

POTENSI ARUS LAUT DAN KONVERSI DAYA LISTRIK SEBAGAI ENERGI BARU TERBARUKAN DI PERAIRAN PALALAWAN DAN INDRAGIRI HILIR, PROVINSI RIAU

OCEAN CURRENT POTENCY AND ELECTRIC POWER CONVERSION AS A NEW RENEWABLE ENERGY IN INDRAGIRI HILIR AND PALALAWAN WATER, PROVINCE OF RIAU

Beben Rachmat, Ediar Usman dan Dida Kusnida

Puslitbang Geologi Kelautan, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jl. Dr. Junjuran No. 236, Bandung-40174

Diterima : 14-12-2011 Disetujui : 13-06-2012

ABSTRAK

Kecepatan arus pada saat kondisi air surut di bagian utara daerah penelitian berkisar antara 1 – 1,5 m/s dan di selatan berkisar antara 0,1 – 0,5 m/s dengan arah menuju tenggara - selatan. Pada saat kondisi air pasang pada kedua daerah tersebut (bagian utara dan selatan) kecepatan arus berkisar antara 0,5 – 1,2 m/s dengan arah menuju barat daya - utara.

Secara umum kecepatan arus dari utara ke selatan semakin berkurang kecepatannya, hal ini bisa dilihat dari perbedaan kecepatan arus di bagian utara dan selatan daerah penelitian pada kondisi air laut surut. Kondisi tersebut disebabkan oleh perbedaan morfologi bawah laut pada kedua daerah tersebut. Di bagian utara, lebar lembah relatif lebih sempit (daerah selat) dengan morfologi membentuk alur bawah laut. Di bagian selatan merupakan daerah perairan terbuka, menyebabkan aliran air laut dan arus terdistribusi pada daerah yang lebih luas dan kecepatan arusnya makin berkurang.

Potensi daya listrik untuk Turbin Kobold saat surut mencapai 60 – 65 kW, dan 20 kW saat pasang selama 13 jam, sedangkan saat neap tide maksimum mencapai 8 kW saat surut dan 4 kW saat pasang dengan waktu efektif selama 11 jam. Potensi daya listrik untuk Turbin Marine Current saat surut mencapai 3 – 3,2 kW dan 1 kW saat pasang dengan masa kerja selama 13 jam dalam sehari semalam, sedangkan saat neap tide maksimum mencapai 0,4 kW saat surut dan 0,2 kW saat pasang dengan waktu efektif selama 10 jam. Jenis turbin ini cukup optimal dan dapat bekerja dengan baik untuk menghasilkan listrik dengan potensi arus yang ada di perairan Pelalawan – Indragiri Hilir.

Kata kunci: kecepatan arus, energi, potensi daya listrik, turbin

ABSTRACT

Current speed during the low waters level in the northern part of survey area range between 1 to 1.5 m/s with southeast and south direction. During the high waters level (HWL) in the both areas range from 0.1 – 0.5 m/s with southwest and north direction.

Generally, the current speed from the north to the south in the survey area is decrease, it can be seen from difference value of current speed at the northern and the southern of the survey area during the low waters level (LWS) condition. These condition caused by the difference of under sea morphology at bothside of areas. At the northern part of survey area, the wide of valley morphology is smaller (straits region) forming the submarine channel. At the southern part in an opening waters region, causing the sea current distributed in regions and the speed more decreasing.

Electrical potency for Kobold Turbine during ebb tide reach 60 - 65 kW, and 20 kW during the flood as long as 13 hours, while during maximum neap tide reach 8 kW during the ebb and 4 kW during the flood with effective time as long as 11 hours. Electrical Potential for Marine Current Turbine during ebb reach 3 – 3.2 kW, and 1 kW during the flood as long as 13 hours, while during maximum neap tide reach 0.4 kW during the ebb and 0.2 kW during the flood with effective time as long as 10 hours. This kind of the turbine is optimum enough and can work well to produce the electricity with existing current potential in waters of Pelalawan – Indragiri Hilir.

Keywords: current speed, energy, electrical potency, turbine

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kebutuhan listrik nasional, secara umum masih bergantung pada penggunaan bahan bakar fosil, masing-masing minyak bumi 51.66%, gas alam 28.57% dan sisanya dipasok dari energi minyak sebesar 15.34% dan energi terbarukan 4.43% (Mukhtasor, 2011). Kondisi yang sama juga dialami oleh sebagian besar daerah-daerah yang berada di Indonesia, diantaranya adalah di wilayah Kabupaten Indragiri Hilir dan Pelalawan, Provinsi Riau. Sebagian besar kebutuhan listriknya masih dipasok dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil, yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (<http://www.pelawankab.bps.go.id>).

Berdasarkan laporan PT. PLN, permintaan listrik terus meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan melonjaknya jumlah penduduk dan berkembangnya kegiatan sektor ekonomi di wilayah Kabupaten Indragiri Hilir dan Pelalawan (<http://www.pelawankab.bps.go.id>). Beberapa kegiatan industri yang berkembang di daerah ini adalah industri pengolahan hasil pertanian, perkebunan, perikanan dan industri pengolahan makanan yang bahan bakunya dari alam. Kondisi ini sangat menyulitkan PLN terutama pada daerah-daerah yang sulit dijangkau oleh listrik, seperti daerah pesisir dan pulau-pulau kecil yang bertebaran di kedua wilayah tersebut. Oleh karena itu, diperlukan suatu terobosan untuk dapat memenuhi kebutuhan listrik pada daerah pesisir dan pulau-pulau kecil yang mulai berkembang kondisi perekonomiannya. Salah satu solusi yang mungkin dapat membantu penyediaan listrik di kedua daerah tersebut diantaranya adalah dengan pengembangan energi laut (arus laut dan pasang surut) untuk tenaga listrik.

