

OPTIMALISASI AIR LAUT DENGAN *ELEKTROKIMIA SUPPORTED SYSTEM* SEBAGAI ENERGI CADANGAN PENGGANTI BAHAN BAKAR MINYAK PADA KAPAL IKAN TRADISIONAL

Hartono Yudo¹⁾, I Putu Sindhu Asmara²⁾, Serliana Yulianti.³⁾

¹⁾³⁾Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

²⁾Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Jl. Teknik Kimia, Kampus ITS, Sukolilo, Indonesia 60111

Abstrak

Konsumsi minyak cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Dari ancaman ini, pakar energi memperkirakan, bahwa bahan bakar fosil yang dikonsumsi akan habis pada waktu tertentu. Bahan bakar diesel adalah bahan bakar yang digunakan oleh nelayan untuk menghidupkan genset di laut. Namun, kehadiran bahan bakar diesel saat ini terbatas dan mahal. Selain itu, bahan bakar diesel dapat menyebabkan emisi karbon, dan emisi yang dihasilkan termasuk SO_x, NO_x, CO, HC, dan debu partikulat.

Pada dasarnya, air laut mengandung senyawa NaCl tinggi yang merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam dan gas-gas terlarut. Dengan adanya partikel muatan bebas, maka timbul arus listrik (Kuwahara, 2001). Munculnya arus listrik oleh muatan bebas dapat digunakan sebagai sumber energi listrik yang murah dan ramah lingkungan dengan sel metode volta.

Salah satu solusi yang dibahas penulis untuk menjawab persoalan mengenai krisis energi bahan bakar minyak serta berbagai dampak negatif yang dihasilkan penggunaan bahan bakar minyak bagi lingkungan adalah "SEWOT KESEL (Optimalisasi Air Laut dengan Elektrokimia Supported System sebagai Energi Pengganti Bahan Bakar Minyak Cadangan Energi pada Kapal Ikan Tradisional)", ini diharapkan dapat menjadi salah satu cara alternatif dalam menekan penggunaan bahan bakar minyak dan mengurangi tingginya polusi di perairan, serta biaya operasional pelayaran kapal perikanan tradisional

Kata Kunci : bahan bakar diesel, air laut, volta, SEWOT KESEL.

1. PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak merupakan sumber energi utama berbagai jenis alat transportasi saat ini. Berdasarkan berita pada berita CNN Indonesia, 2017, tingkat konsumsi bahan bakar minyak (BBM) secara nasional mencapai 1,6 juta barel per hari, sedangkan kemampuan produksi hanya 834 ribu barel/hari[1]. Untuk mengatasi tingginya konsumsi BBM dalam negeri, katanya, sekarang ini pihaknya mengatasinya dengan cara melakukan impor. Jika tingkat konsumsi BBM masyarakat tidak berkurang, impor bahan bakar tersebut akan semakin besar dan membebani keuangan negara. Semakin berkurangnya bahan bakar minyak menjadikan harga nya semakin mahal, sehingga menyebabkan biaya operasional semakin tinggi mengingat 40% komponen pembiayaan terbesar pada kapal penangkap ikan adalah pemakaian bahan bakar. Sehingga kondisi ini menjadi kendala dalam usaha penangkapan ikan di laut terutama bagi nelayan yang memiliki modal terbatas. Berdasarkan berita pada laman BEM UGM edisi 3 Mei 2018, kenaikan harga pertalite yang terjadi 2 kali dalam 4 bulan, yaitu pada tanggal 20 Januari 2018 dimana harga pertalite naik Rp 100,00 membuat harga pertalite yang tadinya dari Rp

7.500,00 per liter menjadi Rp 7.600,00 per liter, serta naik Rp 200,00 pada tanggal 24 Maret 2018 membuat harga pertalite naik dari Rp 7.600,00 menjadi Rp 7.800,00[2].

