

KETAHANAN ENERGI: PEMANFAATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRID (PLTS DAN PLTBg) DI BOYOLALI

Yunita Indriyani, Yanif Dwi Kuntjoro, Nugroho Adi Sasongko

Afiliasi: Universitas Pertanian

Korespondensi penulis: indriyaniyunita95@gmail.com

ABSTRAK

Sekitar 256.560 warga atau hampir sepertiga jumlah penduduk Boyolali yang mencapai 1 juta jiwa berprofesi sebagai peternak sapi dengan pembagian pemeliharaan sekitar 62.130 ekor sapi perah dan 88.910 ekor sapi potong. Sebagai kabupaten/kota yang mayoritas penduduknya berprofesi sebagai peternak sapi Boyolali berpotensi dalam menghasilkan bioenergi yaitu biogas dari limbah kotoran ternak terutama sapi perah. OMER merupakan software komputer yang dibuat dan dikembangkan oleh perusahaan asal Amerika Serikat yang bernama The National renewable energy laboratory dengan tujuan untuk mengetahui optimasi desain sistem energi pada wilayah tertentu. Jika konsep 4A+1S beserta dengan Panca Helix Model diaplikasikan maka akan dihasilkan Konsep Triple helix Model yang bertujuan untuk mencapai Ketahanan Nasional termasuk Ketahanan Energi yaitu Kedaulatan Negara, keutuhan Wilayah dan Keselamatan Bangsa dan Negara. Metode penelitian yang digunakan adalah *research and development*. Hasil temuan dalam pemanfaatan pembangkit listrik tenaga hibrid sebagai langkah memberikan solusi alternatif dalam transisi energi yang semua berbahan bakar fosil menjadi energi baru dan terbarukan (EBT). Selain itu menjaga penyediaan listrik dalam menjaga stabilitas sektor ekonomi, pendidikan, pertahanan negara, serta memberikan gagasan baru di bidang pemenuhan listrik dengan pengembangan teknologi energi baru dan terbarukan berbasis tenaga Surya dan Biogas.

Kata kunci: *Sapi, PLTBg, PLTS, dan Ketahanan energi.*

PENDAHULUAN

Boyolali terletak pada 110o22'–110o50' Bujur Timur dan 7o36'–7o71' Lintang Selatan yang terdiri atas 19 kecamatan dan 267 desa/kelurahan, merupakan daerah sebagai produsen susu terbesar di Pulau Jawa sehingga dijuluki sebagai Kota Susu bahkan New Zealand Van Java (Pemkab Boyolali, 2020). Boyolali merupakan kabupaten/kota yang mayoritas penduduknya berprofesi sebagai peternak sapi sehingga berpotensi dalam menghasilkan bioenergi berupa biogas dari limbah kotoran ternak terutama sapi perah. Biogas sendiri adalah gas yang dihasilkan biasanya berupa metana dan karbon dioksida melalui penguraian material organik secara anaerob (tanpa oksigen) pada suatu reaktor biogas atau biodigester (Runtuni dan Dewanti, 2019). Biogas sendiri adalah gas yang dihasilkan biasanya berupa metana dan karbon dioksida melalui penguraian material organik secara anaerob (tanpa oksigen) pada suatu reaktor biogas atau biodigester (Runtuni dan

Dewanti, 2019). Biogas dapat dimanfaatkan pada sektor rumah tangga, industri, transportasi maupun sektor pembangkit tenaga listrik. Selain itu, berada disekitar garis khatulistiwa memberikan keuntungan tersendiri bagi Indonesia yaitu intensitas cahaya matahari yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) (Bachtiar, 2006). HBiogas dapat dimanfaatkan pada sektor rumah tangga, industri, transportasi maupun sektor pembangkit tenaga listrik. Menurut data dari PT. PLN Kabupaten Boyolali (2018) daya yang terpasang di berbagai sektor listrik adalah 180 MW namun pada kenyataannya pada musim hujan sering terjadi pemadaman listrik seperti dikarenakan faktor alam, pemeliharaan jaringan listrik dll yang berefek terhadap kelancaran sektor ekonomi masyarakat. Hal ini sesuai dengan pendapat Kunaifi (2009) kurangnya supply listrik disinyalir sebagai penyebab tingginya tingkat kemiskinan, kurangnya fasilitas pelayanan kesehatan masyarakat umum, kurangnya kualitas sistem pendidikan di pedalaman bahkan diskriminasi terhadap gender.