Untuk dapat menggunakan energi laut sebagai pembangkit listrik diperlukan suatu penelitian atau pemetaan potensi energi laut yang lengkap dan bertahap. Penelitian dimulai dari inventarisasi potensi sumber daya energi laut, perhitungan potensi daya listrik yang dihasilkan dan studi kelayakan lokasi pembangkit listriknya. Tahap awal yang paling penting adalah mengetahui potensi energi kelautan yang ada saat ini, yaitu dengan cara melakukan penelitian dan pemetaan zonasi potensi energi alternatif kelautan pada lokasi-lokasi yang diperkirakan potensial. Dilihat dari posisi geografis dan sistem perairan regional daerah Kabupaten Indragiri Hilir dan Pelalawan termasuk kedalam sistem perairan Selat Malaka. Perairan Selat Malaka adalah merupakan salah satu perairan di wilayah Indonesia bagian barat

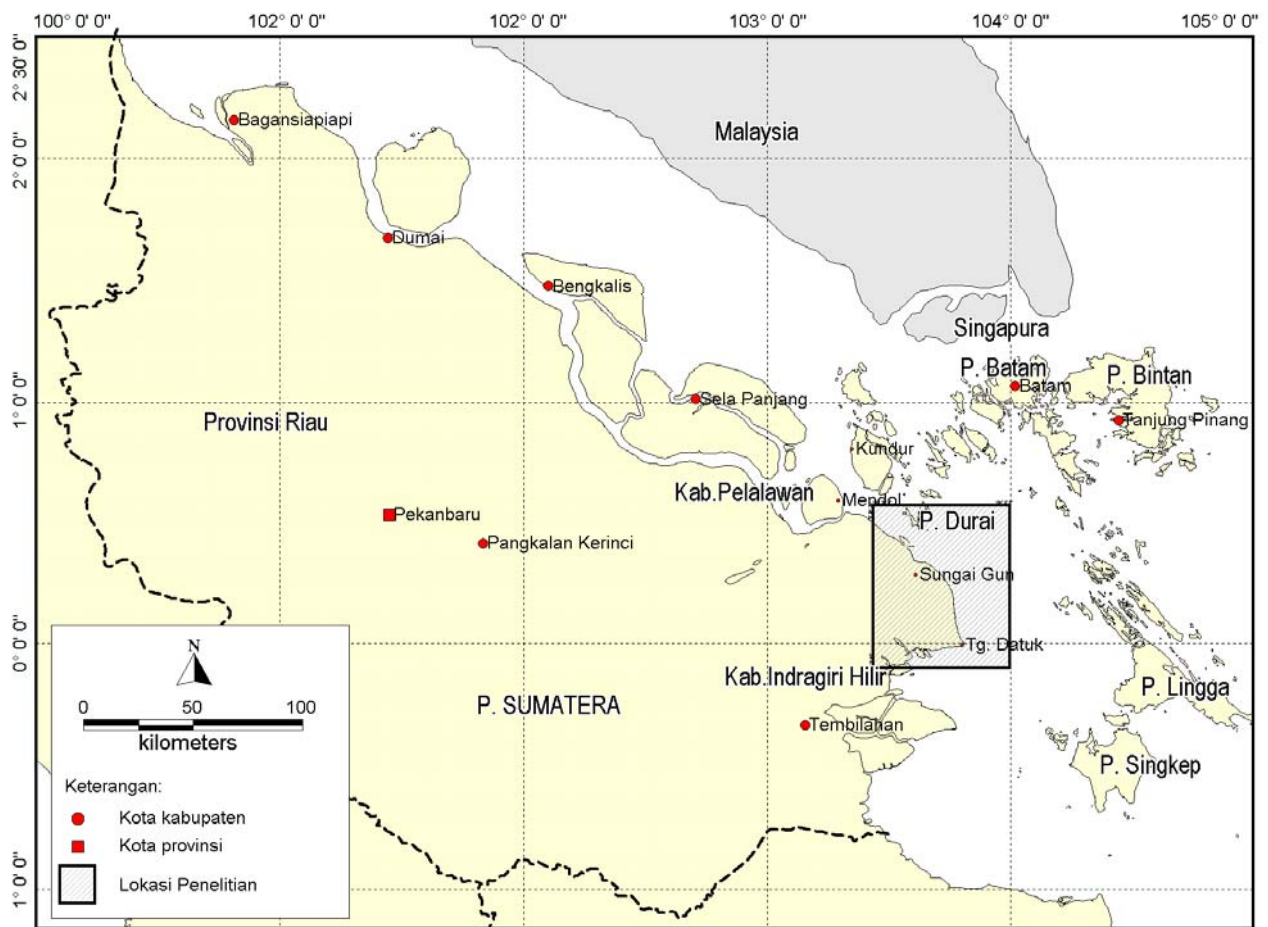
yang mempunyai potensi arus laut cukup kuat (Hadi, 2006). Selain potensi arus, di beberapa tempat di sekitar perairan Selat Malaka mempunyai potensi pasang surut yang cukup potensial, yaitu dengan tunggang air pasang surut yang berkisar antara 4 – 5 meter. Dengan kondisi ini, di daerah Kabupaten Indragiri Hilir dan Pelalawan ada potensi yang dapat dikembangkan di sektor kelautan, yaitu dengan cara memanfaatkan dan mengembangkan potensi energi arus laut atau energi pasang surut. Pemanfaatan energi arus adalah yang paling memungkinkan dibandingkan dengan energi pasang surut, karena untuk pembangunan suatu Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) tidak dibutuhkan anggaran yang terlalu besar, lahan yang luas, teknologinya cukup sederhana dan sudah dikembangkan di Indonesia. Sedangkan untuk pembangkit listrik dari energi pasang surut, selain anggarannya yang sangat besar juga membutuhkan teknologi yang rumit dan lahan yang sangat luas. Oleh karena itu kegiatan penelitian dan pemetaan zonasi potensi energi alternatif kelautan di perairan Pelalawan – Indragiri Hilir ini lebih difokuskan pada penelitian potensi energi dari arus laut.

Kebijakan pemanfaatan energi arus laut sebagai energi alternatif (Energi Baru Terbarukan) di Indonesia selain berdasarkan kondisi ril kebutuhan energi yang besar dan terbatasnya cadangan energi konvensional sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan industri berbahan baku energi konvensional. Pengembangan energi alternatif yang ramah lingkungan merupakan suatu kebijakan nasional dalam rangka menuju ketahanan energi masa depan.

Pengukuran arus dilakukan pada beberapa lintasan di sekitar lokasi daerah penelitian dan pada kedalaman laut lebih besar dari 3 meter (Gambar 1).

Lokasi pengukuran arus terletak di sepanjang pantai antara P. Durai sampai Tanjung Datuk pada kedalaman laut antara 5 – 15 meter. Di utara daerah penelitian, khususnya di selat antara daratan P. Sumatera dan P. Durai lokasi pengukuran dibuat lebih rapat dibandingkan dengan lokasi lainnya. Hal ini disebabkan di lokasi ini kecepatan arusnya relatif lebih besar dibandingkan lokasi lainnya.

Pengukuran pasang surut ini dilakukan saat kondisi air pasang dan kondisi air surut pada posisi bulan *neap tide* (bulan setengah). Kecepatan arus pada posisi bulan *neap tide* adalah kecepatan arus minimal, sedangkan kecepatan arus terbesar



Gambar 1. Lokasi penelitian arus di perairan Kabupaten Pelalawan dan Indragiri Hilir, Provinsi Riau.

terjadi pada saat posisi bulan *spring tide* (bulan penuh atau bulan mati).

Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari kegiatan ini adalah memetakan dan menghitung potensi energi arus laut di wilayah sekitar perairan Pelalawan – Indragiri Hilir yang dapat dikonversi menjadi energi listrik sebagai data awal dari studi kelayakan lokasi rencana pengembangan pembangkit listrik tenaga arus laut. Lebih jauh kegiatan ini dilakukan untuk mendukung strategi penataan ruang dengan lebih menumbuhkembangkan pemanfaatan sumberdaya energi baru terbarukan yang ramah lingkungan.

DASAR TEORI DAN APLIKASI KONVERSI ARUS LAUT

Arus laut merupakan gerakan horizontal massa air laut, sehingga arus laut memiliki energi kinetik yang dapat digunakan sebagai penggerak bagi sebuah rotor pembangkit listrik. Secara global, laut mempunyai sumber energi arus laut yang sangat besar yaitu sebesar $2,8 \times 10^{14}$ (280 triliun) Watt-jam (Duxbury dkk., 2000). Selain itu arus laut ini menarik untuk dikembangkan sebagai pembangkit listrik karena sifatnya yang relatif stabil dan dapat diprediksi.

Pengembangan teknologi ekstraksi energi arus laut ini dilakukan dengan mengadaptasi prinsip teknologi ekstraksi energi dari angin yang telah lebih dulu berkembang yaitu dengan mengubah energi kinetik dari arus laut menjadi energi rotasi dan energi listrik. Kapasitas daya yang dihasilkan dihitung dengan pendekatan

matematis yang memformulasikan daya yang dihasilkan dari suatu aliran fluida yang menembus suatu permukaan A dalam arah yang tegak lurus permukaan, dirumuskan sebagai berikut (Fraenkel, 1999, 2002) :

$$P = \frac{1}{2} \rho A |V|^3$$

Keterangan:

P = daya listrik yang dihasilkan (watt)

ρ = rapat massa air (kg/m^3)

A = luas penampang (m^2)

V = kecepatan (m/s)

Luas permukaan turbin yang dimaksud adalah luas penampang turbin = tinggi turbin x diameter turbin, sehingga besarnya daya yang dihasilkan selain tergantung besarnya kecepatan arus juga akan sangat tergantung pada ukuran dan jenis turbin yang digunakan.

Tidak semua potensi sumber daya yang terkandung dalam arus laut tersebut dapat dikonversi menjadi energi. Secara umum besarnya energi yang dapat diekstrak tergantung dari jenis dan karakteristik turbin itu sendiri seperti ukuran diameter turbin arus. Melalui perhitungan seperti di atas dan dengan pengaitan rumus dengan rumusan energi dan diterapkan pada 2 jenis konverter yang telah diuji coba di perairan Indonesia, yaitu *Kobold* dan *Marine Current* maka dapat diperkirakan potensi daya yang terbangkit pada suatu daerah.

Turbin *Kobold*

Estimasi daya listrik yang dihasilkan dari konversi energi arus laut dengan menggunakan turbin *Kobold* (Coiro dkk., 2005) ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = \frac{1}{2} \rho A |V|^3 \eta$$

Dimana :

P = Daya Listrik yang dihasilkan (kW)

ρ = Berat Jenis Air laut (1.025)

V = Kecepatan Arus (m/sec)

A = Luas Permukaan Blade (m^2) = 40 m^2

η = Koefisien untuk Turbin *Kobold* (%) = 50 %

Mengacu pada rumus hubungan arus dan energi listrik yang dihasilkan pada persamaan di atas dapat dibuat sebuah grafik hubungan antara kecepatan arus dan output energi listrik yang dihasilkan (Gambar 2).

Turbin *Marine Current T-Files ITB*

Untuk mengetahui daya listrik yang dihasilkan dari konversi energi arus laut dengan menggunakan *Marine Current Turbine T-Files* (www.tfiles-Indonesia.com/about) ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$P = \frac{1}{2} \rho A |V|^3 \eta$$

Dimana :

P = Daya listrik yang dihasilkan (watt)

ρ = Massa jenis air (1.025 kg/m^3)

A = Luas penampang turbin = Tinggi turbin x diameter turbin = $1,2 \text{ m}^2$

η = Efisiensi PMG (generator) (%) = 79,07 %

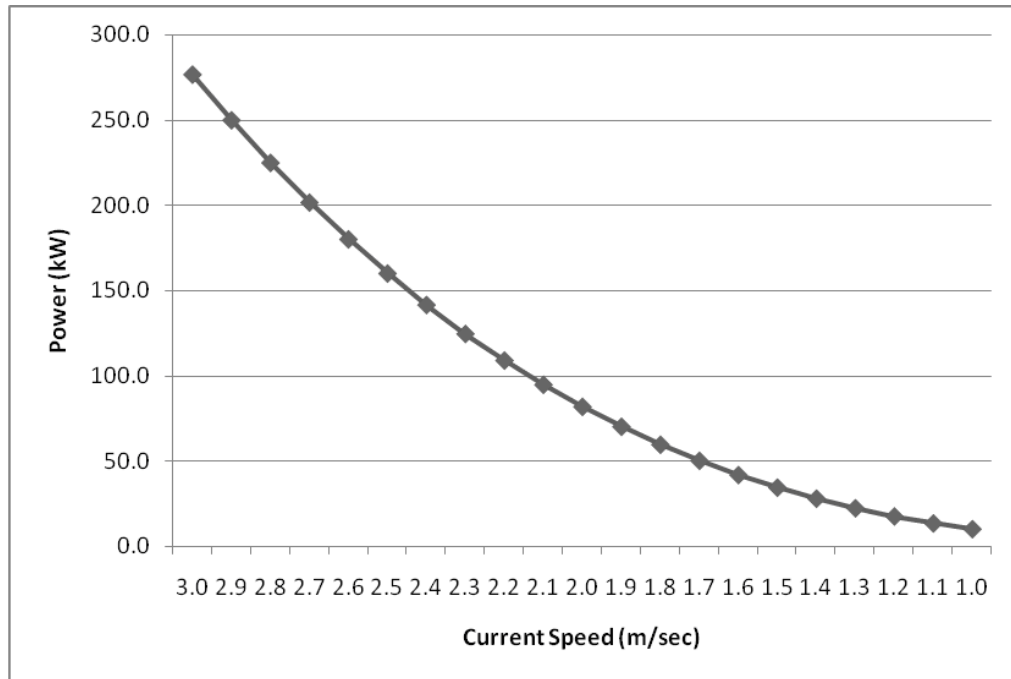
Mengacu pada rumus hubungan arus dan energi listrik yang dihasilkan pada persamaan di atas dapat dibuat sebuah grafik hubungan antara kecepatan arus dan output energi listrik yang dihasilkan (Gambar 3).