Penggunaan bahan bakar minyak namun berbanding terbalik dengan ketersediaan pasokannya mengingat bahan bakar minyak merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui. Selain itu penggunaan bahan bakar minyak dapat meningkatkan jumlah polusi di berbagai sektor. Tidak terkecuali keluaran bahan bakar yang digunakan pada kapal ikan tradisional nelayan. Bahan bakar fosil hasil pembakaran dapat menyebabkan emisi karbon, SO_x, NO_x, CO, HC, dan debu partikulat yang tentunya hal ini dapat berakibat buruk bagi lingkungan perairan dan sumber daya hayati didalamnya Adapun penelitian sebelumnya adalah pengaplikasian alat penggerak layar pada kapal ikan tradisional. Menurut Cahya Putra, Tutut. 2014, Dalam pengoperasian penangkapan ikan dibantu layar, perlu mendapatkan desain layar kapal yang baik. Layar merupakan salah satu dari berbagai macam alat penggerak yang digunakan untuk menggerakkan kapal. Pada dasarnya kapal dengan alat gerak layar dapat mengurangi pemakaian bahan bakar pada kapal serta

alami dan aman untuk digunakan karena tidak mengeluarkan zat sisa yang berbahaya seperti halnya kapal menggunakan bahan bakar minyak. Namun kekurangan dari kapal layar ini adalah membutuhkan kru kapal yang banyak, ruang muat kapal yang kecil serta besarnya gaya dorong yang dihasilkan oleh layar sangat dipengaruhi oleh arah dan kecepatan angin, bentuk serta ukuran layar.

Salah satu solusi yang dibahas penulis untuk menjawab persoalan mengenai krisis energi bahan bakar minyak serta berbagai dampak negatif yang dihasilkan penggunaan bahan bakar minyak bagi lingkungan perairan adalah penggunaan motor listrik bertenaga air laut sebagai pengganti bahan bakar fosil penggerak propeller kapal dalam upaya mengurangi penggunaan bahan bakar tak terbarukan.

Pada dasarnya, air laut mengandung senyawa NaCl yang tinggi dan diuraikan menjadi Na⁺ dan Cl⁻ dengan bantuan H₂O. Dengan adanya partikel muatan bebas itu, maka timbul arus listrik (Kuwahara, 2001). Desain alat ini dibuat dengan sistem terbuka untuk ion dari air laut terus mengalir selama pengoprasiannya. Cara kerja alat ini adalah ketika air laut masuk dan mengalir, ion dari garam NaCl yang terkandung dalam air laut terurai sehingga dihasilkan anoda dan katoda reaksi ion negatif dari garam akan mengoksidasi Pb elektroda, menyebabkan perbedaan potensial antara elektroda Pb dengan larutan NaCl. Dengan prinsip sel volta, dapat mengubah energi kimia yang timbul dari reaksi Na⁺ dan Cl⁻ menjadi energi listrik. Timbulnya arus listrik oleh muatan bebas tersebut dapat digunakan untuk menyuplai energi pada motor yang nantinya akan menggerakkan propeller kapal lewat perubahan menjadi energi kinetik sebagai sumber energi listrik penggerak motor propeller kapal yang murah dan ramah lingkungan.

Penelitian tentang “Pemanfaatan Air Laut sebagai Pengganti Bahan Bakar Minyak Penggerak Propeler Kapal”, ini diharapkan dapat menjadi salah satu cara alternatif dalam menekan penggunaan bahan bakar minyak dan mengurangi tingginya polusi di perairan, serta biaya operasional pelayaran kapal perikanan tradisional.

1.1 Konsumsi Bahan Bakar



Gambar 1. Grafik Konsumsi Bahan Bakar Minyak

Sumber: Short - Term Energy Outlook, August 2019

Konsumsi bahan bakar minyak (BBM) mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk. Peningkatan konsumsi BBM tidak diiringi dengan peningkatan produksi minyak mentah domestik. Penurunan produksi minyak mentah berpengaruh terhadap penyediaan BBM domestik untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Masalah utama yang dihadapi adalah ketergantungan terhadap impor minyak mentah dan BBM. Oleh karena itu, sangat penting bagi Indonesia untuk memperhatikan ketersediaan BBM yang cukup dan berkesinambungan untuk memenuhi kebutuhan BBM yang semakin meningkat. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat menjadi salah satu cara alternatif dalam menekan penggunaan bahan bakar minyak dan mengurangi tingginya polusi udara, biaya operasional pelayaran kapal, pertumbuhan sektor pariwisata maritim, dan pengembangan lainnya yang berbasis peningkatan potensi laut Indonesia menggunakan alat transportasi kapal sehingga dapat mewujudkan Indonesia sebagai poros maritim dunia.

