

ANALISIS EKONOMI DAN KEBIJAKAN PENGEMBANGAN ENERGI ARUS LAUT DI SELAT MADURA, PROVINSI JAWA TIMUR

ECONOMIC AND POLICY ANALYSIS OF OCEAN CURRENTS ENERGY DEVELOPMENT IN MADURA STRAIT, EAST JAVA PROVINCE

Adil Mahfudz Firdaus^{1*}, Tridoyo Kusumastanto¹, I Wayan Nurjaya²

¹Program Studi Ekonomi Sumber Daya Kelautan Tropika – Institut Pertanian Bogor;

²Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan – Institut Pertanian Bogor;

INFO ARTIKEL

Naskah Masuk : 20/8/2014
Naskah Direvisi : 15/11/2014
Naskah Diterima : 6/3/2015

Keywords:

*ocean currents energy,
power plant,
energy economic,
energy policy,
Madura Strait*

Kata Kunci:

*energi arus laut,
pembangkit listrik,
ekonomi energi,
kebijakan energi,
selat madura*

ABSTRACT

The increasing of energy use will lead to depletion of fossil energy resources, therefore it is important to develop a renewable energy sources. Ocean currents energy is one of renewable energy which can develop to fulfil high energy demands, especially for electricity needs. Ocean currents energy development needs to be supported by appropriate technologies and policies. In addition, public perceptions on renewable energy also needs to be considered. The economics based on community and economic sectors approach have not been fully studied. Therefore, this paper examines the potential of ocean currents energy development based on economics studies and policy approach. Based on research, Madura Strait has sufficient resource potential to produce energy. WTP analysis showed respondents afford to pay higher electricity amounting to IDR 486,38 kwh. The electricity and gas sector has contributed 1,28 percent after investment injection of 3 MW ocean currents power plant to East Java Province's GRDP 2012. Assessment policy analysis showed infrastructure of power plant as a policy priority in the development of ocean currents energy.

SARI KARANGAN

Kebutuhan energi yang terus meningkat menyebabkan pengurasan sumber energi fosil sehingga penting untuk mengembangkan sumber energi terbarukan. Energi arus laut merupakan salah satu energi terbarukan yang dapat dikembangkan untuk mencukupi permintaan energi yang tinggi, terutama untuk kebutuhan energi listrik. Pengembangan energi arus laut perlu didukung oleh teknologi dan kebijakan yang tepat. Selain itu, pandangan masyarakat mengenai energi terbarukan pun perlu dipertimbangkan. Kajian keekonomian berdasarkan pendekatan masyarakat dan sektor-sektor ekonomi belum sepenuhnya dikaji dalam pengembangan energi arus laut. Oleh karena itu, makalah ini mengkaji potensi pengembangan energi arus laut berdasarkan pendekatan keekonomian dan kebijakan. Berdasarkan hasil penelitian, Selat Madura memiliki potensi sumber daya yang cukup untuk menghasilkan energi. Analisis kemauan membayar memperlihatkan responden memiliki kemauan membayar tarif listrik lebih tinggi, yaitu sebesar Rp 486,38 per kwh. Sektor listrik dan gas mampu berkontribusi sebesar 1,28 persen dengan penambahan investasi Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) 3 MW terhadap PDRB tahun 2012. Analisis kebijakan menunjukkan pembangunan infrastruktur menjadi prioritas utama dalam pengembangan energi arus laut.

@ Warta KIML Vol. 13 No 1 Tahun 2015:65-74

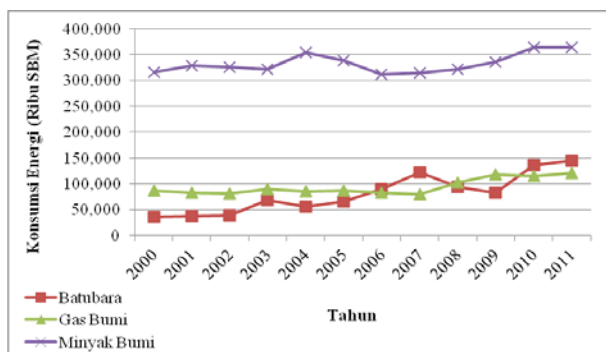
* Corresponding author.
E-mail address: am.firdaus@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu unsur penentu dalam pembangunan ekonomi karena energi merupakan kebutuhan utama manusia. Sektor energi (energi terbarukan dan tidak terbarukan) mampu menggerakkan perekonomian domestik maupun internasional. Permintaan energi di Indonesia yang terus meningkat memerlukan sumber energi baru untuk mencukupi kebutuhan konsumsi energi tersebut. Menurut Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (Ditjen EBTKE – Kementerian ESDM) (2012), beberapa tahun terakhir konsumsi energi Indonesia tumbuh mencapai 7 persen per tahun, sementara konsumsi energi dunia tumbuh hanya 2,6 persen per tahun.

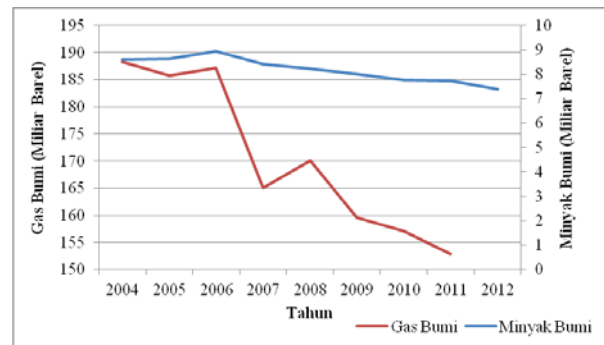
Peningkatan jumlah konsumsi dan terbatasnya sumber energi tidak terbarukan (energi fosil) mendorong pemerintah untuk mengembangkan sumber energi laut sebagai pembangkit energi listrik dengan perencanaan pada tahun 2014, pembangkit energi listrik ini direncanakan berkapasitas 3 MW dari arus laut (Ditjen EBTKE – Kementerian ESDM, 2014). Program tersebut dilakukan untuk mencapai tujuan diversifikasi dan konservasi energi, serta mencukupi kebutuhan energi di Indonesia.

