

POTENSI PEMANFAATAN ENERGI TERBARUKAN DI KALIMANTAN TIMUR MENGHADAPI KRISIS ENERGI DI INDONESIA

POTENTIAL UTILIZATION OF RENEWABLE ENERGY IN EAST KALIMANTAN FACING THE ENERGY CRISIS IN INDONESIA

Tysa Donanita*, Rini Fidianti, Danita Danita, Iin Mayasari

Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Samarinda
Jalan MT. Haryono No.1, Samarinda, Kalimantan Timur – Indonesia, 75124

*E-mail: tysadonanita@kemenperin.go.id

ABSTRAK

Konsumsi energi Indonesia masih bertumpu pada sumber energi tidak terbarukan. Kalimantan Timur memiliki sumber energi tak terbarukan cukup melimpah saat ini. Namun, jumlah produksinya terus mengalami penurunan dari tahun ke tahun. Laju pertumbuhan penduduk serta rencana perpindahan Ibu Kota negara ke Kalimantan Timur, dapat menyebabkan peningkatan kebutuhan energi. Peningkatan kebutuhan energi yang tidak disertai ketersediaannya memungkinkan terjadinya krisis energi di wilayah tersebut. krisis energi dapat menyebabkan berbagai kerugian. Maka dari itu, salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah menggunakan energi terbarukan (EBT) untuk memenuhi kebutuhan energi. Artikel ini disusun sebagai hasil kajian deskriptif tentang sumber-sumber EBT yang dapat dikembangkan di wilayah Kalimantan Timur guna memenuhi kebutuhan energi di wilayah tersebut. Berdasarkan hasil kajian terdapat beberapa EBT yang dapat dikembangkan di wilayah Kalimantan Timur, seperti energi surya, energi angin, energi air dan bioenergi. Saat ini pemanfaatan dari EBT di Kalimantan Timur masih sangat minim. Energi surya baru termanfaatkan 43,5 kWp dari 13.479 MW potensi energi yang tersedia. Energi angin memiliki potensi 5.615 MW namun belum termanfaatkan. Energi air memiliki potensi 16.844 MW namun juga belum dimanfaatkan. Sementara energi biogas memiliki potensi 964 MW dan telah termanfaatkan hanya sebesar 7 MW.

Kata Kunci : energi baru terbarukan, kalimantan timur, krisis energi, potensi EBT, pemanfaatan EBT

ABSTRACT

Indonesia's energy consumption still relies on non-renewable energy sources. East Kalimantan has abundant non-renewable energy sources today. However, the amount of production continues to decline from year to year. The rate of population growth and the planned relocation of the nation's capital to East Kalimantan, can lead to an increase in energy demand. The increase in energy demand that is not accompanied by its availability allows for an energy crisis in the region. Energy crises can cause various losses. Therefore, one alternative that can be done is to use renewable energy. This research was conducted to examine the sources of NRE that can be developed in the East Kalimantan region to meet the energy needs of the region. Based on the results of this study, there are several NREs that can be developed in East Kalimantan, such as solar energy, wind energy, water energy and bioenergy. Currently, the utilization of NRE is still very minimal. New solar energy utilized 43.5 kWp of the 13,479 MW of potential energy. Wind energy has a potential of 5,615 MW but has not been utilized. Water energy has a potential of 16,844 MW but has not yet been utilized. Meanwhile, biogas energy has a potential of 964 MW and only 7 MW has been utilized.

Keywords: renewable energy, east borneo, energy crisis, NRE potential, NRE utilization

PENDAHULUAN

Konsumsi energi Indonesia masih bertumpu pada sumber energi tidak terbarukan [1]. Total produksi Energi Indonesia pada tahun 2020 sebanyak 443,1 MTOE, dimana 94% produksi berasal dari sumber energi fosil berupa batubara, gas dan minyak. Sebanyak 58,8% total produksi energi tersebut, digunakan untuk ekspor ke luar negeri sebagai sumber pendapatan negara. Jumlah konsumsi energi final Indonesia pada tahun 2020 sebesar 118,3 MTOE dengan rincian, transportasi 51 MTOE, industri 40,3 MTOE, rumah tangga 19,9 MTOE, komersial 5,7 MTOE dan 1,4 MTOE sektor lain. Untuk memenuhi kebutuhan energi dalam

negeri, Indonesia juga mengimpor energi sebesar 40,3 MTOE berupa batubara kalori tinggi, minyak mentah, BBM, LPG dan listrik [2].

Kalimantan Timur sebagai salah satu provinsi di Indonesia, memiliki kekayaan sumber daya alam yang melimpah [3]. Energi fosil yang digunakan di Kalimantan Timur berupa minyak bumi, gas alam cair/LNG dan batubara. Jumlah produksi batu bara di Kalimantan Timur hingga November 2021 mencapai 294,25 juta ton. Sedangkan produksi minyak bumi dan gas bumi terus mengalami penurunan dengan nilai produksi hanya mencapai 17,74 juta barel untuk minyak bumi dan 172,83 juta MMBtu untuk gas bumi. Jumlah produksi energi listrik pada tahun 2021 mencapai 4.189,35 juta kWh [4].

