



STUDI AWAL POTENSI *HYDROPOWER* SEBAGAI SOLUSI KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK BAGI MASYARAKAT PINGGIRAN KOTA PALEMBANG

Pramadhony¹, M. Lazim², Ozkar F Homzah^{3*}, Rachmat D Sampurno⁴, Heriyanto Rusmaryadi⁵

^{1,2,5} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti Palembang, Indonesia

^{3,4} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia

*Email: ozkar_firdaus_unsri@yahoo.com

INFORMASI ARTIKEL

Submitted:
29/05/2019

Revised:
24/07/2019

Accepted:
27/07/2019

Online-Published:
29/07/2019

ABSTRAK

Energi listrik adalah kebutuhan masyarakat Indonesia termasuk di kota Palembang. Ditengah pesatnya pembangunan kota Palembang, masih terdapat masyarakat yang belum menikmati aliran listrik khususnya di kel. Sukamulya Kec. Sematang Borang. Pembangunan pembangkit Listrik berbasis hydropower (Hydro Power Plant) adalah salah satu upaya pemenuhan kebutuhan energi listrik untuk daerah yang belum terjangkau oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Sebelum membangun Hydro Power Plant, diperlukan penelitian tentang potensi daya listrik yang dapat dibangkitkan. Untuk itu penulis telah melakukan penelitian yang dilaksanakan dengan cara mengukur lebar dan kedalaman sungai, kecepatan alir dan kondisi geografis sungai. Data ini digunakan untuk menghitung potensi energi, baik energi potensial dan kinetik yang dapat dimanfaatkan. Berdasarkan hasil pengamatan, semua lokasi wilyah studi tidak memiliki beda elevasi yang cukup. Sehingga untuk menggerakkan turbin air hanya bisa memanfaatkan kecepatan aliran sungai (Energi Kinetik). Kecepatan maksimum diperoleh di Lokasi B yaitu sebesar 0,35 m/s. Dengan mengoptimalkan dimensi turbin dan mempertimbangkan efisiensi turbin, transmisi dan generator, diperkirakan Hydro Power Plant dapat menghasilkan daya listrik maksimum sebesar 66,29 watt dan di klasifikasikan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Piko-Hidro, Sehingga disimpulkan seluruh lokasi memiliki potensi energi yang rendah dan belum memadai untuk dibangun Hydro Power Plant. Peningkatan daya dapat dilakukan dengan menaikkan elevasi hulu sungai. Salah satu caranya adalah dengan membangun waduk yang terintegrasi dengan sistem irigasi persawahan. Namun hal ini memerlukan penelitian lanjutan untuk memprediksi dampak negatif yang ditimbulkan.

Katakunci: PLTMH, Potensi Energi, Aliran Sungai, Kota Palembang

ABSTRACT

Electrical energy is needed by the citizen of Indonesia including in Palembang City. Palembang is growth rapidly, in contrast there is still citizen who has not enjoyed the electricity especially who is living in Sukamulya Village, Sematang Borang Sub-district. Constructing a Micro Hydro Powerplant is an effort to facilitate an electricity to the area which has not been covered by PT. PLN. However before constructing a hydro power plant, a study should be conducted in order to estimate the potency of electrical power which could be generated. Therefore the authors have collected some primary data such as dimension of river, velocity of water and geographical condition. These data is used to calculate the potency of energy, either in form of potential or kinetic energy. Based on the on-site observation, all locations have no enough elevation difference. Nevertheless the only form of energy which can be converted into electrical energy is kinetic energy, which determined by the river flow velocity. The fastest river flow is found in Location B amounting 0.35 m/s. By optimizing the dimension of turbine and considering the efficiency of transmission and generator, it predicts Turbine, located in Location B, can generate electrical energy with the maximum power of 66.26 Watt. Based on the results, the electrical power potency in all locations are low and did not fulfill the requirements. The power can be increased by levelling up the elevation of the upstream. It can be done by constructing a dam which integrated with irrigation system. Nevertheless it need a future study in order to predict the impacts.