1.2 Emisi Gas Karbon

Sumber Emisi gas karbon dari pembakaran BBM tidak hanya bersumber dari kendaraan bermotor, tetapi juga bersumber dari proses industri[3]. Berikut data mengenai distribusi emisi gas karbon berdasarkan sumber pembakaran ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Sumber emisi gas karbon

Sumber	Polusi (Juta Ton Per Tahun)				
	CO	SO X	HC	NO X	Total
Transportasi	69.1	0.9	7.8	9.1	88.3
Pembakaran bahan bakar	2.1	19.0	0.2	10.6	33.3
Proses Industri	5.8	3.8	10.8	0.7	24.8
Pembuangan limbah padat	2.2	0.0	0.6	0.1	3.3
Kebakaran hutan dan pertanian	6.2	0.0	2.4	0.2	9.7
Total	85.4	23.7	21.8	20.7	159.4

(Sumber: Howard S. Peavy, 2005)

Dari tabel diatas dapat disimpulkan yang menjadi penyumbang polutan terbesar adalah gas CO dimana gas ini juga dihasilkan pada penggunaan bahan bakar minyak oleh nelayan.

1.3 Elektrokimia Air Laut

Air di laut merupakan campuran dari 96,5% air murni dan memiliki kadar garam rata-rata 3,5%. Artinya dalam 1 liter (1000 mL) air laut terdapat 35 gram garam (namun tidak seluruhnya, garam dapur atau NaCl) dan material lainnya seperti gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. (UNESCO,1978 dalam Chow dkk., 1988).

Air laut merupakan sumber daya alam yang dapat dijadikan sumber energi terbarukan. Laut adalah kumpulan air asin yang luas dan berhubungan dengan samudra. Air di laut merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Sifat-sifat fisis utama air laut ditentukan oleh 96,5% air murni. Pada dasarnya, air laut mengandung senyawa NaCl yang tinggi dan oleh H₂O diuraikan menjadi Na⁺ dan Cl⁻. Dengan adanya partikel muatan bebas itu, maka timbul arus listrik (Kuwahara, 2001)[4]. Timbulnya arus listrik oleh muatan bebas tersebut dapat dipakai sebagai sumber energi listrik yang murah dan ramah lingkungan dengan menggunakan metode sel volta. Sel volta dapat mengubah energi kimia yang timbul dari reaksi Na⁺ dan Cl⁻ menjadi energi listrik. Melihat potensi yang dimiliki oleh air laut tersebut diharapkan dapat membantu kesulitan para nelayan dalam menghadapi krisis BBM.

1.4 Konsep Aplikasi Alat Pada Kapal Ikan

Pada umumnya setiap mesin utama pada kapal, selalu memiliki sistem pendingin yang digunakan untuk mendinginkan mesin ketika beroperasi[7]. Dalam penerapannya, setiap mesin utama biasanya menggunakan air laut (*seawater cooling system*) maupun air tawar (*central cooling water system*) sebagai pendinginnya. Penggunaan air tawar sebagai pendingin mesin memang kini lebih sering digunakan, namun lebih banyak diterapkan pada kapal-kapal besar yang sistemnya lebih kompleks. Salah satu penyebabnya adalah penggunaan pipa yang lebih mudah dan murah untuk mengalirkan air tawar dibandingkan dengan air laut (dilihat dari tingkat korosinya). Namun pada aplikasinya air laut tetap digunakan pada sistem pendingin air tawar, karena dibutuhkan untuk mendinginkan air tawar panas yang telah digunakan untuk mendinginkan mesin utama.

Di sisi lain penggunaan sepenuhnya air laut sebagai pendingin mesin utama, biasanya diterapkan pada kapal-kapal yang berukuran kecil, dimana sistem

pendinginnya lebih sederhana. Hal ini tentu didasarkan atas ruangan mesin (*engine room*) yang tersedia dari kapal tersebut, sehingga sistem tidak bisa dibuat kompleks[8]. Pada dasarnya kedua sistem tersebut dalam aplikasinya sama-sama menggunakan air laut, namun perbedaannya terletak pada objek yang akan didinginkan. Jika pada *central cooling water system*, air laut digunakan untuk mendinginkan air tawar yang telah digunakan mendinginkan mesin, sedangkan pada *seawater cooling system*, air laut secara langsung digunakan untuk mendinginkan mesin utama. *Output* dari hasil pendinginan tersebut, yaitu sama-sama berupa air laut yang panas. Namun air laut yang panas tersebut, tidak digunakan lagi sehingga dibuang begitu saja.

Berangkat dari hal itu, pada aplikasinya alat kami dapat menghasilkan listrik dari perbedaan potensial antara air garam yang dialirkan (dalam hal ini dapat digunakan air laut) dengan sel volta, tentu dapat memanfaatkan air laut buangan pada kedua sistem pendingin kapal tersebut untuk menghasilkan listrik. Dalam hal ini suhu air laut yang panas pada reaksi kimianya juga sangat mendukung untuk mempercepat terjadinya energi listrik. Maka dari itu, pemanfaatan sistem pendingin kapal untuk menghasilkan listrik sangat cocok diterapkan pada alat ini.