Konsumsi dan cadangan energi fosil Indonesia berdasarkan data Kementerian ESDM – RI terus menunjukkan ketidakseimbangan antara permintaan dan penawaran. Peningkatan konsumsi energi tahun 2000 sampai 2011 pada komoditas batubara adalah sebesar 108,51 (ribu SBM), gas bumi sebesar 34,02 (ribu SBM), dan minyak bumi sebesar 48,56 (ribu SBM), sedangkan penurunan cadangan energi tahun 2004 sampai 2011 pada komoditas gas bumi adalah sebesar 35,45 milyar barel dan minyak bumi sebesar 0,88 milyar barel (Kementerian ESDM, 2012). Tren konsumsi energi disajikan pada Gambar 1(a), sedangkan cadangan energi disajikan pada Gambar 1(b).



Sumber : Kementerian ESDM (2012)

Gambar 1(a). Tren Konsumsi Energi di Indonesia



Sumber : Kementerian ESDM (2012)

Gambar 1(b). Cadangan Energi di Indonesia

Berdasarkan data Kementerian ESDM (2012) pada Gambar 1 tersebut, konsumsi energi fosil di Indonesia meningkat dari tahun 2000 sampai 2011, sedangkan jumlah cadangan energi menurun dari tahun 2004 sampai 2011. Penurunan jumlah cadangan energi di Indonesia diduga selain dipengaruhi oleh jumlah konsumsi energi yang terus meningkat, dipengaruhi juga dengan belum ditemukannya cadangan energi fosil baru terkecuali pada sumber daya batubara. Cadangan sumber daya batubara di Indonesia saat ini adalah sebesar 31 miliar ton, mendapat tambahan sebesar 3 miliar ton karena ditemukannya sumber baru (Wahyuni, 2013). Tren konsumsi dan cadangan energi fosil tersebut menggambarkan bahwa pengembangan sumber energi baru sangat diperlukan. Hal ini termasuk pengembangan penelitian energi terbarukan seperti kajian energi arus laut yang telah dikembangkan secara teknis, namun belum sepenuhnya dilakukan kajian secara keekonomian.

Energi listrik sebagai kebutuhan dasar masyarakat dan unsur penentu dalam pembangunan ekonomi menjadi prioritas penting pemerintah pusat maupun daerah. Kawasan pesisir Madura dan Jembatan Suramadu membutuhkan pasokan listrik yang besar untuk memenuhi kebutuhan listrik penerangan dan konsumsi listrik lainnya. Peran sektor energi menjadi poros utama dalam mencukupi kebutuhan listrik pada suatu daerah. Oleh karena itu, perlu kajian mengenai potensi pengembangan energi arus laut di Selat Madura dan kajian tentang kebijakan ekonomi energi laut khususnya energi arus laut.

Berdasarkan uraian penelitian, tujuan dari penelitian ini: (1) menganalisis kemauan membayar (*willingness to pay-WTP*) masyarakat mengenai tarif listrik pembangkit listrik tenaga arus laut (PLTAL); (2) mengkaji kemungkinan pengembangan energi arus laut di wilayah Selat

Madura; dan (3) merumuskan arahan kebijakan ekonomi pengembangan energi arus laut agar mampu mendorong perekonomian daerah.

2. KERANGKA TEORI

2.1. Energi Arus Laut

Arus merupakan gerakan horizontal maupun vertikal dari massa air secara terus menerus sampai tercapai keseimbangan gaya-gaya yang bekerja, seperti gaya gravitasi, tekanan angin, tekanan atmosfer, seismik, dan gaya koriolis, serta gaya friksi. Aliran arus relatif konstan dalam memindahkan sejumlah besar massa air dari satu tempat ke tempat lainnya. Arus laut terbentuk dari tenaga angin, pasang surut, ataupun perbedaan tekanan. Pembentukan arus tersebut menghasilkan gerak di perairan, gerak perairan (arus) kemudian dikonversi menjadi energi listrik.

Teknologi konversi arus laut menjadi energi listrik yang saat ini berkembang adalah dengan menggunakan turbin. Turbin digerakkan oleh arus laut, kemudian energi gerak (mekanik) dikonversi menjadi energi listrik. Mekanisme kerja konversi energi ini tidak jauh berbeda dengan mekanisme konversi energi angin yang juga memanfaatkan putaran turbin. Prinsip teknologi pembangkit listrik tenaga arus laut untuk mendapatkan energi optimal memanfaatkan kecepatan arus laut minimum 2 meter/detik, dengan kecepatan arus ideal sebesar 2,5 meter/detik (Dewan Perwakilan Daerah, 2010).

2.2. Konsep Ekonomi

Energi baru terbarukan memiliki peran penting untuk menunjang masa depan energi dunia. Tingkat konsumsi energi meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, menyebabkan penurunan cadangan energi fosil secara cepat dan tentu akan berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi. Keterbatasan sumber energi fosil tersebut mengarahkan pada pengembangan energi baru terbarukan. Pertumbuhan ekonomi perlu ditunjang dengan pembangunan berkelanjutan, yaitu dengan pemakaian sumber energi baru terbarukan.

Kriteria pembangunan berkelanjutan antara lain harus menjaga keseimbangan lingkungan, dan perekonomian yang efisien, serta menuju pemerataan pendapatan secara ekonomi, sosial maupun budaya. Pembangunan berkelanjutan tersebut mengarah pada pendekatan sistem ekologi ekonomi (*ecological economics*). Sektor energi memiliki peran krusial dalam pertumbuhan ekonomi, sehingga pembangunan berkelanjutan

dengan pendekatan sistem ekologi ekonomi perlu diterapkan untuk menjaga kestabilan ekonomi dan keberlanjutan energi.