Tabel 1. Daya Terpasang, Produksi, dan Distribusi Listrik PT. PLN (Persero) pada Cabang/Ranting PLN di Kabupaten Boyolali pada 2018.

Kabupaten/ Kota/ Regency/City	Daya Terpasang/ Installed Capacity (MVA)	Produksi Listrik/ Production (KWh)	Listrik Terjual/ Electricity Sold (KWh)	Dipakai Sendiri/ Own Usage (KWh)	Susut/Hilang/ Shrunked (KWh)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Boyolali	180	54 110 996	52 481 779	40 586	1 588 611

Selain itu, berada disekitar garis khatulistiwa memberikan keuntungan tersendiri bagi Indonesia yaitu intensitas cahaya matahari yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) (Bachtiar, 2006). Oleh karena itu, diperlukan solusi dalam mengatasi masalah pemenuhan listrik di Boyolali menggunakan sumber Energi Baru dan Terbarukan yang relatif aman terhadap lingkungan dan banyak dijumpai di wilayah sekitar. Untuk mengetahui desain sistem pembangkit listrik dari suatu wilayah sesuai potensi alamnya dapat digunakan software HOMER. HOMER dianggap mudah dijalankan, mampu menstimulasi dan mengoptimasi setiap komponen sistem pembangkit listrik secara otomatis dan dapat digunakan sebagai analisis sensitivitas untuk menentukan biaya pembangkitan yang dinilai paling ekonomis (NPC) dan relatif akurat.

Tabel 2. Menjelaskan mengenai data pada Weather Base menunjukkan potensi Boyolali dalam pengembangan PLTS dalam mendukung sektor energi, ekonomi, pendidikan dan lingkungan.

Tabel 2. Data pada Weather Base

Average Temperature													Years on Record: 112	
	ANNUAL	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
F	77.9	77.5	77.4	77.7	78.6	78.3	77.4	76.8	77.2	77.9	79	78.6	77.9	

Average Precipitation													Years on Record: 112	
	ANNUAL	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
in	89.7	13.3	12.6	13.9	9.4	6.4	2.6	1.8	1.5	2.3	5.5	8.9	11.4	

(Sumber: Weather Base, 2022)

Sesuai kesepakatan pada Paris Agreement, proyeksi pemenuhan energi di masa depan akan berpusat terhadap energi baru dan terbarukan dengan teknologi ramah lingkungan sebagai upaya mencapai Net Zero Emission (NZE) pada 2060. Dengan transisi energi diharapkan pengembangan pembangkit listrik EBT semakin banyak di Indonesia sehingga tercapai 4A+1S di kalangan masyarakat. Definisi energi terbarukan berdasarkan Undang-Undang No 30 Tahun 2007 adalah segala energi yang berasal dari sumber daya energi berkelanjutan jika dikelola dengan baik seperti panas bumi, angin, biomass, sinar matahari, air, gelombang laut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *reseach and development* (R&D). Metode R&D merupakan metode penelitian yang menghasilkan produk pada bidang keahlian tertentu disertai dengan produk sampingan dan memiliki tingkat efektifitas produk tersebut. Langkah-langkah yang dilakukan pada metode ini adalah: a) studi pendahuluan, b) pengembangan model, dan c) pengujian (Saputro, 2017). Pada penelitian ini, data didapatkan dari sumber primer dan sekunder. Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan adalah dokumentasi dan wawancara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneliti melihat dari pemanfaatan Sisi ekonomi: Hemat biaya pengeluaran yang semula digunakan untuk membeli LPG, minyak tanah. Hasil limbah berupa pupuk organik padat dan cair dapat digunakan sehingga mengurangi pembelian pupuk pertanian. Keseluruhan biaya penghematan yang jabarkan diatas dapat dimanfaatkan untuk ditabung sebagai dana darurat, dana pendidikan anak dan biaya pemenuhan kebutuhan lainnya. Dengan berkurangnya biaya operasional diharapkan dapat meningkatkan kualitas pendidikan bagi anak-anak pengguna biogas untuk dapat melanjutkan pendidikan ke perguruan tinggi karena rata-rata hanya tamat SMA/SMK. Selanjutnya dari sisi lingkungan: Ramah lingkungan karena asap saat memasak yang ditimbulkan relatif sedikit dibanding dengan menggunakan kayu bakar. Energi listriknya dapat disimpan dan digunakan sebagai cadangan saat sewaktu-waktu terjadi pemadaman listrik dari PLN. Meminimalisir kemungkinan adanya ledakan atau kebaran dibanding saat menggunakan gas LPG dan dapat mengurangi emisi karbon ke atmosfer bumi. Sisi kesehatan pemanfaatan ini