METODE PENELITIAN

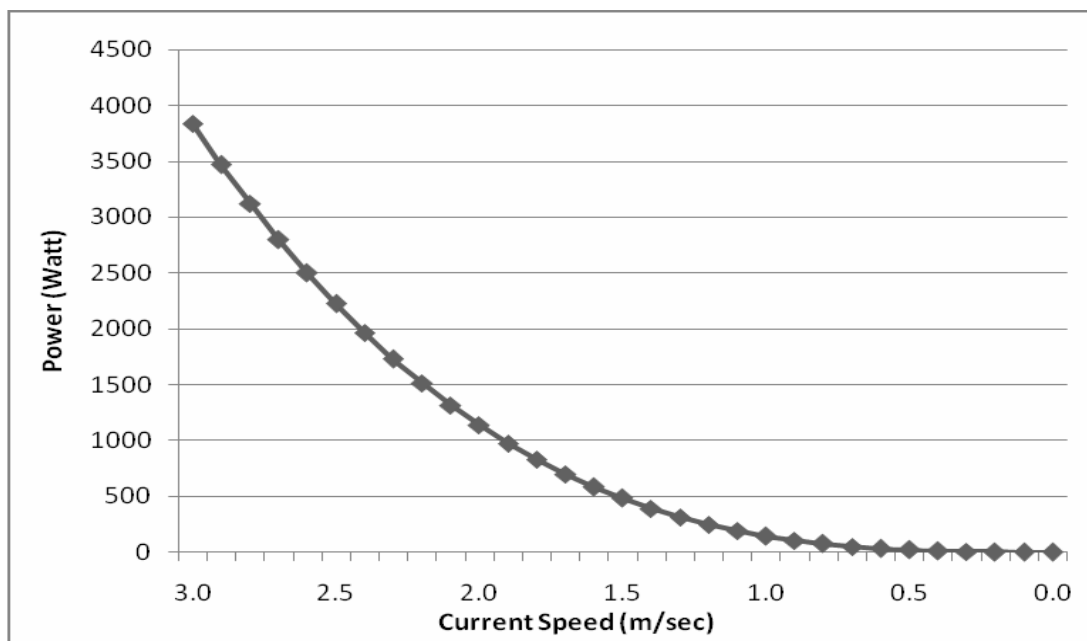
Pengukuran arus pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan peralatan *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP) *Mobile* dan perangkat lunak *Winriver*. Alat ini dapat mengukur arah dan kecepatan arus secara bergerak pada kolom air dengan berbagai kedalaman. Kedalaman kolom air ini terbagi menjadi beberapa lapisan kolom air. Pada pengukuran ini interval lapisan kolom air diset 2 meter dengan *blanking area* pada lapisan kolom air kesatu sebesar 2 meter dari sensor alat ADCP, sehingga data arus terekam mulai dari kedalaman 3 m sampai kedalaman tertentu dengan selang 2 meter.

Prinsip kerja alat ADCP menggunakan efek Doppler dengan pemancaran bunyi pada frekuensi tertentu dan menerimanya kembali setelah dipantulkan. Bunyi ini dipantulkan sebagai akibat adanya pemantul bunyi berupa partikel kecil atau plankton.

Pengukuran arus mobile dilakukan pada kondisi air berbeda, yaitu pada kondisi air pasang dan kondisi air surut. Pemilihan kondisi air ini dimaksudkan untuk mendapatkan variasi/perubahan kecepatan arus dari kecepatan arus saat pasang dan surut. Lintasan pengukuran arus mobile bisa berbentuk zigzag atau searah garis pantai.



Gambar 2. Grafik hubungan kecepatan arus (m/det) dengan daya listrik yang dihasilkan turbin Kobold (kW).



Gambar 3. Grafik hubungan kecepatan arus (m/det) dengan daya listrik yang dihasilkan Turbin Marine Current ITB (Watt).