Kelangkaan atas suatu sumber daya berdasarkan penilaian ekonomi dapat menyebabkan kebutuhan manusia tidak dapat terpenuhi, ada peluang yang hilang saat memanfaatkan sumber daya (*opportunity cost*), efisiensi kebutuhan akan berkurang atau terjadi pemborosan, dan terjadi konflik sosial. Konsep *blue economy* dapat menjawab kelangkaan sumber daya tersebut karena memiliki keterkaitan erat dengan kondisi keberlanjutan, efisien, dan nilai tambah ekonomi, serta *zero waste*. Penerapan konsep tersebut dalam sektor energi yaitu pemanfaatan sumber energi baru terbarukan. Sumber energi baru terbarukan yang bersumber dari laut merupakan alternatif sumber energi yang potensial di Indonesia.

2.3. Konsep Kebijakan

Kecukupan energi terkait dengan hajat hidup masyarakat secara luas, kepentingan utama bagi masyarakat dunia. Peran kebijakan atas sumber energi menjadi sangat penting, karena menyangkut kepentingan bersama. Kebijakan merupakan pendorong dan pengontrol pelaksanaan ataupun penerapan suatu program sehingga program tersebut dapat terlaksana dan mencapai tujuan. Pengelolaan energi yang meliputi penyediaan, pemanfaatan, dan pengusahaannya harus dilaksanakan secara berkeadilan, berkelanjutan, optimal, dan terpadu guna memberikan nilai tambah bagi perekonomian. Menurut Field (2002), kebijakan lingkungan tidak hanya berdampak terhadap lingkungan, akan tetapi juga berdampak pada masyarakat. Oleh karena itu, kebijakan merupakan salah satu hal mendasar yang perlu disusun secara tepat, agar tujuan dapat tercapai.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam makalah ini adalah metode studi kasus. Penelitian ini dilakukan di Desa Sukolilo Barat dan perairan Jembatan Suramadu, Madura, Provinsi Jawa Timur. Pemilihan lokasi penelitian mempertimbangkan kebutuhan listrik masyarakat pesisir dan Jembatan Suramadu, serta ketersediaan teknologi konversi energi arus laut. Jenis data yang digunakan adalah data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari pengisian kuesioner hasil wawancara dengan responden. Data sekunder meliputi data teknologi

Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL), karakteristik daerah penelitian, data sosial ekonomi masyarakat, serta data pendukung lain. Pengambilan contoh dilakukan secara *purposive* berdasarkan kriteria penelitian.

3.2. Metode Analisis Data

Analisis Kemauan Membayar

Analisis kemauan membayar (WTP) menggunakan pendekatan secara langsung sehingga nilai ekonomi diperoleh langsung dengan mewawancarai responden mengenai kemauan untuk membayar tarif listrik PLTAL jika dimanfaatkan sebagai sumber listrik masyarakat. Penentuan nilai WTP menggunakan persamaan regresi sebagai berikut:

$$WTP = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + e_i \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- WTP = Nilai WTP
- X₁ = Jumlah anggota keluarga (orang)
- X₂ = Pendapatan keluarga (rupiah per bulan)
- X₃ = Pembayaran listrik (rupiah per bulan)
- X₄ = Persepsi ketersediaan listrik PT. PLN (bernilai 1 jika “tidak baik”, bernilai 2 jika “kurang baik”, bernilai 3 jika “biasa saja”, dan bernilai 4 jika “baik”, serta bernilai 5 jika “sangat baik”).
- X₅ = Pekerjaan atau mata pencaharian responden (bernilai 1 jika “wirausaha/ pedagang”, bernilai 2 jika “pegawai swasta”, bernilai 3 jika “PNS/POLRI”, dan bernilai 4 jika “nelayan”)
- b₀ = Intersep
- b₁ – b₅ = Koefisien regresi
- e_i = Galat

Menurut Nababan dkk. (2008), variabel harga listrik yang diproksi dengan WTP dapat dimungkinkan dengan alasan bahwa WTP konsumen dapat mengungkapkan nilai atau harga yang sebenarnya dari suatu barang atau jasa, dan WTP dapat digunakan sebagai dasar dalam penentuan harga.

Analisis Input-Output

Analisis *input-output* (I-O) digunakan untuk mengkaji peranan sektor energi dalam perekonomian. Analisis dilakukan untuk mengetahui indeks daya penyebaran dan derajat kepekaan dengan metode RAS atau pemutakhiran

data berdasarkan transaksi atas dasar harga produsen. Metode RAS merupakan suatu metode untuk memperkirakan matriks koefisien input yang baru pada tahun t “A(t)” dengan menggunakan informasi koefisien input tahun dasar “A(0)” (Badan Pusat Statistik 2009). Pemutakhiran dilakukan pada I-O tahun 2000 dan 2006 menjadi I-O tahun 2012. Pendekatan analisis I-O juga dilakukan untuk memperoleh gambaran kontribusi sektor energi.

Analisis Kebijakan

Proses hierarki analitik (AHP) digunakan untuk mengorganisasikan informasi dan mengambil keputusan dalam memilih alternatif yang tepat. Penyusunan alternatif kebijakan dilakukan dengan menggabungkan penilaian pakar. Reponden yang sudah ditentukan diberikan informasi mengenai penelitian oleh peneliti. Hasil penilaian pakar kemudian diolah dengan AHP untuk menentukan alternatif kebijakan. Penilaian kriteria dan alternatif dilakukan oleh beberapa pakar multidisipliner terkait dengan pengembangan energi arus laut. Konsekuensinya penilaian beberapa pakar tersebut perlu dicek konsistensinya satu persatu. Penilaian yang konsisten kemudian digabungkan dengan menggunakan rata-rata geometrik untuk menghasilkan alternatif kebijakan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Balai Pengkajian dan Penelitian Hidrodinamika – Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPH-BPPT) telah mengembangkan sebuah prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) yang diujicobakan dikawasan perairan Jembatan Suramadu. Prototipe PLTAL ini memiliki kapasitas terpasang sebesar 10 kilowatt (kW) dengan sistem terapung di perairan. Ujicoba PLTAL menghasilkan daya listrik total yang mampu disimpan selama 4 hari ujicoba sebesar 10.864 watt.