mengurangi resiko gangguan saluran penafasan maupun iritasi mata karena rendah asap saat memasak. Bau menyengat kotoran sapi dapat dihindari dengan proses penutupan pada biodigester dibanding saat diibiarkan di alam terbuka.

Pertahanan Negara Melindungi Energi

Prajurit pertahanan berfungsi sebagai pelindung terhadap objek vital nasional, sumber daya energi yang dilaksanakan dengan sistem semesta meliputi komponen utama, komponen cadangan dan komponen pendukung yang dibekali dengan nilai-nilai bela negara panca helix model yang meliputi cinta tanah air, meyakini pancasila sebagai ideologi negara, rela berkorban untuk bangsa dan negara, mempunyai kemampuan dasar bela negara dan kesadaran akan berbangsa dan bernegara. Sumber daya energi termasuk sumber daya alam sesuai potensi daerah berbasis kearifan lokal kabupaten Boyolali harus dijaga agar pemenuhan demand energi listrik kedepannya tidak terganggu dan terancam kelangsungannya.

Energi Melindungi Pertahanan Negara

Meliputi usaha energi bersumber dari objek vital nasional termasuk kekayaan SDA dalam meningkatkan fasilitas militer, menjamin kehandalan alat sista dan pemenuhan energi bagi markas/personel sebagai elemen utama dalam mewujudkan pertahanan negara serta energi sebagai pendukung sumber daya, infrastruktur dan logistik pendukung pertahanan.

SPEKIFIKASI TEKNIS

Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg)

1. Tahap perencanaan
 - a) Sosialisasi terkait manfaat penggunaan PLT Biogas dalam mendukung sumber EBT dan sebagai pengganti gas LPG

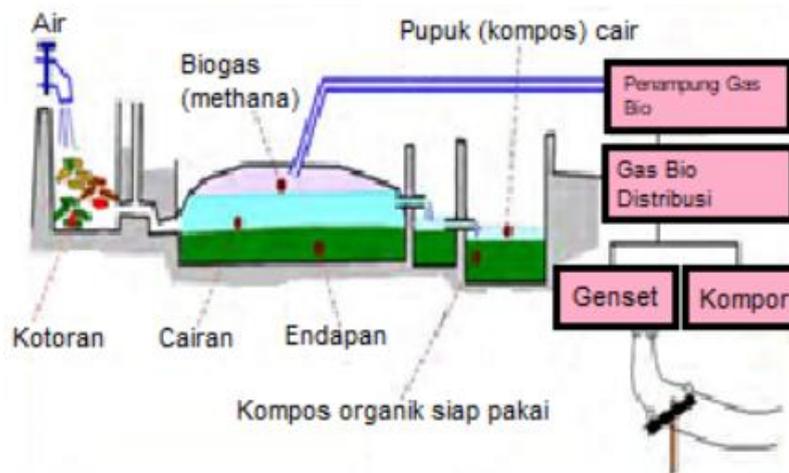


Gambar 1. Contoh kegiatan sosialisasi pemanfaatan biogas di dusun Kali Pucang, Bantul, DIY

(Sumber: Shomad dan Nurisna, 2019)

- b) Pendataan Jumlah Rumah tangga yang akan ditransisi energi dari energi fosil ke EBT
- c) Pengajuan bantuan dana berupa Kredit Ketahanan Pangan dan Energi (KPPE) dan Kredit Usaha Pembibitan Sapi Perah (KUPS) ke pihak perbankan untuk instalasi PLTBg.