Keywords: Micro Hydro Powerplant, Energy Potency, River Flow, Palembang city

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kesejahteraan masyarakat di Indonesia, khususnya di kota Palembang. Ditengah pesatnya pembangunan kota Palembang, masih terdapat wilayah yang belum menikmati energi listrik khususnya kelurahan Sukamulya kecamatan Sematang Borang. Jumlah keluarga yang sedikit dan besarnya investasi pemasangan jaringan listrik dari PLN menjadi kendala utama dalam pemenuhan kebutuhan energi listrik di wilayah tersebut. Pada tahun 2016 terdapat 757 keluarga dari total 987 keluarga di kel. Sukamulya yang telah menikmati aliran listrik dari PLN (BPS Kota Palembang, 2017). Sehingga masih ada sekitar dua ratus keluarga yang belum menikmati aliran listrik dari PLN.

Salah satu cara memenuhi kebutuhan energi listrik adalah dengan memanfaatkan energi baru terbarukan yang lebih ramah lingkungan. Pemanfaatan energi ini sebaiknya didasarkan pada besaran potensi sumber energi tiap wilayah. Untuk itu pemerintah telah memetakan potensi energi terbarukan diseluruh Indonesia. Salah satu potensi energi yang dimiliki adalah tenaga air, dengan total potensi sebesar 7500 MW. Namun pemanfaatan energi ini baru mencapai 9 %. Khusus untuk daerah Sumatera Selatan, Lampung dan Bengkulu memiliki potensi energi air sebesar 3,102 MW. (KESDM, 2015).

Kota Palembang memiliki beberapa sungai besar yang membelah kota menjadi dua wilayah, yaitu seberang ilir dan seberang ulu. Sungai-sungai ini mempunyai peranan penting, salah satunya dalam menunjang pertumbuhan ekonomi masyarakat Sumatera Selatan khususnya di kota Palembang. Harapan potensi energi mikrohidro sungai Musi ada pada debit sungai yang cukup besar. Sungai Musi merupakan bagian hilir dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Musi yang mencakup empat provinsi, yaitu Sumatera Selatan, Jambi, Bengkulu dan Lampung. Besar debit sungai Musi ini sangat ditentukan oleh besarnya curah hujan disekitar DAS Musi, yang pada musim hujan debit sungai bisa mencapai lebih dari 600 m³/s (Sipayung & Cholianawati, 2011). Sementara itu, disekitar pulau kemaro debit sungai Musi dapat mencapai 108,933 m³/s (Putra, 2014). Namun pemanfaatan energi air dari sungai Musi juga memiliki kendala yaitu pada ketinggian permukaan sungai Musi yang hanya mencapai 1,2 m (JICA, 2003). Selain itu debit di Daerah Aliran Sungai (DAS) Musi juga sangat fluktuatif dan bergantung kepada curah hujan. Hal ini dikarenakan tingginya

alih fungsi lahan yang terjadi di wilayah Sumatera Selatan (Mardiansyah, Iskandar, & Priatna, 2014) khususnya kota Palembang (Hoirisky, Rahmadi, & Harahap, 2018). Kondisi ini menyebabkan wilayah DAS tidak dapat menyimpan air dan langsung mengalirkan air hujan ke laut.

Mengingat kebutuhan energi listrik masyarakat lokal dan kondisi geografis sungai Musi dan anak sungai maka penulis memandang penting untuk melakukan studi awal terkait potensi energi air sebagai Pembangkit Listrik (*Hydro Power Plant*). Selain itu *Hydro Power Plant* ini juga mempertimbangkan secara ringkas sejumlah faktor meliputi: biaya, transportasi sungai, area pemukiman, dan lahan persawahan yang terdampak jika dibangun *Hydro Power Plant*. Harapan dari pembangunan *Hydro Power Plant* disekitar wilayah pertanian adalah membantu masyarakat dalam penerangan dan elektrifikasi peralatan dapur dan pertanian (Matoka & Mohamad, 2006).