Dari tahun ke tahun, penduduk Kalimantan Timur mengalami kenaikan yang cukup berarti [4]. Jumlah penduduk di Kalimantan Timur pada tahun 2021 sebesar 3.808.235.000 jiwa [4]. Dengan laju pertumbuhan penduduk dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir sebesar 2,13% [1] [4] memungkinkan terjadinya peningkatan konsumsi energi di wilayah Kalimantan Timur. Rencana perpindahan Ibu Kota Indonesia di Kalimantan Timur tentu saja akan menambah jumlah penduduk di wilayah ini dan memungkinkan adanya krisis energi di Kalimantan Timur. Untuk menyikapi hal ini dibutuhkan sumber energi alternatif yang terbarukan untuk bisa dimanfaatkan. Hal ini sejalan dengan rencana Pemerintah Indonesia untuk mewujudkan bauran energi terbarukan pada tahun 2050 mendatang. Menurut Kebijakan Energi Nasional (KEN), pemanfaatan energi primer terbarukan dalam bauran energi primer paling sedikit 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050 [2].

Sumber Energi Baru Terbarukan (EBT) adalah jenis energi non fosil yang ketersediaannya terus menerus ada di alam. Bauran energi Menurut IESR, Kalimantan Timur memiliki potensi energi baru terbarukan sebesar 23.841 MW [5]. Pengembangan energi terbarukan di Kalimantan Timur berpotensi untuk dikembangkan dan dimanfaatkan, sebagaimana tertuang dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Kalimantan Timur 2016 - 2036. Untuk itu, tulisan ini akan membahas hasil kajian potensi pemanfaatan energi baru terbarukan yang ada di Kalimantan Timur dalam menghadapi krisis energi.

METODE PENELITIAN

Artikel ini ditulis menggunakan metode studi literatur dengan pendekatan analisis deskriptif. Penulis mengumpulkan data yang berasal dari literatur berupa jurnal, buku, dan artikel secara daring melalui mesin pencarian dan luring di perpustakaan. Metode pembahasan yang digunakan adalah metode deskriptif yang mendeskripsikan potensi dan pemanfaatan tiap jenis EBT di wilayah Kalimantan Timur. Berdasarkan deskripsi tersebut kemudian disimpulkan potensi jenis energi baru terbarukan yang dikembangkan lebih lanjut sebagai solusi dalam menghadapi krisis energi di Kalimantan Timur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Krisis Energi di Kalimantan Timur

Kalimantan Timur adalah salah satu provinsi yang berada di Pulau Kalimantan. Dengan luas wilayah 127.346,92 km², menjadikan Kalimantan Timur sebagai provinsi terluas keempat di Indonesia. Kalimantan Timur terbagi atas tiga wilayah Kota dan 7 wilayah Kabupaten. Wilayah Kabupaten Kota tersebut adalah Kota Balikpapan, Kota Samarinda, Kota Bontang, Kabupaten Paser, Kabupaten Kutai Barat, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kabupaten Kutai Timur, Kabupaten Berau, Kabupaten Penajam Paser Utara, dan Kabupaten Mahakam [4].

Seperti yang telah dipaparkan sebelumnya, provinsi Kalimantan Timur memiliki kekayaan sumber daya alam yang melimpah berupa minyak bumi, gas alam cair/LNG dan batubara [3]. Namun, produksi minyak bumi dan gas bumi di Kalimantan Timur terus mengalami penurunan. Pada tahun 2021 nilai produksi minyak bumi hanya mencapai 17,74 juta barrel. Hal ini menunjukkan nilai penurunan produksi minyak bumi pada tahun

sebelumnya sebesar 19,30 barel [6]. Penurunan produksi tersebut disebabkan oleh sumur-sumur produksi utama minyak bumi yang umumnya sudah tua, sementara produksi sumur baru relatif masih terbatas [7].

Produksi gas bumi di Kalimantan Timur tahun 2021 sebesar 172,83 juta MMBtu [4]. Sedangkan pada tahun 2019 dan 2020 secara berturut-turut produksi gas bumi menunjukkan angka sebesar 231 juta MMBtu dan 203 juta MMBtu [6]. Hal ini menunjukkan penurunan produksi yang cukup signifikan. Hal ini disebabkan karena cadangan gas bumi semakin menipis sedangkan jumlah pemakaiannya semakin meningkat. Jumlah produksi listrik pada tahun 2021 mencapai 4.189,35 juta kWh, sedangkan jumlah kebutuhan listrik juga terus meningkat dalam kurun lima tahun ke belakang [4].