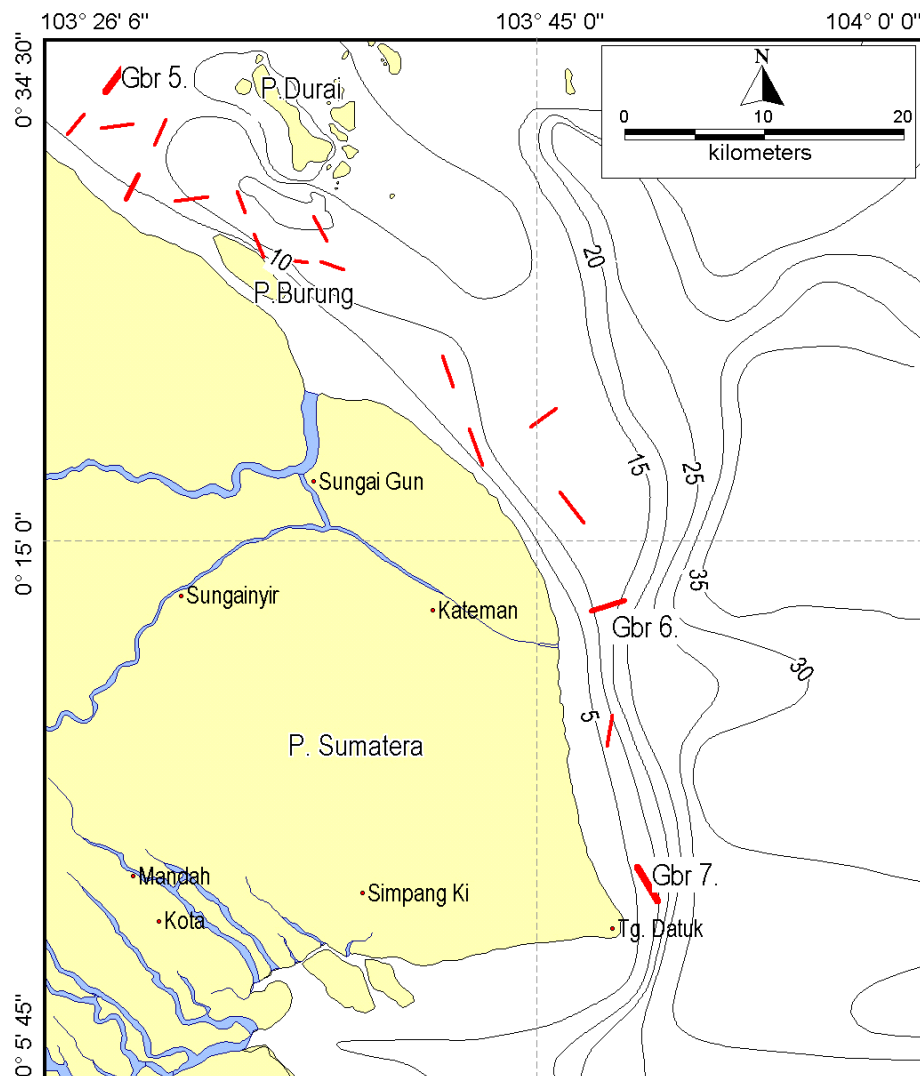
HASIL PENELITIAN

Hasil Pengukuran Arus

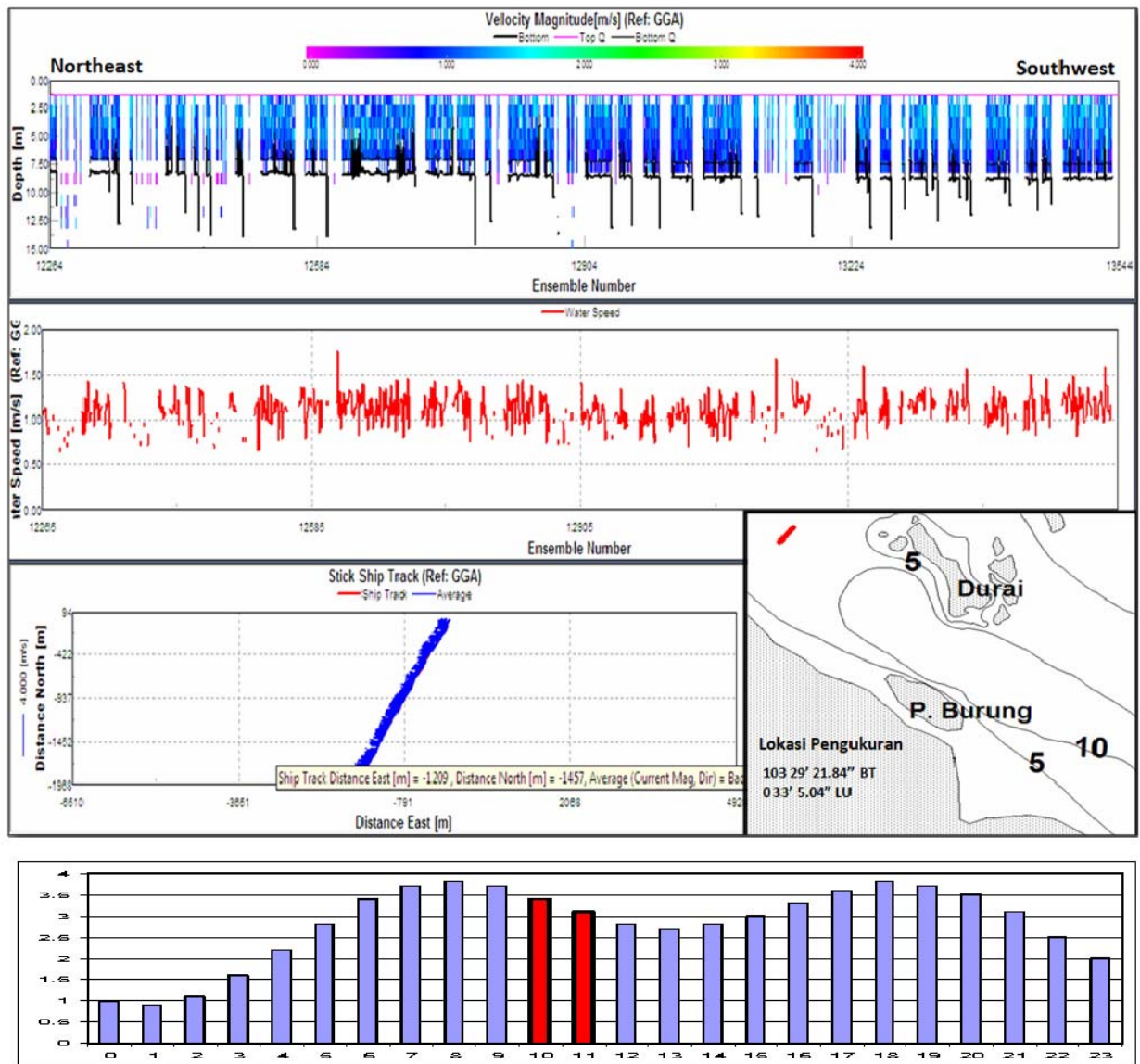
Kegiatan pengukuran arus dilakukan pada 18 lintasan dengan interval waktu perekaman data arus setiap 5 detik, sehingga diperoleh kerapatan data yang cukup baik. Lokasi pengukuran arus tersebut di *overlay* dengan data kedalaman laut sehingga dapat menggambarkan hubungan antara lokasi pengukuran dan morfologi dasar laut (Gambar 4). Dengan bantuan perangkat lunak *Winriver*, data ini selanjutnya ditampilkan dalam bentuk penampang distribusi kecepatan arus secara vertikal untuk setiap lintasan pengukuran yang telah dipilih (Gambar 5, 6 dan 7).

Berdasarkan gambaran tersebut di atas kecepatan arus di utara daerah penelitian berkisar