4.1. Kemauan Membayar Tarif Listrik

Pengukuran *willingness to pay* (WTP) atau kemauan membayar responden bertujuan untuk menganalisis berapa besar responden mampu dan mau berkontribusi dalam pemakaian sumber energi listrik tenaga arus laut. Nilai WTP akan dipengaruhi oleh faktor-faktor yang ada pada masyarakat untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi nilai WTP tersebut, dibangun sebuah model persamaan. Persamaan tersebut dibangun berdasarkan beberapa peubah yang

diduga mempengaruhi nilai WTP masyarakat.

Faktor-faktor yang diduga memiliki peluang mempengaruhi kemauan membayar responden antara lain jumlah anggota keluarga, pendapatan keluarga, pembayaran listrik, dan ketersediaan listrik, serta mata pencaharian responden. Faktor-faktor tersebut diduga mempengaruhi responden membayar tarif listrik PLTAL. Selain faktor-faktor tersebut, pengambilan keputusan membayar tarif listrik PLTAL juga dipengaruhi oleh kesediaan menggunakan PLTAL.

Kesediaan responden dalam menggunakan energi arus laut merupakan keputusan penting. Hal ini dikarenakan ketika seluruh responden tidak bersedia menggunakan energi arus laut, pengembangan PLTAL pun akan sulit untuk dilakukan pada kawasan tersebut. Kesediaan responden untuk menggunakan energi arus laut sebagai sumber energi listrik dari 50 responden sebesar 86 persen responden bersedia dan 14 persen responden tidak bersedia untuk menggunakan.

Kesediaan responden untuk menggunakan PLTAL diduga karena responden menginginkan sumber energi yang aman dan tidak ada gangguan. Adapun responden yang tidak bersedia menggunakan energi terbarukan ini menganggap PLTAL masih baru (belum pernah diujicobakan) sehingga apabila digunakan gangguan listrik akan lebih sering terjadi. Perbedaan kesediaan responden menggunakan energi arus laut tersebut diduga karena pemahaman masyarakat tentang energi arus laut.

Pendugaan peluang kesediaan responden membayar dilakukan dengan menggunakan model regresi logit. Model regresi logit digunakan untuk melihat peluang kejadian responden yang bersedia menggunakan PLTAL. Model tersebut dibangun dengan peubah dependen, yaitu peluang responden bersedia atau tidak bersedia membayar dan peubah independen yaitu jumlah anggota keluarga (X_1), pendapatan keluarga (X_2), pembayaran listrik (X_3), dan persepsi ketersediaan listrik (X_4), serta mata pencaharian responden (X_5). Hasil regresi logit peluang responden bersedia atau tidak bersedia membayar disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Regresi Logit Peluang Responden Bersedia atau Tidak Bersedia Membayar Tarif Listrik PLTAL.

Peubah	Koefisien	Sig	Exp (β)	Keterangan
<i>Constant</i>	-6,915	0,61	0,001	
X_1	2,195	0,040	8,983	Berpengaruh nyata**
X_2	0,000	0,503	1,000	Tidak berpengaruh nyata
X_3	0,000	0,799	1,000	Tidak berpengaruh nyata
X_4		0,513		Tidak berpengaruh nyata
$X_4(1)$	-1,422	0,469	0,241	Tidak berpengaruh nyata
$X_4(2)$	1,334	0,380	3,795	Tidak berpengaruh nyata
X_5		0,211		Tidak berpengaruh nyata
$X_5(1)$	23,230	0,999	1,226E10	Tidak berpengaruh nyata
$X_5(2)$	4,899	0,034	134,116	Berpengaruh nyata**
$X_5(3)$	22,625	0,999	6,695E9	Tidak berpengaruh nyata

Keterangan: ** Pada tingkat taraf nyata 5 persen

Berdasarkan hasil analisis, diduga model merupakan model yang baik karena pada Tabel *Omnibus Test of Model Coefficients P-value* sebesar 0,010 lebih kecil dari taraf nyata $\alpha = 5$ persen. Nilai *-2 Log-likelihood* sebesar 20,511, *Cox & Snell R Square* sebesar 0,329, dan *Nagelkerke R Square* sebesar 0,594. Hasil perhitungan *Goodness-of-Fits test: Hosmer and Lemeshow Test* adalah sebesar 0,286, nilai *Sig* tersebut lebih besar dari taraf nyata $\alpha = 5$ persen dan *Overall Percentage* yang dihasilkan sebesar 92 persen. Model yang dapat dibangun berdasarkan peubah yang berpengaruh nyata (Tabel 1) terhadap kemauan membayar responden adalah:

$$L_i = -6,915 + 2,195 X_1 + 4,899 X_5(2) + e_i \dots (2)$$

Berdasarkan model tersebut, peubah independen yang berpengaruh nyata terhadap kemauan membayar responden yaitu jumlah anggota keluarga dan mata pencaharian responden. Peubah jumlah anggota keluarga (X_1) memiliki nilai *Sig* sebesar 0,040 yang artinya peubah tersebut berpengaruh nyata terhadap peluang responden untuk bersedia membayar tarif listrik yang memanfaatkan PLTAL pada taraf nyata $\alpha = 5$ persen. *Exp (β)* atau *odds ratio* diperoleh sebesar 8,983 yang berarti responden dengan jumlah anggota keluarga lebih banyak memiliki peluang untuk membayar sebesar 8,983 kali dibandingkan

dengan responden yang memiliki jumlah anggota keluarga lebih sedikit. Nilai koefisien pada peubah bertanda positif (+) yang berarti semakin banyak jumlah anggota keluarga, semakin besar kecenderungan peluang responden untuk bersedia membayar tarif listrik.

