riau. Kami telah memilih 1 (satu) nelayan untuk menjadi pihak mitra yaitu sdr. Fahruf Afandi yang bertempat tinggal di Kampung Sungai Kayu Ara, RT 004/RW 002 Kecamatan Sungai Apit. Nelayan yang terpilih telah menyatakan secara tertulis bahwa dia siap bekerja sama dengan kami dalam rangka keberhasilan program pengabdian masyarakat ini. Kepada nelayan telah dihibahkan alat dan peralatan yang terdiri atas 1 (satu) lampu LED 9-watt 12-VDC, 1 (satu) baterai VRLA 12-volt 12-Ah, dan 1 (satu) unit *movable solar battery charger*, dan termasuk juga pemasangan instalasi listrik lampu LED pada perahu nelayan. Alat dan peralatan yang dihibahkan kepada pihak mitra diperlihatkan pada Gambar 2.



(a) (b)

Gambar 2. (a) MSBC Yang Dihibahkan kepada Pihak Mitra, (b) Lampu LED Bertenaga Baterai VRLA Yang Terpasang pada Perahu Pihak Mitra.

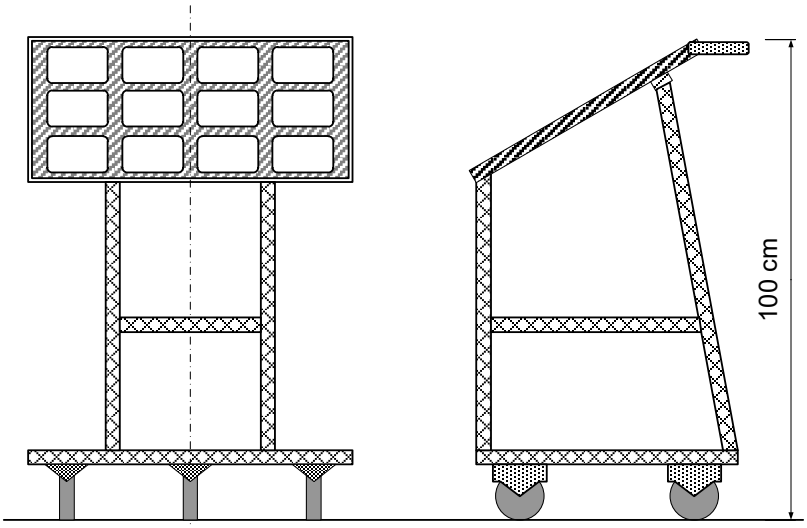
Pada kegiatan pengabdian masyarakat ini, pengadaan lampu LED 9-W 12-VDC dilakukan dengan pembelian langsung di toko alat-alat elektronika ‘FOCUS’ yang beralamat di Jl. Riau, Pekanbaru. Penyalaan lampu LED tersebut harus memperhatikan polaritas sumber tegangan artinya lampu LED tersebut akan menyala apabila dihubungkan ke sumber tegangan (baterai akumulator) dengan polaritas yang benar. Apabila terjadi kesalahan polaritas dalam

penyambungannya maka lampu LED tidak menyala, tetapi kesalahan polaritas ini tidak akan merusak lampu LED. Lampu LED kemudian dipasang pada fitting yang dilengkapi dengan tudung sehingga dapat diletakkan di luar ruangan.

Baterai akumulator yang digunakan adalah dari jenis VRLA sehingga tidak memerlukan perawatan. Tegangan pengenal baterai adalah 12-volt dan berkapasitas 12-Ah. Baterai diletakkan pada wadah yang terbuat dari kotak plastik yang dilengkapi pegangan untuk membawanya. Baterai VRLA yang digunakan adalah merk Panasonic dan dibeli juga di toko FOCUS Pekanbaru.