1.1 Hukum Konservasi Energi/Bernouli

Persamaan Bernouli merupakan penyederhanaan dari hukum konservasi energi. Pada persamaan ini energi yang masuk pada suatu kontrol volum adalah sama dengan energi yang keluar dari sistem volum tersebut. Energi yang diperhitungkan meliputi energi tekanan (PV), energi Kinetik ($1/2 mv^2$) dan energi potensial (mgh). Hukum Bernouli ini ditunjukkan oleh persamaan berikut:

$$ET_1 + EK_1 + EP_1 = EP_2 + EK_2 + ET_2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

ET_1 & ET_2 = Energi Tekanan Masuk dan Keluar

EK_1 & EK_2 = Energi Kinetik Masuk dan Keluar

EP_1 & EP_2 = Energi Potensial Masuk dan Keluar

1.2 Turbin air

Turbin air merupakan alat yang berfungsi untuk merubah energi potensial yang terdapat didalam air menjadi energi mekanik. Energi potensial menyebabkan air mengalir dan kemudian energi tersebut berubah menjadi energi kinetik yang dimanfaatkan untuk memutar turbin air. Turbin air di bagi menjadi dua jenis yaitu turbin impuls dan turbin reaksi. Pemilihan jenis turbin disesuaikan dengan head dan tekanan pada air. Penggunaan jenis turbin yang sesuai dengan kondisi tersebut diterangkan pada tabel 1.

Tabel 1. Jenis penggunaan turbin air berdasarkan Head Tekanan

Jenis Turbin	Head Tekanan			
	Air	Tinggi	Sedang	Rendah
Turbin Impulse	Multi-jet pelton	Pelton, Turgo	<i>cross flow</i>	
Turbin Reaksi	Francis	Francis, Kaplan	Kaplan, Propeler	

Sumber: (NARRAIN, 2017)

Mengingat kondisi sungai musi yang cenderung datar, maka energi yang dapat dimanfaatkan berasal dari energi kinetik aliran sungai. Untuk aliran ini jenis turbin yang bisa digunakan adalah jenis turbin kinetik baik itu *Horizontal-Axis Water Turbine (HWAT)* maupun *Verticalal-Axis Water Turbine (VWAT)*. Secara umum HWAT memiliki tingkat efisiensi yang lebih baik dari VWAT. Namun VWAT memiliki kelebihan berupa biaya produksi yang murah. Selain itu, daya yang dihasilkan oleh VWAT juga masih bisa ditingkatkan dengan mengkombinasikan turbin savonius dan darieus dan disesuaikan dengan kecepatan aliran sungai (Puspitasari dkk, 2018). Dan menurut hasil Penelitian (Rusmaryadi, Sahim, & Homzah, 2018) Torsi dan koefisien daya yang dibangkitkan meningkat seiring penurunan koefisien drag yang merupakan fungsi dari bilangan Reynold. Sudu jenis NACA 0012 jauh lebih baik performansinya bila dilihat dari koefisien daya. Berdasarkan besarnya daya yang dibangkitkan *Hydro Power Plant* dapat diklasifikasikan pada tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Hydropower

Hydro Power	Daya yang Dihasilkan	Satuan
<i>Large Hydro</i>	> 100	MW
Medium Hydro	15 – 100	MW
Mini Hydro	100 - 1000	KW
Micro Hydro	5 -100	KW
Pico Hydro	< 5	KW

1.3 DAS Sungai Musi di Kota Palembang

Daerah Aliran Sungai (DAS) Musi membentang dari timur sampai ke bagian barat sumbagsel. DAS musi yang berada di wilayah kota Palembang memiliki topografi dataran rendah namun memiliki debit aliran yang besar. Sungai musi di kota Palembang memiliki peranan vital dalam mendukung pertumbuhan ekonomi. Disepanjang sungai musi berdiri sejumlah industri baik dalam skala kecil sampai skala besar. Hal ini dikarenakan sungai musi berperan dalam memenuhi kebutuhan

air bersih baik untuk industri maupun masyarakat lokal dan juga sebagai sarana transportasi penumpang dan barang.