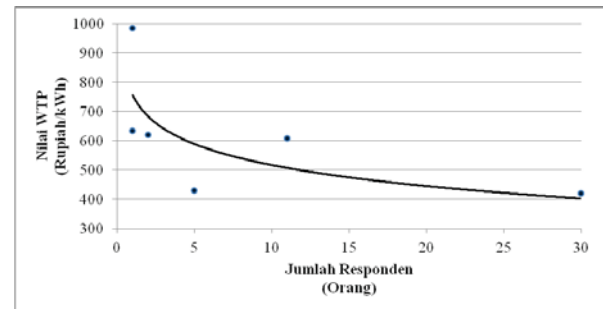
Peubah mata pencaharian responden (X_5) merupakan peubah *dummy* yang menyatakan responden dengan mata pencaharian wirasusaha atau pedagang memiliki nilai 1, swasta memiliki nilai 2, PNS atau POLRI memiliki nilai 3, dan Nelayan memiliki nilai 4. Peubah $X_5(2)$ atau swasta memiliki nilai *Sig* sebesar 0,034 yang artinya peubah tersebut berpengaruh nyata terhadap peluang responden untuk bersedia membayar tarif listrik yang memanfaatkan PLTAL pada taraf nyata $\alpha = 5$ persen. *Exp* (β) atau *odds ratio* diperoleh sebesar 134,116 yang berarti responden dengan memiliki peluang untuk membayar sebesar 134,116 kali dibandingkan dengan responden yang memiliki mata pencaharian lain. Nilai koefisien pada peubah bertanda positif (+) yang berarti peubah mata pencaharian memiliki pengaruh positif terhadap peluang responden untuk bersedia membayar tarif listrik yang memanfaatkan PLTAL.

Peubah-peubah lain tidak berpengaruh nyata terhadap peluang responden bersedia membayar tarif listrik PLTAL. Hal ini diduga karena pengambilan keputusan membayar tarif listrik tidak dipengaruhi secara nyata oleh pendapatan keluarga, pembayaran listrik, dan persepsi ketersediaan listrik, yaitu kapasitas listrik pada tempat tinggal responden telah ditetapkan, pembayaran listrik dipengaruhi oleh pemakaian listrik oleh jumlah anggota keluarga, dan persepsi ketersediaan listrik cukup baik. Dugaan nilai WTP (EWTP) responden dihitung berdasarkan data distribusi WTP responden. Data distribusi kemauan membayar responden disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi WTP Responden Masyarakat Desa Sukolilo Barat

Kelas WTP (Rupiah/kwh)	Frekuensi (Responden)	Frekuensi Relatif (P/f)	Jumlah (Rupiah/kwh)
(a)	(b)	(d = b/c)	(a x d)
420	30	0,6	252
430	5	0,1	43
610	11	0,22	134,2
620	2	0,04	24,8
635	1	0,02	12,7
984	1	0,02	19,68
WTP	50 (c)	1	486,38

Kelas WTP didapatkan dengan menentukan terlebih dahulu nilai terkecil hingga terbesar nilai WTP yang ditawarkan kepada responden. Hasil yang didapat bahwa nilai EWTP sebesar Rp 486,38 per kwh. Kemauan membayar responden terhadap tarif listrik juga dapat dilihat berdasarkan kurva permintaan WTP terhadap pembayaran tarif listrik PLTAL. Kurva permintaan WTP responden ini disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva Permintaan WTP terhadap Pembayaran Tarif Listrik PLTAL

Berdasarkan Gambar 1, dapat diduga bahwa jumlah responden yang bersedia membayar tarif listrik PLTAL pada tingkat nilai WTP yang paling rendah lebih besar dibandingkan dengan tingkat nilai WTP tertinggi. Berdasarkan hasil perhitungan regresi berganda nilai WTP, model regresi berganda WTP kemauan membayar responden terhadap tarif listrik PLTAL adalah sebagai berikut:

$$WTP = 320,915 - 15,048 X_1 + 4,181E-5 X_2 + 0,001 X_3 + 19,387 X_4 - 9,798 X_5 + e_1 \dots (3)$$

Peubah yang menunjukkan pengaruh nyata terhadap model adalah pendapatan (X_2) dan pembayaran listrik (X_3). Peubah pendapatan memiliki nilai *Sig* sebesar 0,048 yang artinya peubah berpengaruh nyata terhadap nilai WTP pada taraf nyata $\alpha = 5$ persen. Nilai koefisien bertanda positif (+) diduga peningkatan pendapatan responden sebesar satu rupiah akan meningkatkan nilai WTP sebesar Rp 4,181E-5 per kwh. Hal ini diduga karena pendapatan yang semakin tinggi mempengaruhi responden untuk membayar lebih tinggi. Peubah pembayaran listrik juga mempengaruhi nilai WTP secara nyata, peubah ini memiliki nilai *Sig* sebesar 0,066 yang artinya peubah berpengaruh nyata terhadap nilai WTP pada taraf nyata $\alpha = 10$ persen. Nilai koefisien peubah pembayaran listrik bertanda positif (+) diduga peningkatan jumlah pembayaran listrik akan mempengaruhi nilai WTP.

Rata-rata nilai WTP keseluruhan adalah sebesar Rp 486,38 per kwh dengan selang minimum Rp 381,73 per kwh dan maksimum Rp 593,83 per

kwh. Nilai WTP memang lebih tinggi dari harga daya listrik PT. PLN yaitu sebesar Rp 415 per kwh. Hal ini diduga karena penilaian kesanggupan responden berdasarkan peubah yang mempengaruhi nilai WTP secara nyata yaitu pendapatan (X_2) dan pembayaran listrik (X_3).