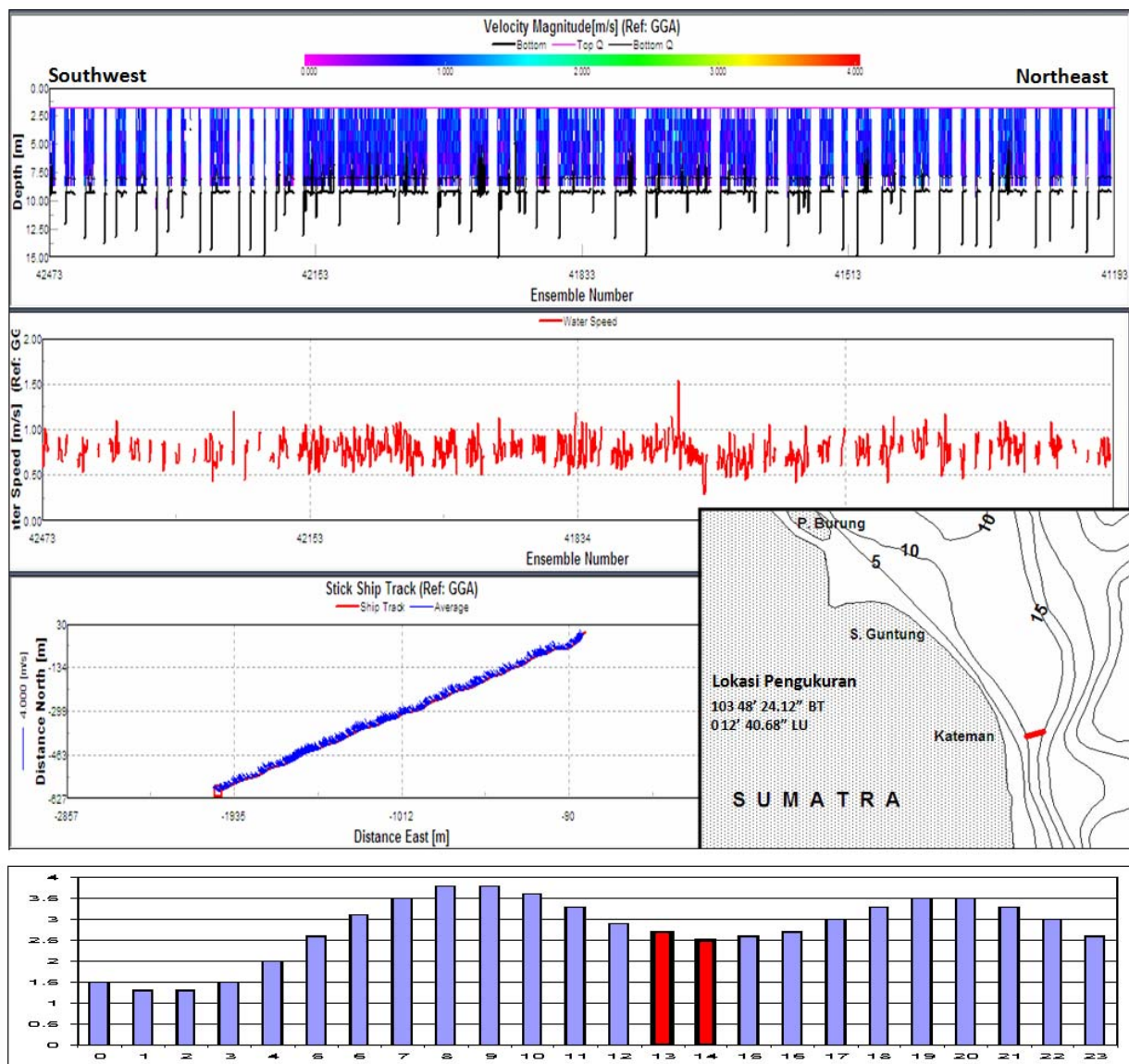
antara 1 – 1,5 m/s pada saat kondisi air surut. Kecepatan arus ini berkurang saat kondisi air menjelang surut minimum menjadi sekitar 0,5 – 1,2 m/s. Sedangkan saat kondisi air pasang kecepatan arus berkisar antara 0,5 – 1,2 m/s. Saat kondisi surut arah arus menuju ke arah barat laut, sedangkan saat pasang arah arus menuju ke arah tenggara. Secara umum kecepatan arus dari utara daerah penelitian ke arah selatan daerah penelitian semakin berkurang kecepatannya, hal ini bisa dilihat dari perbandingan data kecepatan arus pada kondisi air yang sama, yaitu pada kondisi air surut. Di selatan daerah penelitian kecepatan arusnya hanya berkisar antara 0,1 – 0,5 m/s relatif lebih kecil dibandingkan dengan kecepatan arus di utara daerah penelitian. Besar kecilnya kecepatan arus



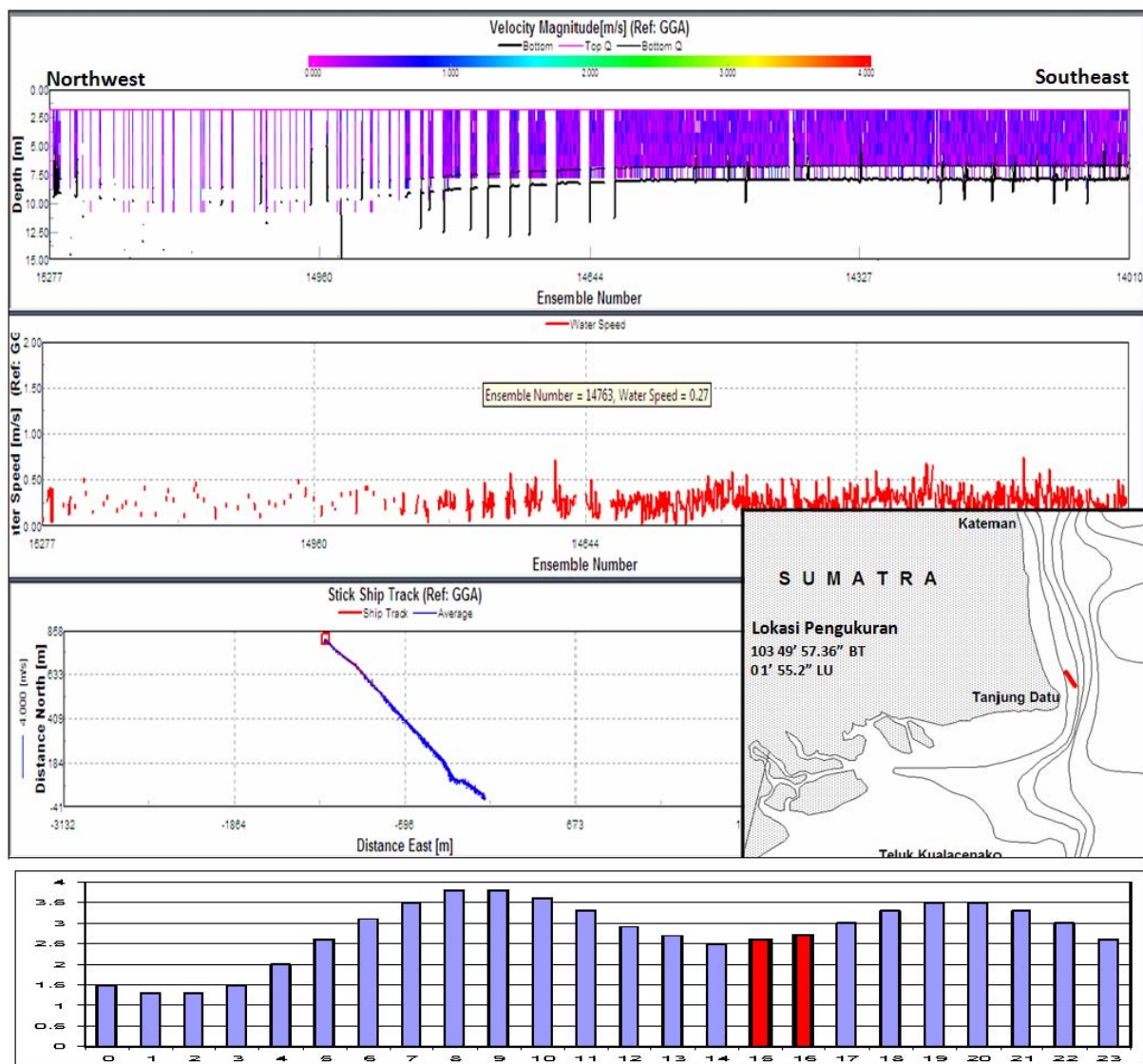
Gambar 4. Peta kedalaman dasar laut dan lintasan pengukuran arus di perairan Kabupaten Pelalawan dan Inragiri Hilir, Provinsi Riau (Rachmat dkk., 2011).