2 METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan dengan cara melakukan pengukuran langsung potensi energi air untuk membangkitkan tenaga listrik. Pengukuran dilakukan pada hari minggu tanggal 2 Desember 2018 di Kelurahan Sukamulya Kecamatan Sematang Borang, Kota Palembang. Secara garis besar, potensi yang diukur adalah dengan menghitung besaran energi potensial dan kinetik dari air sungai. Besaran energi kinetik diukur dengan cara mengukur kecepatan air sungai. Sementara itu energi potensial dengan cara mengukur beda ketinggian antara sungai dengan daerah yang lebih rendah. Pengukuran laju alir juga digunakan untuk memperkirakan debit aliran sungai. Pengukuran ini dilakukan untuk memperkirakan besaran daya listrik yang dapat dibangkitkan. Jika daya listrik yang dihasilkan cukup besar, penelitian dapat dilanjutkan dengan melakukan analisis curah hujan, laju alir tahunan sungai berdasarkan data BMKG atau data spasial (Elena, Nistoran, Abdelal, & Ionescu, 2017).

Sebagai tambahan penulis mengukur kualitas air sungai yang meliputi kualitas pH, TDS, Oksigen terlarut dan Temperatur. Pengukuran kualitas air ini ditujukan untuk mengetahui kondisi dan karakteristik lokasi badan air tersebut. Peralatan yang digunakan dalam pengukuran ini ditunjukkan oleh tabel 3.

Tabel 3. Daftar alat yang digunakan

Alat Ukur	Parameter	Satuan
<i>Current meter</i>	Kecepatan alir	m/s
pH meter	pH	-
	Temperatur	°C
TDS meter	TDS	Ppm
Oksigen meter	Oksigen Terlarut	Ppm
Meteran	Kedalaman sungai dan head	m

2.1 Pengukuran kecepatan dan head air serta dimensi sungai

Pengukuran kecepatan alir sungai (m/s) dilakukan dengan menggunakan alat *current meter*. Selain untuk mengukur kecepatan, kecepatan alir juga digunakan untuk memperkirakan debit badan air seperti yang ditunjukkan pada persamaan (1), dimana diasumsikan bahwa luas permukaan merupakan sungai adalah 2/3 dari kedalaman dikali lebar sungai.

Lebar sungai diukur dengan menggunakan meteran rol. Kedalaman pengukuran dilakukan dengan menggunakan tali dan pemberat kemudian panjang tali yang tenggelam diukur panjangnya dengan menggunakan meteran rol. Hasil pengukuran dimensi sungai (lebar, kedalaman dan luas penampang serta kecepatan alir sungai disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Dimensi dan Kecepatan laju alir sungai

Lokasi	Lebar Sungai (m)	Kedalaman Sungai (m)	Luas Penampang (m^2)	Kecepatan Alir (m/s)
Lokasi A	20	3,4	45,33	0,15
Lokasi B	58	7	270,67	0,35
Lokasi C	18	3,3	39,60	0,2

Sumber: Data Primer PSEBT 2018

2.2 Pengukuran pH, TDS, dan Temperatur air sungai

Pengukuran kualitas air sungai berfungsi untuk memprediksi pola aliran sungai dan mengetahui kondisi terkini disekitar wilayah tersebut. Pengukuran kualitas air sungai dilakukan secara insitu dengan parameter pH, Temperatur, Padatan Terlarut dan Oksigen Terlarut (*DO*). Pengukuran pH bertujuan untuk mengetahui tingkat keasaman yang menentukan pemilihan bahan turbin. Oksigen meter berfungsi untuk mengukur kandungan oksigen dalam air. Secara umum sungai yang memiliki aliran yang deras maka kandungan oksigen dalam air sungai tersebut akan tinggi dan begitu pula sebaliknya. Sementara alat ukur padatan terlarut (TDS meter) berfungsi untuk mengukur kandungan padatan terlarut yang biasanya dipengaruhi oleh kandungan garam air laut. Sehingga semakin tinggi kandungan TDS maka semakin besar pengaruh pasang surut air laut pada daerah tersebut. Hasil pengukuran kualitas air sungai ditunjukkan oleh tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengukuran kualitas air sungai