Berdasarkan surplus ekonomi, diduga terjadi surplus konsumen pada penilaian kemauan membayar responden tersebut. Surplus konsumen terjadi apabila jumlah maksimum yang mampu konsumen bayar lebih besar dari pada jumlah aktual harus dibayar dalam mendapatkan barang atau jasa. Responden Desa Sukolilo Barat mau membayar lebih tinggi dari pada harga listrik PT. PLN. Oleh karena itu, terjadi surplus ekonomi yaitu surplus konsumen sebesar Rp 71,38 per kwh dari rata-rata kemauan membayar tarif listrik sebesar Rp 486,38 per kwh.

Berdasarkan hasil kajian Luhur dkk. (2013), tarif listrik PLTAL adalah sebesar Rp 1.268,00 per kwh. Hal tersebut menunjukkan tarif listrik PLTAL masih lebih tinggi dibandingkan dengan tarif listrik berdasarkan nilai WTP responden. Oleh karena itu, penentuan tarif listrik PLTAL memerlukan penyesuaian agar dapat ditawarkan kepada masyarakat apabila sumber energi terbarukan ini dioperasikan untuk pasokan listrik masyarakat. Tarif listrik PLTAL yang relatif masih tinggi diduga

disebabkan oleh biaya produksi listrik yang masih tinggi (teknologi PLTAL yang ada saat ini belum efisien secara ekonomi). Pengembangan PLTAL sebagai sumber energi listrik yang memasok kebutuhan listrik masyarakat diharapkan mampu mendorong pergerakan ekonomi secara positif, sehingga terjadi pertumbuhan ekonomi yang positif demi kesejahteraan rakyat.

4.2. Pengembangan Sektor Energi

Pengembangan sektor energi sangat penting dalam pertumbuhan perekonomian. Analisis Input Output (I-O) dilakukan untuk menggambarkan peran sektor energi terhadap perekonomian di Provinsi Jawa Timur. Klasifikasi sektor ekonomi pada analisis I-O berdasarkan klasifikasi PDRB Provinsi Jawa Timur dan asumsi sektor energi. Analisis I-O menggunakan pendekatan indeks daya penyebaran dan derajat kepekaan. Suatu sektor memiliki nilai indeks daya penyebaran lebih dari satu dianggap berperan cukup besar dalam mendorong pertumbuhan sektor-sektor lain, sedangkan suatu sektor yang mempunyai nilai indeks derajat kepekaan lebih besar dari satu berarti mempunyai tingkat ketergantungan yang tinggi terhadap sektor lain. Indeks daya penyebaran dan derajat kepekaan Provinsi Jawa Timur disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Indeks Daya Penyebaran dan Derajat Kepekaan Provinsi Jawa Timur pada Tahun 2012

Sektor	Indeks Daya Penyebaran	Indeks Derajat Kepekaan
1 Pertanian, Peternakan, Kehutanan dan Perikanan	0,80	0,89
2 Pertambangan Minyak dan Gas Alam	1,34	2,30
3 Pertambangan Non Minyak dan Gas	0,76	1,20
4 Industri Pengolahan	1,29	0,77
5 Listrik dan Gas Kota	1,13	0,86
6 Air Bersih	1,00	0,97
7 Konstruksi, Perdagangan, Hotel dan Restoran	1,04	0,58
8 Pengangkutan dan Komunikasi	0,97	1,17
9 Keuangan, Persewaan dan Jasa Perusahaan	0,86	0,73
10 Jasa-jasa	0,82	0,52

Nilai indeks daya penyebaran sektor pertambangan minyak dan gas alam, dan sektor listrik dan gas kota diketahui lebih besar dari satu, maka diduga sektor tersebut memberikan daya dorong yang kuat dalam menggerakkan perekonomian. Indeks derajat kepekaan sektor listrik dan gas kota memiliki nilai lebih kecil dari satu, diduga sektor tersebut mempunyai tingkat ketergantungan rendah terhadap sektor lain.

Kelayakan investasi sektor ekonomi dapat diketahui dari nilai indeks daya penyebaran dan derajat kepekaan. Penentuan sektor dilakukan

ketika pemerintah memiliki keterbatasan dana yang terbatas untuk mengembangkan setiap sektor ekonomi, maka perlu ditentukan sektor ekonomi yang strategis. Menurut Daryanto (2010), apabila pemerintah mempunyai dana yang cukup besar, pengembangan sektor ekonomi yang memiliki indeks daya penyebaran dan derajat kepekaan lebih besar dari satu merupakan pilihan strategis karena memberikan dampak terhadap pertumbuhan ekonomi baik itu melalui kenaikan *aggregate demand* maupun *aggregate supply*. Keterbatasan dana membuat pemerintah harus

menentukan sektor strategis, maka sektor ekonomi yang memiliki potensi paling tinggi antara lain sektor pertambangan minyak dan gas. Oleh karena itu, pengembangan sektor energi memiliki potensi strategis dalam menggerakkan perekonomian.

Kontribusi sektor minyak dan gas alam dan sektor listrik dan gas kota lebih rendah dibandingkan sektor ekonomi lain. Nilai indeks

daya penyebaran dan derajat kepekaan sektor tersebut diketahui lebih besar dari 1 (kecuali nilai indeks derajat kepekaan sektor listrik dan gas kota). Hal ini diduga karena sektor ekonomi lain memiliki peran dominan dalam perekonomian. Kontribusi sektor-sektor ekonomi dan investasi PLTAL (3 MW) terhadap PDRB tahun 2008 – 2012 disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kontribusi Sektor Ekonomi Terhadap PDRB Provinsi Jawa Timur

No.	Sektor/Subsektor	Tahun (%)					
		2008	2009	2010	2011	2012	2012 (3 MW)
1	Pertanian, Peternakan, Kehutanan, dan Perikanan	16,55	16,34	15,75	15,38	15,42	15,40
2	Pertambangan Migas	0,30	0,34	0,42	0,46	0,38	0,41
3	Pertambangan Non Migas	1,92	1,88	1,77	1,78	1,69	1,70
4	Industri Pengolahan	28,47	28,14	27,49	27,12	27,11	27,08
5	Listrik dan Gas Kota	1,49	1,46	1,42	1,34	1,26	1,28
6	Air Bersih	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,11
7	Konstruksi, Perdagangan, Hotel dan Restoran	32,37	32,43	33,96	34,66	34,94	34,89
8	Pengangkutan dan Komunikasi	5,25	5,50	5,52	5,66	5,70	5,71
9	Keuangan, Persewaan dan Jasa Perusahaan	4,79	4,83	4,90	4,97	5,05	5,05
10	Jasa-jasa	8,77	9,00	8,68	8,55	8,35	8,35
	Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