Gambar 5. Hasil pengukuran dan pengolahan data arus di bagian utara daerah penelitian pada saat kondisi air surut dengan arah lintasan timurlaut - baratdaya.



Gambar 6. Data arus di lokasi perairan dekat Kateman (bagian tengah daerah penelitian) pada saat kondisi air menjelang surut minimum dengan arah lintasan timurlaut - baratdaya.



Gambar 7. Data arus di lokasi perairan dekat Tanjung Datuk (daerah bagian selatan) pada saat kondisi air menjelang pasang dengan arah lintasan tenggara - baratlaut.

di daerah penelitian disebabkan oleh perbedaan lebar penampang perairan antara daerah di utara dan selatan daerah penelitian. Di bagian utara, lebar penampang perairan relatif lebih sempit (daerah selat) dengan morfologi dasar laut membentuk alur bawah laut berbentuk huruf V dibandingkan dengan selatan yang merupakan daerah perairan terbuka dan lebar. Bertambahnya lebar penampang perairan menyebabkan aliran air laut dan arus terdistribusi dan menyebar pada daerah yang lebih luas sehingga kecepatan arusnya makin berkurang.

Estimasi Daya Listrik dengan Menggunakan Turbin Kobold dan Marine Current

Estimasi potensi daya listrik yang dihasilkan Turbin Kobold dari potensi arus laut di perairan Pelalawan dan Indragiri Hilir adalah berkisar antara 10 – 65 kW (Gambar 8). Potensi daya listrik maksimum dihasilkan saat kondisi *spring tide* (bulan penuh atau bulan mati) dan potensi daya listrik minimum dihasilkan saat kondisi *neap tide* (bulan setengah penuh).

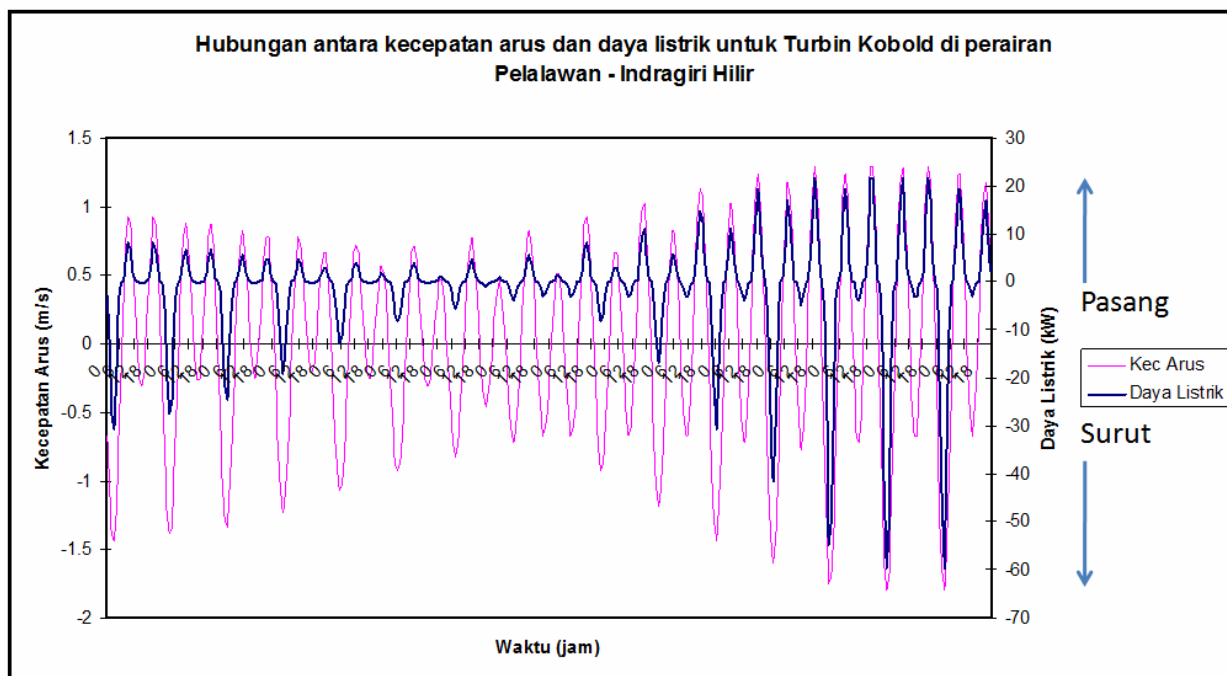
Saat *spring tide* daya listrik yang dihasilkan berkisar antara 20 kW per-hari saat kondisi air pasang dan 60 – 65 kW per-hari saat kondisi air surut. Saat *spring tide* turbin ini dapat bekerja maksimal selama 13 jam per-hari. Sedangkan saat *neap tide* daya listrik yang dihasilkan berkisar

antara 4 kW per-hari saat kondisi air pasang dan 8 kW per-hari saat kondisi air surut. Saat *neap tide* turbin ini dapat bekerja maksimal hanya 11 jam per-hari.