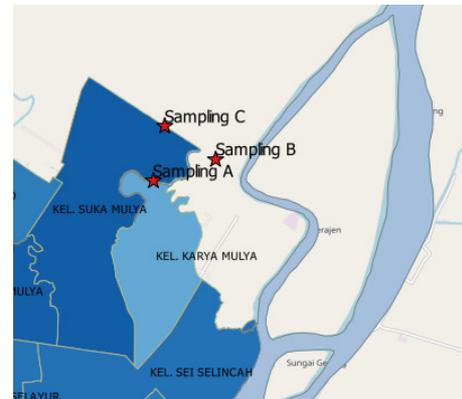
Parameter	Nilai			Satuan
	Lokasi A	Lokasi B	Lokasi C	
Temperatur	30	31,1	29,8	°C
pH	4,0	6,8	6,7	-
TDS	60	90	37	Ppm
DO	2,8	14	11	mg/L

Sumber: Data Primer PSEBT 2018

2.3 Kondisi eksisting area pengukuran

Pengukuran potensi energi air dilakukan di aliran sungai disekitar kelurahan Sukamulya kec. Sematang

Borang. Berdasarkan pengamatan arah aliran sungai pada seluruh lokasi pengukuran terpengaruh oleh adanya pasang surut air laut. Hal ini dapat diketahui berdasarkan keterangan warga dan arah aliran sungai yang berubah-ubah. Secara umum lokasi B dan C merupakan daerah yang digunakan sebagai sarana transportasi air oleh warga, sedangkan lokasi A dikelilingi oleh wilayah rawa dan jauh dari pemukiman. Lokasi pengukuran ditunjukkan oleh peta pada gambar 1.



Gambar 1. Peta pengukuran potensi energi air

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan, data insitu kualitas air dan data topografi, energi potensial dari air tidak dapat dimanfaatkan karena kondisi wilayah yang cenderung datar dan tidak memungkinkan untuk membuat reservoir. Reservoir harus memiliki elevasi dibawah sungai dan dapat mengalir secara gravitasi ke wilayah sekitarnya. Sehingga energi yang dapat dimanfaatkan hanya bersumber dari energi kinetik.

Hal pertama yang dilakukan adalah dengan mengukur besaran energi yang dapat dibangkitkan jika 100 % energi air dimanfaatkan untuk membangkitkan energilistrik. Selanjutnya penulis menghitung besar energi yang dapat dibangkitkan oleh turbin yang disesuaikan dengan kondisi aliran dan efisiensi dari turbin tersebut. Selain itu faktor-faktor terkait yang lain juga dimasukkan kedalam perhitungan sehingga didapatkan estimasi energi listrik yang tepat.

3.1 Potensi Daya Air

Potensi daya air diprediksi dengan menghitung total daya yang dibangkitkan dari energi kinetik aliran sungai. Daya dari energi kinetik ini dihitung berdasarkan persamaan $P_{air} = \frac{1}{2} \dot{m} v^2$. Laju alir massa didapat dengan melalui persamaan $\dot{m} = \rho v A$.

Sehingga daya yang bisa dibangkitkan oleh air adalah:

$$P_{air} = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad \dots\dots\dots (2)$$

Berdasarkan rumus di atas maka didapat besar potensi daya yang dapat dibangkitkan dari tiap lokasi pengukuran. Besarnya daya air sungai pada tiap lokasi ditunjukkan oleh kolom Daya Sungai pada Tabel. 4.

3.2 Perhitungan Daya Turbin

Hasil pengukuran menunjukkan kecepatan maksimum terjadi di lokasi pengukuran B sebesar 0,35 m/s. Sehingga jenis turbin yang sesuai digunakan untuk membangkitkan energi listrik adalah jenis turbin Kinetik (*propeller*) yang memanfaatkan energikinetik air (Sangal, Garg, & Kumar, 2013). Pada kecepatan rendah turbin ini mampu membangkitkan energi listrik dengan efisiensi sekitar 80 % (Müncch-Alligné et al., 2018). Hasil pengukuran menunjukkan kedalaman kedalaman sungai terendah berada di lokasi C yaitu 3,3 meter. Maka dalam studi ini penulis menghitung besaran daya yang dibangkitkan oleh turbin dengan variasi diameter turbin 1, 2 dan 3 meter. Besaran daya turbin yang dibangkitkan ditunjukkan oleh Tabel 6.