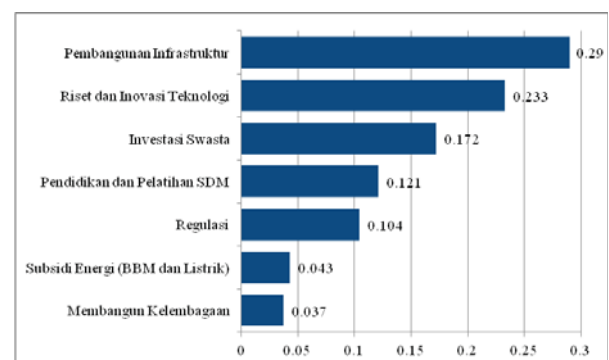
Berdasarkan nilai indeks daya penyebaran dan derajat kepekaan, sektor energi memiliki potensi untuk menggerakkan perekonomian jika pemerintah membuka peluang investasi. Sektor energi terutama sektor listrik memiliki peran penting dalam perekonomian suatu kawasan. Berdasarkan data PT. PLN (2010), Provinsi Jawa Timur memiliki kebutuhan listrik sebesar rata-rata beban puncak kebutuhan listrik tahun 2010 – 2013 sebesar 4.381,25 MW. Kebutuhan listrik yang besar tersebut membutuhkan pasokan dan cadangan energi yang besar, pengembangan energi arus laut dapat menjadi pilihan untuk mencukupi kebutuhan tersebut.

Pengembangan PLTAL dengan kapasitas 3 MW diduga berkontribusi sebesar 0,07 persen terhadap rata-rata beban puncak kebutuhan listrik tahun 2010 – 2013 Provinsi Jawa Timur (4.381,25 MW). Pengembangan PLTAL 3 MW menggunakan teknologi PLTAL BPPH-BPPT dengan kapasitas 10 kW, maka dibutuhkan 300 unit teknologi untuk mencukupi kapasitas 3 MW. Oleh karena itu, dibutuhkan modifikasi teknologi agar efisien secara teknis, finansial, dan tata ruang perairan. Sektor listrik dan gas kota diduga mendapat tambahan kontribusi sebesar 0,02 persen terhadap PDRB jika dilakukan pengembangan PLTAL 3 MW di Provinsi Jawa Timur. Dorongan kebijakan sangat diperlukan dalam pengembangan PLTAL. Kajian

kebijakan terhadap energi laut merupakan salah satu pendorong pengembangan energi.

4.3. Analisis Kebijakan Pengembangan Energi Arus Laut

Penyusunan kebijakan energi membutuhkan kajian komprehensif. Alternatif kebijakan penelitian disusun dengan tujuan ketahanan energi, diversifikasi dan konservasi energi, dan pertumbuhan ekonomi. Hasil analisis berdasarkan prespektif pakar (BPPH-BPPT, Dinas ESDM Provinsi Jawa Timur, Bappeda Provinsi Jawa Timur, dan Kementerian ESDM-RI) dengan metode analisis hirarki (AHP) sehingga menghasilkan prioritas alternatif kebijakan. Prioritas kebijakan energi laut tersebut disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Penilaian Prioritas Kebijakan Energi Laut (Energi Arus Laut)

Prioritas alternatif kebijakan berdasarkan hasil analisis AHP adalah pembangunan infrastruktur. Alternatif kebijakan pembangunan infrastruktur ini terkait dengan pembangunan PLTAL dan tata ruang suatu kawasan. Alternatif kebijakan tersebut memiliki bobot nilai tertinggi dibandingkan alternatif kebijakan lain yaitu sebesar 0,290 sehingga alternatif kebijakan pembangunan infrastruktur merupakan prioritas utama dalam kebijakan yang disusun berdasarkan AHP. Berdasarkan hasil AHP, alternatif riset dan inovasi teknologi (0,233) dan investasi swasta (0,172) juga memiliki penilaian (bobot nilai) yang cukup tinggi, sehingga alternatif kebijakan tersebut penting untuk dipertimbangkan. Alternatif kebijakan inovasi teknologi sangat penting dilakukan untuk menghasilkan teknologi yang efisien secara teknis dan keekonomian. Alternatif kebijakan investasi swasta diperlukan untuk menambah modal pengembangan PLTAL, meningkatkan geliat ekonomi, dan transfer teknologi PLTAL.

Menurut Goldemberg (2004) dalam Bhattacharyya (2011), energi terbarukan sebagai sumber energi alternatif memiliki keuntungan untuk mereduksi CO₂, mitigasi perubahan iklim, keamanan pasokan energi, menyediakan akses energi kepada masyarakat luas, dan peningkatan peluang kerja. Oleh karena itu, dukungan kebijakan merupakan hal yang penting dalam pengembangan energi arus laut. Alternatif kebijakan diharapkan mampu mendorong pengembangan energi arus laut.

Penyusunan alternatif kebijakan juga mempertimbangkan penentuan kawasan potensial energi (pemetaan sumber energi), penggunaan teknologi yang tepat, dukungan pemerintah terkait pendanaan penelitian, melibatkan dan mengedukasi masyarakat, dan peningkatan peran swasta. Alternatif kebijakan tersebut diharapkan dapat mendorong pembangunan berkelanjutan (*pro-poor, pro-growth, pro-job* dan *pro-environment*). Pemanfaatan energi arus laut sebagai pembangkit listrik tentu mendukung terwujudnya pembangunan tersebut, antara lain dalam hal teknologi ramah lingkungan dan penggunaan energi terbarukan.