Dalam hal ini, diambil salah satu sistem pendingin yaitu *seawater cooling system* untuk dibuat suatu konsep desain aliran air laut sehingga dapat menghasilkan listrik. Kapal ikan adalah salah satu jenis kapal yang menggunakan *seawater cooling system* tersebut pada operasinya. Jika pada diaplikasikan sebagai cadangan energi kapal ikan nelayan sehingga dapat meringankan beban para nelayan terutama dari sisi biaya, dan memaksimalkan keuntungannya.

2 METODE PENELITIAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, bahwa energi yang dihasilkan dari proses elektrolisis hanya menggunakan reaksi kimia antara elektroda Pb dan Zn tanpa energi tambahan lain.

Dalam pengujian tersebut peneliti memvariasikan sampel penelitian berdasarkan perbedaan susunan rangkaian elektrolisis dan banyak nya lempengan Zn yang diuji coba. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan efektifitas dari *layout* rangkaian secara seri dengan menghasilkan kuat arus sebesar 1,5 ampere. Namun variasi banyaknya lempengan yang diuji coba tidak berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan voltase listrik.

Dari percobaan ini dapat disimpulkan bahwa reaksi elektrolisis air laut menggunakan elektroda Pb dan Zn tanpa bantuan alat lainnya berpotensi menghasilkan luaran energi yang dapat menyuplai

energi cadangan pada kapal seperti penerangan dan penggunaan daya listrik ringan lainnya dan tidak untuk kebutuhan dalam operasional motor motor besar seperti *main engine*, *windlass* dan lain lain.

Tabel 2. Pengujian air laut menjadi energi listrik

Jenis Rangkaian	Tegangan yang dihasilkan (V)	Arus yang dihasilkan (A)	Daya yang dihasilkan (W)
2 rangkaian seri	0,67 V	1,5 A	1,005 W
2 rangkaian paralel	0,65 V	0,82 A	0,53 W
2 rangkaian campuran	0,67 V	1,2 A	0,804 W

Tabel 3. Pengaruh jumlah lempengan terhadap luaran energi listrik yang dihasilkan

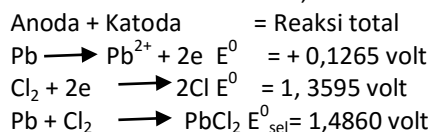
Jumlah Lempeng Zn (pasang)	Tegangan yang dihasilkan (V)	Arus yang dihasilkan (A)	Daya yang dihasilkan (W)
1	0,78 V	0,89 A	0,694 W
2	0,83 V	1,5 A	1,23 W
3	0,85 V	0.6 A	0,51 W
4	0,91V	1,2 A	1,09 W
5	0,80 V	0,98 A	0,78 W

3. ANALISIS & PERHITUNGAN

3.1 Energi Listrik yang Dihasilkan

Disebutkan bahwa air laut mengandung komponen 96,5% air murni dan kurang lebih 3,5% garam NaCl. Untuk perhitungan konsentrasi NaCl diambil basis sebesar 100 kg air laut. Jadi, perhitungannya adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi (M) NaCl} &= \text{mol} / \text{volume} \\ &= 0,0598 / 1,618 \\ &= 0,03696 \text{ M} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} E_{\text{sel}} &= E_{\text{sel}}^0 - (0,0591/n)\log Q \\ &= 1,4860 - (0,0591/n)\log 0,03696 \\ &= 1,4860 + 0,04232 \\ &= 1,5283 \text{ volt} \end{aligned}$$

Tabel 4. Perhitungan komponen H2O dan NaCl dalam air laut Basis = 100 g air laut

Komponen	Fraksi Massa	Massa (g)	BM (Berat Molekul)	Mol
H2O	96,5%	96,5	18	5,361
NaCl	3,5%	3,5	58,5	0,0598

Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh hasil bahwa alat ini menghasilkan potensial sebesar 1,5283 volt per 100 gram air laut. Jadi, dengan 100 gram air laut dapat menghidupkan lampu.

Jika 100 gram air laut bisa menghidupkan lampu sebesar 1,5 volt, maka dengan 1000 gram atau 1 kg air laut bisa menghidupkan lampu dengan voltase 10 kali lipat.