Tabel 6. Potensi total daya air sungai dan pada Turbin

Lokasi	Daya Sungai	Daya Turbin (Watt)		
		D _T = 1 m	D _T = 2 m	D _T = 3 m
Lokasi A	76,50	0,636	2,545	5,726
Lokasi B	5 802,42	8,082	32,327	72,736
Lokasi C	158,40	1,508	6,032	13,572

3.3 Perhitungan Daya Listrik

Daya turbin terbesar yang dihasilkan oleh turbin berdiameter 3 m dengan daya sebesar 72,74 Watt. Untuk menghasilkan energi listrik masih memerlukan sejumlah peralatan seperti sistem transmisi dan generator. Pemasangan sejumlah peralatan ini akan mengakibatkan sejumlah kerugian. Diasumsikan sistem transmisi dan generator memiliki nilai efisiensi masing-masing sebesar 98% dan 93 % (Nafis, Berlian, dkk 2012). Sehingga dengan memasang kedua alat ini akan menghasilkan daya listrik dengan besaran seperti ditunjukkan dalam tabel 7.

Tabel 7. Potensi daya listrik yang dihasilkan

Lokasi	Daya Listrik (Watt)		
	D _T = 1 m	D _T = 2 m	D _T = 3 m
Lokasi A	0,58	2,32	5,22
Lokasi B	7,37	29,46	66,29
Lokasi C	1,37	5,50	12,37

Dari tabel 7 dapat dilihat, potensi energi terbesar terdapat di lokasi B dan terendah di lokasi A. Besarnya potensi di lokasi B dipengaruhi kondisi sungai yang terpengaruh arus pasang surut air laut dan lokasinya yang lebih dekat dengan sungai musim. Hal ini dapat dipertegas dengan hasil pengukuran kualitas air sungai yang menunjukkan tingginya kadar padatan terlarut yang dipengaruhi air laut dan dan tingginya kadar oksigen terlarut yang menandakan air sungai tersebut bersirkulasi dengan baik. Sementara di lokasi A lebih cenderung air sungai tidak mengalir dengan baik dan lebih kualitas airnya lebih banyak dipengaruhi oleh daerah rawa disekitar lokasi pengukuran. Hal ini diketahui dari kualitas air yang cenderung asam dan kandungan oksigen yang cenderung rendah.

4 KESIMPULAN

Untuk memprediksi potensi *Hydro Power Plant*, penulis telah mengukur memprediksi energi yang dapat dibangkitkan. Potensi yang diukur berdasarkan energi kinetik air yang bersumber dari kecepatan alir air sungai. Diseluruh lokasi pengukuran, energi potensial tidak memungkinkan untuk dimanfaatkan karena tidak adanya beda elevasi/ketinggian yang cukup disekitar lokasi pengukuran.

Berdasarkan hasil perhitungan, daya listrik terbesar dihasilkan pada lokasi B dengan daya maksimum 66,29 Watt dan di kategorikan sebagai *Pico Hydro Power Plant*. Sementara itu daya listrik terkecil dihasilkan di lokasi C sebesar 5,22 watt. Prediksi pembangkitan energi listrik ini sudah menggunakan turbin air dengan diameter maksimal yaitu sebesar 3 m. Kecilnya daya listrik yang dihasilkan disebabkan arus kecepatan yang cenderung rendah (0,35 m/s). Kecepatan yang rendah ini disebabkan oleh kondisi ketinggian sungai yang rendah. Hal ini dapat dilihat dari kondisi aliran sungai yang arah alirannya terpengaruh pasang surut air laut.