Proses pembuatan MSBC dimulai dengan merancang konstruksi untuk memasangkan panel surya sehingga dia dapat dipindah-pindah dengan mudah. Oleh karena itu, konstruksi tempat dudukan panel surya harus dilengkapi dengan roda. Rancangan konstruksi dudukan panel surya diperlihatkan pada Gambar 3. Pada rancangan tersebut terlihat bahwa dudukan panel surya dilengkapi dengan tiga roda atau kastor.

Pembuatan konstruksi MSBC dilakukan di Laboratorium Bengkel Mekanik Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau dan produknya diperlihatkan pada Gambar 4a dan Gambar 4b.



Gambar 3. Rancangan Konstruksi *Movable Solar Battery Charger.*



(a) (b)

Gambar 4. Konstruksi Mekanikal MSBC, (a) Tampak Samping, (b) Tampak Depan.

Pengadaan *solar battery charger* (*solar charge controller*) dilakukan dengan pembelian langsung ke toko FOCUS Pekanbaru. *Solar battery charger* tersebut mempunyai fitur dapat mengisi baterai VRLA dengan tegangan pengenal 12-volt dan 24-volt. Alat ini dilengkapi dengan kemampuan untuk mengenali tegangan pengenal baterai yang disambungkan padanya. Kemampuan arus pengisian *solar battery charger* adalah 10 ampere, dan alat ini dilengkapi dengan proteksi tegangan pengisian baterai pada 13,7 volt yang berarti bahwa tegangan pengisian baterai dibatasi sampai 13,7 volt. Tegangan 13,7 volt adalah batas tegangan pengisian baterai jenis VRLA, sehingga baterai tersebut harus diisi sampai tegangan tersebut. Oleh karena itu baterai yang tersambung dengan *solar battery charger* tidak perlu harus dilepas apabila sudah penuh, karena tegangan pengisiannya sudah dibatasi sampai 13,7 volt.

Kapasitas baterai VRLA yang digunakan untuk menyalakan lampu LED adalah 12 Ah dengan tegangan pengenal 12 volt. Uji fungsional dengan menyalakan lampu LED 9-watt menggunakan baterai tersebut telah menunjukkan bahwa lampu LED menarik arus listrik sebesar 0,8 A dari baterai tersebut. Jika pelepasan muatan baterai (*discharging*) dibatasi sampai 80%, maka 1 unit lampu LED 9-watt dapat dinyalakan selama 0,8x12/0,8 = 12 jam. Oleh karena itu, kepada pihak mitra telah disarankan untuk mengisi ulang muatan baterai setiap 12 jam pemakaian, atau pengisian muatan baterai dilakukan setelah baterai tersebut digunakan pada malam harinya.

Untuk mengisi muatan baterai (*charging*) menggunakan MSBC, maka seseorang harus menghubungkan baterai ke *solar charge controller* terlebih dahulu dengan memperhatikan polaritasnya. Setelah menunggu sekitar 5 menit, kemudian *solar charge controller* dihubungkan ke panel surya. Panel surya harus diarahkan ke matahari untuk mendapatkan daya pengisian yang

maksimum. Uji fungsional terhadap *solar charge controller* menghasilkan data maksimum arus pengisian baterai adalah sebesar 2,8 ampere yang terjadi ketika intensitas cahaya matahari maksimum. Dengan waktu pengisian baterai dari pagi hari hingga sore hari, maka sebenarnya baterai yang telah di-*discharge* 80% akan penuh dalam waktu pengisian sekitar 4 jam. Kepada pihak mitra telah dijelaskan cara menggunakan MSBC dan cara merawatnya.

5. KESIMPULAN

Lampu LED bertenaga baterai VRLA telah diadakan dan telah dipasangkan pada perahu nelayan milik pihak mitra kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Bersamaan dengan itu, telah juga dihibahkan alat pengisi muatan baterainya yang menggunakan *movable solar battery charger*, sehingga pihak mitra tidak mengalami kesulitan untuk mengisi muatan baterai. Dari hasil evaluasi, pihak mitra telah dapat menekan biaya operasional usahanya, dan mendapatkan kemudahan dalam memperoleh sumber energi untuk pencahayaan perahunya di malam hari.