- d) Pengajuan bantuan untuk dana penelitian dan pengembangan PLTBg ke Kementerian Desa atau Kementerian ESDM.
2. Program Kegiatan
- Adanya pembentukan kader untuk setiap dukuh dalam mengawasi jalannya pengembangan PLTBg di Boyolali
 - Pengoptimalan Asosiasi Peternak Sapi Boyolali (ASPIN) dengan sebagai pelopor pengguna Biogas dan PLTBg
 - Penggerakkan UKM melalui PKK untuk mengolah dan memasarkan produk dari sapi baik sapi perah dan sapi potong secara mandiri.
3. Tahap Pelaksanaan
- Pelaksanaan dimulai dengan membuat rancang bangun PLTBg dari sumber kotoran sapi di lokasi penduduk hingga dapat disalurkan menjadi energi listrik pengganti fosil atau secara hybrid dengan listrik PLN sebagai cadangan sumber energi. Pelaksanaan juga harus dilakukan setelah mendapatkan dukungan dari masyarakat, tokoh masyarakat dan pemerintah daerah untuk pembangunan instalasi PLTBg.



Gambar 2. Ilustrasi instalasi pengembangan PLBg

(Sumber: Saputri, 2014)

Berikut Alat dan Bahan yang diperlukan untuk pembangunan PLTBg:

Alat:

- Instalasi pengolahan limbah
- Alat Konversi dari biogas menjadi listrik seperti genset
- Bak atau drum sebagai wadah kotoran sapi yang dilengkapi dengan tutup
- Nosel biogas
- Selang plastik
- Drum untuk menampung hasil gas dari instalasi biogas

Bahan:

- Feses Sapi yang ditampung dalam bak tertutup
- Air

Jurnal Inovasi Daerah

Penerbit: Badan Perencanaan Penelitian dan Pengembangan Daerah (BP3D) Kabupaten Boyolali
Website: <https://jurnal.inovdaboy.id/jid/index> Vol. 1 No. 1 (2022): Inovasi Daerah, Hal. 10 – 18



Gambar 3. Drum sebagai penampung hasil biogas yang dirangkai dengan selang

(Sumber: Semin dkk, 2014)



Gambar 4. Hasil akhir dari pengolahan biogas yang siap digunakan sebagai sumber energi pengganti LPG untuk memasak

(Sumber: Semin dkk, 2014)

4. Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dilakukan melalui proses pendampingan kepada masyarakat terutama para peternak agar program ini dapat berlanjut (sustain) dan evaluasi dilakukan untuk mengetahui efektivitas program pengembangan PLTBg dan manfaat yang diperoleh masyarakat dari adanya program ini.

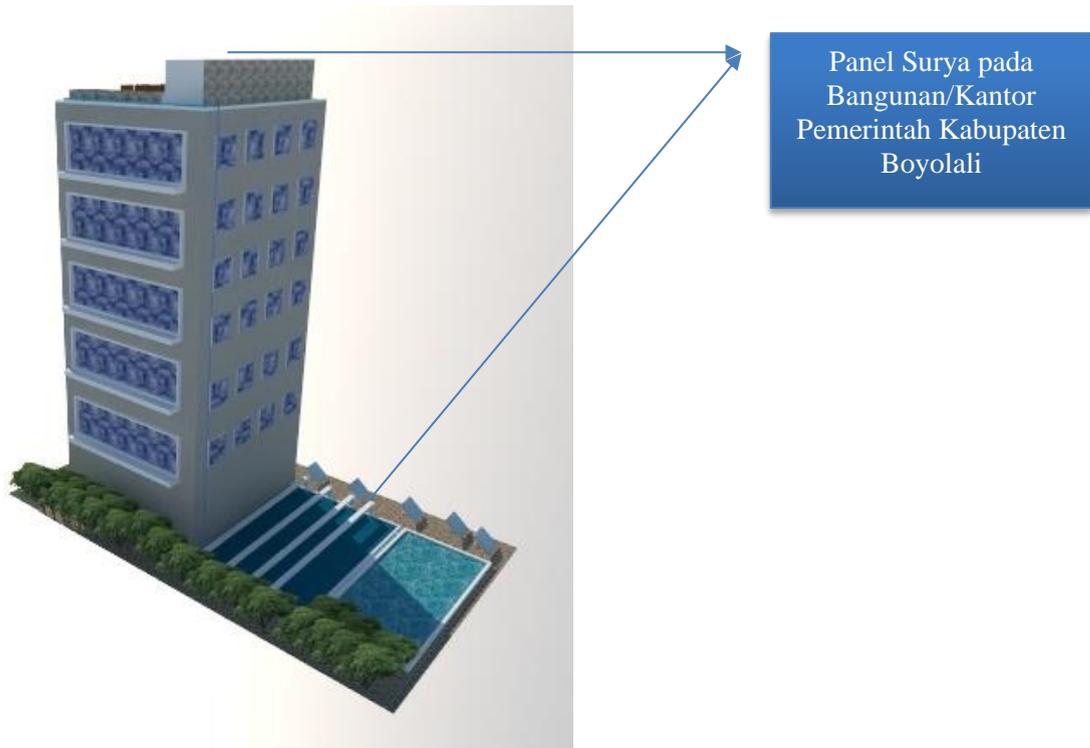
Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Modul surya terdiri dari 100 modul yang tersusun seri dan diparalelkan, kapasitas tiap-tiap modul surya adalah 50 Wp. Harga untuk 1000 kWp modul surya adalah \$ 513.500, biaya penggantian \$ 513.500, biaya operasional dan pemeliharaan dengan diasumsikan \$ 3.500 pertahun, masa pakai modul surya selama 20 tahun. Analisis ekonomi bertujuan untuk mengetahui nilai-nilai ekonomis dalam suatu pengembangan sistem secara teknis. Analisis ekonomis dapat dilakukan dengan bantuan software HOMER. Menurut Akbar dkk (2019) hal yang perlu diperhatikan dalam menganalisa potensi energi melalui HOMER yaitu Net Present Cost (NPC) dan Cost of Energy (COE). Net present cost (NPC) adalah nominal biaya