Akhirnya penulis menyimpulkan pada ke-tiga lokasi belum layak untuk dibangun *Hydro Power Plant* jika tidak ada perubahan terkait kecepatan alir sungai. Peningkatan kecepatan aliran dapat dilakukan jika ketinggian pada bagian hulu meningkat. Integrasi sistem irigasi (pembendungan

sungai) untuk kebutuhan pertanian dan pembangkitan energi listrik merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan ketinggian permukaan sungai pada bagian hulu. Pembangunan bendungan dapat meningkatkan head dan energy potensial air. Hal ini dapat dilihat besaran potensi air sungai didaerah lain, seperti daerah panasahan sumatera barat, yang mampu menghasilkan daya listrik yang lebih besar meskipun dimensi dan debit sungai yang lebih kecil (Sukardi dkk, 2017). Namun hal ini masih memerlukan studi lanjut untuk memprediksi dampak yang ditimbulkan seperti pengaruh terhadap sektor transportasi sungai dan penambahan luasan wilayah yang terendam disepanjang aliran sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Elena, D., Nistoran, G., Abdelal, D., & Ionescu, C. S. (2017). *A Simple Method to Assess Theoretical Hydropower Potential of a River*. (January). <https://doi.org/10.1109/ATEE.2017.7905068>
- Hoirisky, C., Rahmadi, & Harahap, T. (2018). *Pengaruh Perubahan Pola Penggunaan Lahan Terhadap Banjir Di Das Buah Kota Palembang Effect of Land Use Pattern Changes on Flood in the Buah Watershed in Palembang*. 14–25.
- JICA. (2003). *Studi Pengelolaan Air Secara Menyeluruh Pada Wilayah Sungai Musi Di Republik Indonesia*. Palembang.
- KESDM. (2015). *Rencana Strategis Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral 2015-2019. Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral*, 275.
- Mardiansyah, W., Iskandar, I., & Priatna, S. J. (2014). Analisis Neraca Air dan Pengaruh Pasang Surut di Sub-DAS Air Sugihan. *Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2014*, (September), 442–452.
- Matoka, A., & Mohamad, Y. (2006). *Kajian Potensi Energi Listrik Mikrohidro Pada Saluran Irigasi Propinsi Gorontalo Untuk Menunjang Elektrifikasi Pertanian*.
- Münch-Alligné, C., Schmid, J., Richard, S., Gaspoz, A., Brunner, N., & Hasmatuchi, V. (2018). Experimental assessment of a new kinetic turbine performance for artificial channels. *Water*, 10(3), 15. <https://doi.org/10.3390/w10030311>
- Nafis, S., Berlian, A., Anggono, T., & Maksum, H. (2012). *EVALUASI KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) Studi Kasus : PLTMH Kombongan , Kab . Garut , Jawa Barat EVALUATION ON THE PERFORMANCE OF MICROHYDRO POWER PLANT (PLTMH)*. 11(1), 27–40.
- NARRAIN, A. G. P. (2017). Low head hydropower for local energy solutions. <https://doi.org/10.1201/9781351182720>
- Palembang, B. K. (2017). *Kecamatan Sematang Borang Dalam Angka 2017*. Palembang.
- Puspitasari, D., Sahim, K., & Santoso, D. (2018). Investigations on the Effect of Radius Rotor in Combined Darrieus-Savonius Wind Turbine. *International Journal of Rotating Machinery*, 2018, 1–7.
- Putra, A. S. (2014). Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Sungai : Pulau Kemaro Sampai dengan Muara Sungai Komerling). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3), 603–608.
- Rusmaryadi, H., Sahim, K., & Homzah, O. F. (2018). Model Perencanaan Performansi Aerodinamika Turbin Angin Darrieus dengan Metode Multiple Streamtube. *Mechanical*, 9(1), 1–6.
- Sangal, S., Garg, A., & Kumar, D. (2013). Review of Optimal Selection of Turbines for Hydroelectric Projects. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 9001(3), 424–430. Retrieved from www.ijetae.com
- Sipayung, S. B., & Cholianawati, N. (2011). *Prediksi Debit Aliran Di Das Musi (Sumatera Selatan)*. 978–979.
- Sukardi, M. Giatman, Lapis, R., Purwantono, & Refdinal. (2017). *A Mincro Hydro Power Generator as an Alternative Solution For Energy Problem Solving in Indonesian Remote Area*. (November).