Ada beberapa saran terkait dengan pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, yaitu;

a. Teknologi tepat guna ini perlu diterapkan secara meluas pada usaha nelayan baik skala besar maupun skala kecil, sehingga kelangsungan dan produktifitas usaha mereka semakin baik dan semakin meningkat. Selain itu, penggunaan bahan bakar minyak secara keseluruhan dapat dihemat.
b. Teknologi tepat guna yang ditawarkan kepada para nelayan membutuhkan biaya investasi yang cukup besar. Namun demikian, waktu balik-modal investasi ini sebenarnya relatif singkat, jika biaya yang dikeluarkan untuk pembelian bahan bakar minyak dapat disimpan, dan dijadikan alat untuk mencicil modal awal pengadaan teknologi tepat guna ini. Oleh karena itu, diperlukan sistem pembiayaan yang tepat sehingga program pengadaan *movable solar battery charger* untuk nelayan tangkap dapat diterapkan secara meluas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Riau atas pembiayaan kegiatan pengabdian masyarakat ini dalam skim pembiayaan Pengabdian Kepada Masyarakat Dosen Universitas Riau.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Mashhadany, Y. I., & Attia, H. A., 2013, 'Novel design and implementation of portable charger through low-power PV energy system', Electrical Engineering Dept., College of Engineering, University of Al-Anbar, Al-Anbar, Iraq.

Anto, B., Hamdani, E., & Abdullah, R., 2014, 'Portable battery charger berbasis sel surya', Jurnal Rekayasa Elektrika, vol. 11, no.3, hl. 19-24.

Beard, K. W., & Reddy, T. B., 2019, Linden's Handbook of Batteries, 5th Edition, McGraw-Hill.

Fuad, Primyastanto, M., Pranowo, D., Maulana, E., Sari, W. K., & Supriyadi, 2022, 'The effectiveness and distribution of fishing light attractors on the stationary lift net', *Research Journal of Life Science*, vol. 9, no. 1, hl. 7 – 21.

Haberlin, H., 2012, Photovoltaics: System Design and Practice, John Wiley & Sons.

Hendri, P., Suryaningsih, M., & Dwimawanti, I. H., 2013, 'Evaluasi program konversi minyak tanah ke LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) di Kelurahan Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang', *Jour. of Public Policy and Management Review*, vol. 2, no. 2, hl. 11-20.

Mills, E., Gengnagel, T., & Wollburg, P., 2014, 'Solar-LED alternatives to fuel-based lighting for night fishing', *Elsevier: Energy for Sustainable Development*, vol.21, hl.30-41.

Mills, E., 2003, 'Technical and economic performance analysis of kerosene lamps and alternative approaches to illumination in developing countries', Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California.

Nguyen, K. Q., Tran, P. D., Nguyen, L. T., To, P. V., & Morris, C. J., 2021, 'Use of light-emitting diode (LED) lamps in combination with metal halide (MH) lamps reduce fuel consumption in The Vietnamese purse seine fishery', *Aquaculture and Fisheries*, vol. 6, no. 4, hl. 432–440.

Pusat Data, Statistik dan Informasi, Kementrian Kelautan dan Perikanan, 2022, Kelautan dan Perikanan Dalam Angka Tahun 2022.

Sudirman, 2019, 'Pengembangan teknologi light fishing yang berkelanjutan', *Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan* VI, Makassar, Indonesia, hl. A1-A16.

Solargis, 2024, Global Photovoltaic Power Potential: Indonesia, dilihat dari laman, https://globalsolaratlas.info/global-pv-potential-study.

Syed, U., & Memon, A., 2012, 'Design and manufacturing of solar jacket for charging the mobile and laptop devices', *International Journal of Current Engineering and Technology*, vol. 2, no. 4, hl. 365-368.

Varadarajan, M. S., 2012, 'Coin based universal mobile battery charger', *IOSR Journal of Engineering*, vol. 2, no. 6, hl. 1433-1438.