Oleh karena itu, kebijakan energi harus dapat mengontrol produksi maupun konsumsi energi sehingga perlu dilakukan percepatan pengembangan dan pembangunan energi terbarukan seperti energi arus laut. Hal ini perlu dilakukan untuk menjawab permasalahan konsumsi energi yang tinggi, keterbatasan cadangan energi konvensional, membuka lapangan kerja baru dan

menjaga lapangan kerja yang telah ada, serta mengontrol kondisi perekonomian (secara makro maupun mikro) demi kesejahteraan bangsa.

5. KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Responden menilai positif pengembangan PLTAL dan memiliki kemauan membayar tarif listrik lebih tinggi dari pada tarif dasar PT. PLN yaitu sebesar Rp 486,38 per kwh terhadap keseluruhan.
2. Sektor energi mampu mendorong pertumbuhan ekonomi di Provinsi Jawa Timur. Sektor listrik dan gas berkontribusi sebesar 1,28 persen pada tahun 2012 terhadap PDRB Provinsi Jawa Timur dengan penambahan pengembangan PLTAL 3 MW.
3. Prioritas kebijakan pengembangan energi arus laut berdasarkan hasil penelitian adalah pembangunan infrastruktur. Alternatif kebijakan pembangunan infrastruktur adalah pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) dan tata ruang suatu kawasan.

5.2. Implikasi Kebijakan

Berdasarkan tujuan pemerintah yaitu diversifikasi dan konservasi energi, serta mempertimbangkan permintaan energi yang tinggi maka perlu dilakukan percepatan pengembangan energi terbarukan terutama terkait dengan energi yang bersumber dari laut. Potensi energi arus laut di Indonesia berkisar 6000 MW (Luhur 2013). Hal ini merupakan peluang pengembangan energi arus laut dan sumber energi baru untuk mencukupi kebutuhan energi di Indonesia yang semakin meningkat.

Hasil kajian menunjukkan alternatif kebijakan yang menjadi prioritas adalah pembangunan PLTAL dan tata ruang kawasan (pembangunan infrastruktur). Hal ini menjadi prioritas karena berdasarkan potensi sumber energi arus laut, penilaian masyarakat, dan sektor energi. Alternatif kebijakan tersebut menjadi prioritas diduga karena teknologi PLTAL masih dalam tahap pengembangan atau belum diimplementasikan secara langsung kepada masyarakat sehingga berdasarkan penilaian pakar, pembangunan infrastruktur menjadi prioritas

kebijakan yang harus diambil. Oleh karena itu, pengembangan energi arus laut maupun energi laut lainnya sangat memerlukan dukungan kebijakan terutama kebijakan pembangunan infrastruktur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para narasumber yang telah memberikan masukan substansi untuk perbaikan makalah ini sehingga dapat diterbitkan dalam *Warta Kebijakan Iptek dan Manajemen Litbang*. Ucapan terimakasih dan penghargaan juga penulis sampaikan kepada Dr. Ir. Achmad Fahrudin, M.Si, Ir. Sahat Simanjuntak, M.Sc, Dr. Erwandi (Kepala BPPH-BPPT), dan Afian Kasrahajanto, MT (Peneliti BPPH-BPPT) yang telah memberikan arahan dan bimbingan, serta fasilitas terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2009. *Tabel Input Output Indonesia Updating 2008*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Bhattacharyya, S.C. 2011. *Energy Economics : Concepts, Issues, Markets and Governance*. London: Springer-Verlag London.
- Daryanto, A. dan Hafizrianda, Y. 2010. *Analisis Input-Output dan Social Accounting Matrix untuk Pembangunan Ekonomi Daerah*. Bogor: IPB Press.
- Dewan Perwakilan Daerah Republik Indonesia. 2010. *Naskah Akademik Rancangan Undang-undang tentang Kelautan*. Jakarta: DPD RI.
- Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2012. *Potensi Energi Baru Terbarukan Indonesia Cukup Untuk 100 Tahun*, dari <http://www.esdm.go.id/news-archives/323-energi-baru-dan-terbarukan/6071-potensi-energi-baru-terbarukan-indonesia-cukup-untuk-100-tahun-.pdf>.
- Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2014. *Pilot Percontohan, 3 MW Energi Arus Laut dan 10 MW Energi Panas Laut*, dari <http://www.ebtke.esdm.go.id/id/energi/energi-terbarukan/arus-laut/1104-pilot-percontohan-3-mw-energi-arus-laut-dan-10-mw-energi-panas-laut.pdf>.
- Field, B.C. dan Field, M.K. 2002. *Environmental Economics: An Introduction*. New York (US): McGraw-Hill, Inc.
- Kementerian ESDM. 2012. *Statistik*. dari <http://www.esdm.go.id/publikasi/statistik.html>.
- Luhur, E.S., Muhartono, R. dan Suryawati, S.H. 2013. Analisis Finansial Pengembangan Energi Laut di Indonesia. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*. 8(1): 25-37.
- Nababan, T.S. dan Simanjuntak, J. 2008. *Aplikasi Willingness To Pay Sebagai Proksi Terhadap Variabel Harga: Suatu Model Empirik Dalam Estimasi Permintaan Energi Listrik Rumah Tangga*, dari <http://lppm.ut.ac.id/JOM/JOM%20VOL%204%20No%20september%202008/02-sihol.pdf>.
- PT. Perusahaan Listrik Negara. 2010. *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT. PLN (Persero) 2010 – 2019*, dari <http://www.pln.co.id/dataweb/RUPTL/RUPTL%202010-2019.pdf>.
- Wahyuni, N. D. 2013. *Cadangan Batubara RI Bertambah 3 Miliar Ton*, dari <http://bisnis.liputan6.com/read/606693/cadangan-batu-bara-ri-bertambah-3-miliar-ton>.