Tabel 5. Perbandingan energi listrik antara genset dan Alat Uji

Pembandingan	Genset	Alat Uji
Energi Listrik	12 volt	15 volt / 1 kg air laut

3.2 Efektivitas SEWOT KESEL Dalam Membantu Para Nelayan Menghadapi Krisis Energi dan Mengurangi Emisi Gas Karbon

Pada umumnya para nelayan menggunakan genset untuk membantu penerangan ketika melakukan penangkapan ikan. Genset ini menggunakan bahan bakar solar. Untuk mengetahui keefektifitasan penerapan SEWOT KESEL sebagai pengganti genset pada perahu nelayan, maka perlu adanya perbandingan antara keduanya. Perbandingan tersebut ditinjau dari dua hal yaitu ditinjau dari segi bahan bakar yang digunakan, dan lingkungan berdasarkan riset.

Hasil dari perhitungan diatas yang didapatkan hanyalah berdasarkan teori. Namun sebenarnya dari hasil riset yang telah dilakukan, bahwa 1 pasang atau sepasang lempengan yang dicelupkan pada air laut akan menghasilkan voltase sebesar 0.7 ~ 0.8 volt. Dan dari penelitian ini, air laut sesungguhnya tidak mempengaruhi besarnya voltase seperti yang diperhitungkan diatas, melainkan rangkaian yang dibuat secara seri pada susunan lempenganlah yang

dapat memperbesar voltase *SEWOT KESEL* Sehingga untuk menyalakan lampu sebesar 1.5 volt dibutuhkan 2 pasang lempengan yang disusun secara seri agar dapat mengimbangi kebutuhan tersebut.



Gambar 2. Proses Uji Coba Pengukuran Arus Listrik

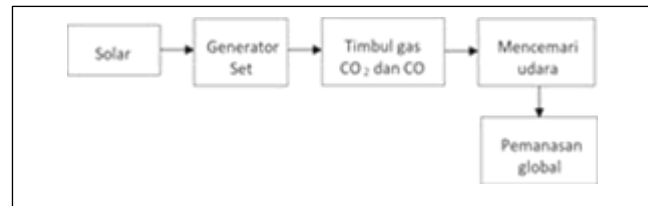
Berdasarkan literatur dan hasil analisa yang pernah di teliti sebelumnya terdapat perbedaan biaya yang dikeluarkan untuk membeli bahan bakar antara genset dan *SEWOT KESEL*. Dalam satu minggu, nelayan membutuhkan 7 liter solar untuk menghidupkan genset. Sehingga, biaya total yang dikeluarkan oleh nelayan dalam satu minggu yaitu sebesar Rp 31.500. Jika menggunakan *SEWOT KESEL* biaya yang dikeluarkan Rp 0 karena sumber energi yang digunakan berasal dari elektrolit air laut.

Potensi yang sangat besar dari air laut jika diterapkan untuk pada *SEWOT KESEL* pada seluruh perahu nelayan Indonesia, akan memberikan penghematan yang cukup besar pada penggunaan bahan bakar solar yang biasa digunakan para nelayan serta akan berdampak baik dalam rangka mengurangi emisi gas karbon yang berdampak ke pemanasan global.

Dengan adanya inovasi *SEWOT KESEL* sebagai pengganti genset yang memanfaatkan air NaCl dari air laut, tentunya akan mengurangi subsidi BBM solar pemerintah kepada para nelayan.

Pada generator set, sumber bahan bakar yang digunakan adalah solar sehingga menghasilkan gas CO₂ dan CO yang dapat mencemari lingkungan[9]. Dampak dari pencemaran ini akan berakibat pada pemanasan global.

Sementara pada *SEWOT KESEL*, tanpa menggunakan bahan bakar, tetapi dengan memanfaatkan elektrolit air laut sehingga tidak menimbulkan gas karbon yang dapat mencemari lingkungan. Jadi, bisa dikatakan bahwa *SEWOT KESEL* ini sangat ramah lingkungan.