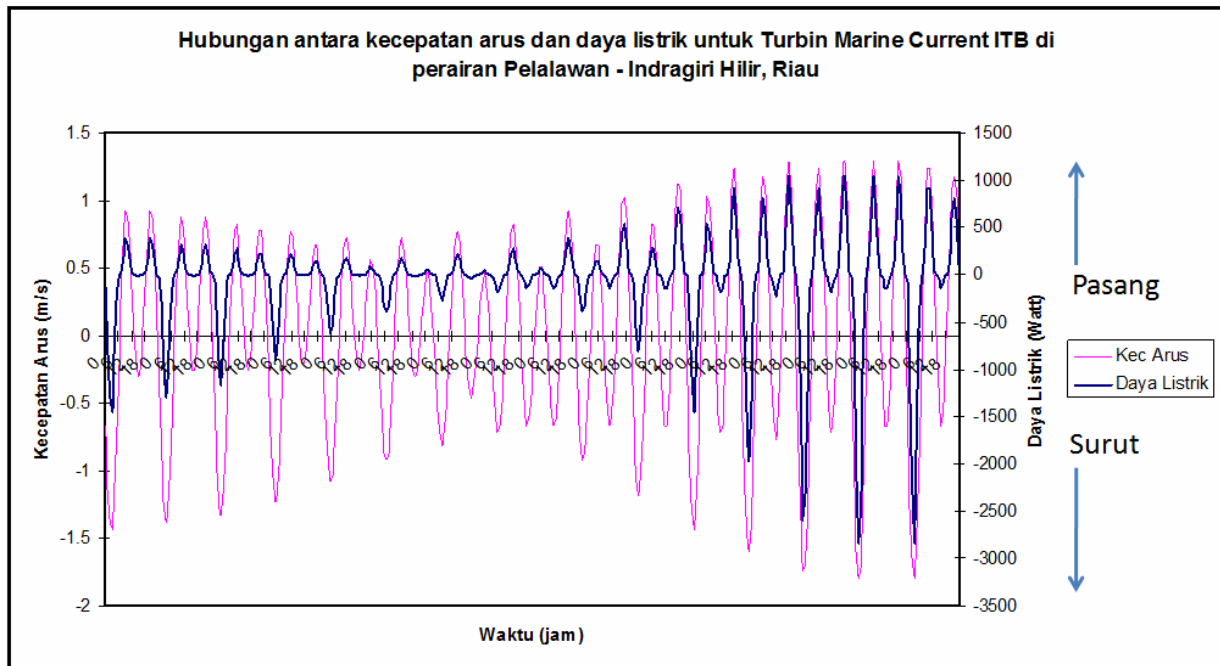
Dengan melihat kapasitas Turbin Kobold yang mencapai kapasitas maksimal 300 kW jenis turbin ini tidak optimal dan tidak dapat bekerja dengan baik untuk menghasilkan listrik dengan potensi arus yang ada di perairan Pelalawan – Indragiri Hilir.

Estimasi potensi daya listrik yang dihasilkan dari Turbin Marine Current dari potensi arus di perairan Pelalawan dan Indragiri Hilir adalah berkisar antara 0,2 kW – 3,5 kW. Potensi daya listrik maksimum dihasilkan saat kondisi *spring tide* (bulan penuh atau bulan mati) dan potensi daya listrik minimum dihasilkan saat kondisi *neap tide* (bulan setengah penuh). Saat *spring tide* daya listrik yang dihasilkan berkisar antara 1 kW saat kondisi air pasang dan 3,5 kW saat kondisi air surut (Gambar 9).

Saat *spring tide* turbin ini dapat bekerja maksimal selama 13 jam per-hari. Sedangkan saat *neap tide* daya listrik yang dihasilkan berkisar antara 0,2 kW saat kondisi air pasang dan 0,4 kW saat kondisi air surut. Saat *neap tide* turbin ini dapat bekerja maksimal hanya 10 jam per hari.



Gambar 8. Hubungan antara kecepatan arus dan daya listrik untuk turbin Kobold di perairan Pelalawan dan Indragiri Hilir.



Gambar 9. Hubungan antara kecepatan arus dan daya listrik untuk Turbin Marine Current di perairan Kabupaten Pelalawan dan Indragiri Hilir.

Dengan melihat kapasitas *Turbin Marine Current* yang mencapai kapasitas maksimal 4 kW jenis turbin ini cukup optimal dan dapat bekerja dengan baik untuk menghasilkan listrik dengan potensi arus yang ada di perairan Pelalawan – Indragiri Hilir. Berdasarkan kondisi perairan Palalawan dan Indragiri Hilir, turbin yang sesuai untuk pengembangan energi listrik adalah Turbin Marine Current .

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian lapangan dan pengolahan data, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut: 1) Potensi energi laut yang memungkinkan untuk dikembangkan di perairan Pelalawan – Indragiri Hilir adalah energi dari arus laut. 2) Daerah yang potensial untuk pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut adalah perairan yang terdapat di utara daerah telitian (selat antara daratan P. Sumatera dan P. Durai), makin ke arah selatan kecepatan arusnya makin menurun. 3) Kecepatan arus saat surut lebih besar dari pada saat pasang. 4) Berdasarkan prototipe turbin yang telah diuji coba di perairan Indonesia (turbin *Kobold* dan *Marine Current*), prototipe turbin *Marine Current* menghasilkan daya listrik yang lebih optimal dan dapat bekerja dengan baik untuk menghasilkan listrik dengan potensi arus yang ada di perairan Pelalawan – Indragiri Hilir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Subaktian Lubis, M.Sc, selaku Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan atas kepercayaannya kepada penulis untuk membantu kegiatan penelitian energi arus di Prov. Riau. Terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. H. Tengku Dahril, M.Sc., selaku Kepala Balitbang Provinsi Riau dan Prof. Dr. Usman M. Tang, MS., selaku Ketua Lembaga Penelitian Unri atas kepercayaan, bantuan dan kerjasamanya. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada rekan-rekan satu tim, yaitu: Andrian Ibrahim, Wilman Darmawan dan Radiono, serta Ibrahim Suriawan dan Subhan (Balitbang Prov. Riau) atas bantuan dan kerjasamanya.

ACUAN

- Coiro, D. P., De Marco A., Nicolisi F., Melone S., Montella F., 2005. *Dynamic Behaviour of the Patented Kobold Tidal Current Turbine : Numerical and Experimental Aspects*, Acta Polytechnica Vol. 45, No. 3, Czech Technical University, Prague.
- Duxbury, A.A. and Sverdrup, K.A., 2000. *An Introduction to The World's Ocean*,. McCraw-Hill, USA.
- Fraenkel, P.,1999. *Power from Marine Currents*, Marine Currents Turbines Ltd.

Fraenkel, P., 2002. *Marine Currents*. J Power and Energy Vol 216 A.

Hadi, S., 2006. *Studi dan Pemetaan Potensi Energi Bayu dan Arus Laut untuk Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan di Indonesia*, ITB, Bandung.

Mukhtasor, 2011. *Strategi Pengembangan Energi Laut di Indonesia*, Aseli, Jakarta.

Rachmat, B., Usman, E., Ibrahim, A., Darmawan, W. dan Radiono, 2011. *Penyelidikan dan*

Pemetaan Zonasi Potensi Energi Alternatif Kalautan di Pesisir Kabupaten Indragiri Hilir dan Palalawan, Provinsi Riau. Kerjasama Badan Litbang Provinsi Riau - Lembaga Penelitian Universitas Riau. Lap. Intern Badan Litbang Provinsi Riau, Pekanbaru: 103 hal.

<http://www.pelalawankab.bps.go.id>

<http://www.tfiles-Indonesia.com/about>