diperlukan selama proyek pembangunan berlangsung baik pemasangan maupun dalam operasional dan maintenance. Oleh karena itu, diperlukan Software HOMER dengan biaya sekitar \$ 15-25 per bulan. Terdapat 3 komponen utama dalam PLTS yaitu: a. Modul surya b. Alat pengatur c. Baterai / Accu.

Data spesifikasi Modul Surya Ameresco:

- Dimensi: 839 x 337 x 50 mm
- Daya maksimum (Ppp): 50 W
- Tegangan saat daya maksimum (Vpp): 17,5 V
- Tegangan saat daya maksimum (Ipp): 3,2 A,



Gambar 5. Ilustrasi pemasangan PLTS pada bangunan/gedung/kantor pemerintahan Kabupaten Boyolali.

Keunggulan dan perbedaan bila dibandingkan dengan penemuan yang terdahulu

Seperti yang kita ketahui saat ini belum banyak bangunan di Boyolali yang menggunakan Pembangkit listrik tenaga surya maupun biogas. Sehingga jika PLTS dan PLTBg digabungkan akan menghasilkan manfaat baik dalam penyediaan listrik dalam memenuhi konsumsi listrik sehingga mampu mendukung sektor perekonomian maupun pendidikan di Boyolali.

Aspek Inovasi

- 1) Keunikan produk inovasi

Jurnal Inovasi Daerah

Penerbit: Badan Perencanaan Penelitian dan Pengembangan Daerah (BP3D) Kabupaten Boyolali
Website: <https://jurnal.inovdaboy.id/jid/index> Vol. 1 No. 1 (2022): Inovasi Daerah, Hal. 10 – 18

Menggabungkan antara PLTS dan PLTBg dalam pengembangannya. Sedangkan untuk status kesiapan produk inovasi, saat ini masih memerlukan riset/pengembangan. Kedepannya penerapan pada bangunan/kantor/sekolah/lembaga pemerintahan/perumahan hingga kandang ternak masyarakat dapat digunakan sebagai sarana pengaplikasian PLTS dan PLTBg. Prospek pengembangan dan Perhitungan biaya produksi temuan/inovasi diberikan pada Tabel 3 dibawah ini.

PLTS:

Biaya Investasi	Jumlah (Rupiah)
Biaya pengadaan panel surya 306 kWp (termasuk pajak)	12,000,000
Biaya pengadaan baterai panel surya 306 kWp (termasuk pajak)	22,000,000
Biaya pengadaan controller dan monitoring sistem panel surya 306 kWp (termasuk pajak)	13,000,000
Biaya instalasi awal	15,000,000
Biaya Operasional	
Biaya Pemeliharaan (per bulan)	5,000,000
Biaya Tenaga Kerja	3,000,000
Biaya Overhead (5% operasional)	400,000

PLTBg:

Biaya Investasi	Jumlah (Rupiah)
Biaya pengadaan lahan/ biodigester	10,000,000
Biaya pengadaan pipa saluran gas	7,000,000
Biaya pemasangan instalasi kabel	500,00
Biaya instalasi awal	5,000,000
Biaya Operasional	
Biaya Pemeliharaan (per bulan)	500,000
Biaya Tenaga Kerja	3,000,000
Biaya Overhead (5% operasional)	175,000

KESIMPULAN

Pemanfaatan pembangkit listrik tenaga hibrid (PLTS DAN PLTBg) dalam mendukung ketahanan energi di Boyolali dimaksudkan untuk memberikan solusi alternatif dalam transisi energi yang semua berbahan bakar fosil menjadi energi baru dan terbarukan (EBT). Selain

itu menjaga penyediaan listrik dalam menjaga stabilitas sektor ekonomi, pendidikan, pertahanan negara, serta memberikan gagasan baru di bidang pemenuhan listrik dengan pengembangan teknologi energi baru dan terbarukan berbasis tenaga Surya dan Biogas.

REFERENSI

- Kuntjoro, Yanif Dwi. 2021. Energi dan Pertahanan. Bogor: UNHAN RI
- Runtuni dan Dewanti. 2019. Pemanfaatan Biogas Dan Dampaknya Terhadap Kesejahteraan Keluarga Peternak Sapi Perah Di Mojosongo, Boyolali. *Jurnal Parameter* Vol 31 No 2
- Santoso dkk. 2019. Studi Pemanfaatan Kotoran Ternak Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Biogas di Bali. *Jurnal SPEKTRUM* Vol. 6, No. 4
- Saputri, Yasinta F. 2014. Pemanfaatan Kotoran Sapi untuk Bahan Bakar PLT Biogas 80 kW di Desa Babadan Kecamatan Ngajum Malang. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November
- Semin dkk. 2014. Kajian Pemanfaatan Kotoran Sapi Sebagai Bahan Bakar Biogas Murah Dan Terbarukan Untuk Rumah Tangga Di Boyolali. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, Vol. 11, No. 2
- Shomad dan Nurisna. 2019. Pengolahan Limbah Sapi Menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Dikali Pucang Kasihan Bantul Yogyakarta. Seminar Nasional Abdimas II
- Abdurrahman, Saleh. 2021. Dinamika Sistem Transisi Energi Indonesia. Materi Kuliah Sistem energi: Universitas Pertahanan RI.
- Akbar dkk. 2019. Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Dengan Sumber Energi Terbarukan (Homer) Di Daerah Pesisir Pantai Pangandaran. *Journal Of Energy and Electrical Engineering (JEEE)* Vol. 01, No. 01.
- Kunaifi. 2010. Program HOMER Untuk Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Hibrida di Propinsi Riau. Seminar Nasional Informatika (semnasIF). Hal B18-27.
- Sukmawidjaja dan Akbar, 2013. Simulasi Optimasi Sistem Plth Menggunakan Software Homer Untuk Menghemat Pemakaian Bbm Di Pulau Penyengat Tanjung Pinang Kepulauan Riau. Volume 11, Nomor 1, Halaman 17 - 42, ISSN 1412-0372.
- Windarta dkk. 2019. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berbasis HOMER di SMA Negeri 6 Surakarta Sebagai Sekolah Hemat Energi Dan Ramah Lingkungan. Prosiding Seminar Nasional MIPA Universitas Tidar.
- Budiman dkk. 2012. Perancangan Solar Home System Menggunakan HOMER. Simposium Nasional RAPI XI FT UMS. Hal E-68-75.
- Yani, Y.M. and Montratama, I., 2018. Indonesia Sebagai Poros Maritim Dunia: Suatu Tinjauan Geopolitik. *Jurnal Pertahanan & Bela Negara*, 5(2), Hal.25-52.
- <https://www.homerenergy.com/index.html> Diakses pada 25 Januari 2022
- <https://aliefworkshop.com/2012/07/09/simulasi-homer-untuk-menghasilkan-sistem-tenaga-listrikyang-ramah-lingkungan-pada-bts-di-kuantan/> Diakses pada 25 Januari 2022
- <http://eosweb.larc.nasa.gov> Diakses pada 25 Januari 2022
- www.weatherbase.com Diakses pada 25 Januari 2022
- <http://boyolali.go.id/22-modules/20-post> Diakses pada 25 Januari 2022