Gambar 3. Bagan dampak penggunaan genset berbahan bakar solar

Pada penggunaan bahan bakar solar yang biasa digunakan para nelayan serta akan berdampak baik dalam rangka mengurangi emisi gas karbon yang berdampak ke pemanasan global. Dengan adanya inovasi *SEWOT KESEL* sebagai pengganti genset yang memanfaatkan air NaCl dari air laut, tentunya akan mengurangi subsidi BBM solar pemerintah kepada para nelayan. Menurut data Pertamina, subsidi yang harus dikeluarkan oleh pemerintah terhadap bahan bakar solar pada tahun 2006 adalah sebesar 14 juta liter atau sebanding dengan 1,6 triliun[10]. Dari faktor-faktor diatas, yakni pengurangan subsidi BBM terhadap solar, pengurangan anggaran dana untuk permasalahan lingkungan, dan hasil keuntungan produksi *SEWOT KESEL* terlihat bahwa penerapannya akan memberikan keuntungan yang cukup besar terhadap pemerintah Indonesia terutama dalam mengatasi krisis energi yang akan terjadi. Adanya implementasi dari inovasi ini juga akan meningkatkan taraf hidup para nelayan yang sebagian besar termasuk ekonomi menengah ke bawah. Dengan menggunakan *SEWOT KESEL* sebagai cadangan energi kapal ikan nelayan, maka para nelayan bisa memenuhi energi yang dibutuhkan dan melakukan penghematan penggunaan bahan bakar solar yang hasil pembakarannya akan menimbulkan polusi, tetapi para nelayan cukup menggunakan air laut dengan memanfaatkan kandungan garam NaClnya. Para nelayan akan melakukan penghematan yang besar karena suplay energi listrik kapal bisa diperoleh dari *SEWOT KESEL*. Jadi, penggunaan *SEWOT KESEL* ini sangat efektif jika diterapkan pada perahu nelayan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis pembahasan di atas, maka bisa diambil kesimpulan yang berkaitan permasalahan yang dibicarakan. Kesimpulannya yang telah diperoleh yaitu.

1. Desain *SEWOT KESEL* dibuat dengan sistem terbuka agar ion-ion air laut tetap mengalir saat *SEWOT KESEL* beroperasi.
2. Cara kerja *SEWOT KESEL* yaitu ketika air laut masuk dan mengalir di dalam *SEWOT KESEL*, ion dari garam NaCl yang terkandung dalam air laut terurai menjadi Na⁺ dan Cl⁻ sehingga terjadi

- reaksi pada anoda dan katoda. Ion negatif dari garam akan mengoksidasi elektroda Pb sehingga terjadi perbedaan potensial antara elektroda Pb dengan larutan NaCl. Itulah yang menyebabkan timbulnya arus listrik dan lampu pun menyala.
3. Berdasarkan literatur dan hasil analisis, energi listrik yang dihasilkan *SEWOT KESEL* dapat menghemat penggunaan genset.
 4. Dari sisi efektifitas, dilihat dari segi bahan bakar, genset membutuhkan biaya Rp 29.500 per minggu untuk 5 liter solar sedangkan *SEWOT KESEL* tidak mengeluarkan biaya karena tidak memakai bahan bakar. Dilihat dari segi lingkungan, genset menghasilkan gas karbon yang dapat menyebabkan pemanasan global sedangkan *SEWOT KESEL* tidak menghasilkan gas karbon sehingga ramah lingkungan.

PUSTAKA

- [1] Anonymous, <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20170831094512-85238566/masyarakat-diminta-hemat-bbm-indonesia-rawan-krisis-energi>.
- [2] Anonymous, <https://bem.feb.ugm.ac.id/kenaikan-harga-pertalite/>.
- [3] Basuki, Kris T. 2007. Penurunan Konsentrasi CO dan NO₂ pada Emisi Gas Buang Menggunakan Aarang Tempurung Kelapa, Yogyakarta: BATAN.
- [4] *Motor Listrik Hybrid Dari Solar Cell Dan Genset Sebagai Penggerak Utama* Peavy, Howard S. 2005. *Environmental Engineering*. New York: Megraw – Hill Book Co.
- [5] Adji, Suryo, 2005, "Engine Propeller Matching", Kumpulan Jurnal Ilmiah FTK- ITS, Surabaya.
- [6] Harvald, 1978, *Resistance and Propulsion of Ships*, John Wiley and Sons, New York.
- [7] *Principles of Naval Architecture Volume II: Resistance, Propulsion, and Vibration*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, New Jersey.
- [8] *Van Lammeren, W.P.A, 1948, Resistance, Propulsion, and Steering of Ships: A Manual for Designing Hull Forms, Propellers, and Rudders*, The Technical Publishing Company H. Stam-Haarlem.
- [9] Darsono, Valentino. 2009. *Pengantar Ilmu Lingkungan*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- [10] Badan Pusat Statistik. 2007. *Handbook Statistik Ekonomi Energi Indonesia* Jakarta: Tim Statistik Ekonomi Energi.