Peningkatan kebutuhan energi ini berkaitan dengan peningkatan jumlah penduduk Kalimantan Timur dalam lima tahun terakhir. Tahun 2021 penduduk provinsi Kalimantan Timur mencapai 3.808.235.000 jiwa [4], dengan laju pertumbuhan penduduk dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir sebesar 2,13 %. Laju pertumbuhan tersebut memungkinkan terjadinya peningkatan konsumsi energi di wilayah Kalimantan Timur. Selain itu, rencana perpindahan Ibu Kota di Kalimantan Timur tentu saja akan menambah jumlah penduduk di wilayah ini. Jika tidak disikapi dengan baik, maka krisis energi di Kalimantan Timur bisa saja terjadi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam mengatasi masalah ini yaitu penggunaan sumber energi alternatif yang terbarukan. Penggunaan sumber energi terbarukan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan energi di wilayah Kalimantan Timur guna mencegah terjadinya krisis energi. Hal ini tentunya sejalan dengan rencana Pemerintah Indonesia untuk peningkatan bauran energi terbarukan pada tahun 2050 mendatang. Guna mengantisipasi krisis energi tersebut, Pemerintah Kalimantan Timur juga telah mengupayakan pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan di Kalimantan Timur menjadi salah satu program dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Kalimantan Timur pada tahun 2016 - 2036.

Energi Baru Terbarukan Di Kalimantan Timur

1. Energi Surya

Cahaya matahari atau surya menghasilkan energi yang sangat besar. Energi tersebut tidak dapat dirasakan secara langsung dikarenakan sifatnya yang tersebar. Namun dalam waktu setengah jam saja, energinya akan berlipat ganda dan panasnya melebihi 100°C jika cahaya tersebut disatukan dengan beberapa cermin [8].

Energi surya sebenarnya dapat dimanfaatkan melalui teknologi energi surya *thermal* dan surya *photovalvik*. Energi surya *photovalvik* inilah yang nantinya akan dimanfaatkan untuk PLTS. PLTS merupakan sebuah sistem yang dapat menghasilkan energi yang dihasilkan dari tegangan listrik pada dua elektroda yang menempel pada sistem padat atau cair yang digunakan [9]. Sistem padat yang dimaksud adalah panel surya. Menurut Kumara dalam [10] panel surya terdiri dari sel – sel surya. Sel surya ini berisikan lapisan-lapisan tipis silikon murni (Si) dan bahan semikonduktor lainnya. Sel surya memperoleh energi foton dari pancaran matahari. Energi foton kemudian mengeksitasi elektron dari ikatan atomnya dan menjadi elektron yang bergerak bebas sehingga pada akhirnya menghasilkan tegangan listrik searah.

Beberapa komponen yang diperlukan dalam pembangunan PLTS adalah panel surya, *inverter*, *solar charge controller* dan baterai. Fungsi dari panel surya adalah menangkap energi surya kemudian mengubahnya menjadi energi listrik. *Inverter* difungsikan sebagai perubah tegangan listrik AC (bolak – balik) ke tegangan listrik DC (searah). *Solar charge controller* dan baterai hanya diperlukan pada pembangunan PLTS off Grid (tidak disinkronkan dengan arus listrik dari PLN). Fungsi dari *solar charge controller* adalah mengatur arus listrik yang masuk ke baterai agar tidak berlebihan. Sedangkan baterai difungsikan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya [10].

Indonesia yang menjadi negara tropis memiliki potensi yang besar untuk pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Potensi energi surya tercatat sebesar $4,8 \text{ Kwh/m}^2$ (setara 112.999 GWp). Sedangkan potensi PLTS total di Indonesia sebesar $207,8 \text{ GW}$. Disebutkan dalam target Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) PLTS yaitu sebesar $14,2 \text{ GW}$ pada tahun 2030 dan GSEN PLTS kapasitas terpasang diharapkan mencapai $11,2 \text{ GW}$ pada tahun 2030. Berdasarkan data tahun 2020 produksi listrik PLTS On Grid dan Off Grid di Indonesia baru mencapai $175,5 \text{ GWh}$. Secara umum potensi energi surya di setiap provinsi di Indonesia relatif tinggi. Namun secara teknis dan teoritis, empat wilayah terbesar yang berpotensi memiliki energi solar yaitu Kalimantan Barat, Sumatera Selatan, Sumatera Utara dan Kalimantan Timur. Kalimantan Timur memiliki potensi energi surya terbesar ketiga di Indonesia yaitu sebesar 13.479 MW [2].

Kalimantan Timur memiliki keuntungan dalam hal penyinaran sinar matahari karena dilalui garis khatulistiwa. Penyinaran matahari di Kalimantan Timur adalah sebesar 42% per hari pada tahun 2021 [2]. Seperti rata-rata harian penyinaran matahari yang ada di Balikpapan bervariasi mulai dari $19,1 \%$ sampai dengan $33,6 \%$ (tergantung rata – rata penyinaran tiap bulan). Sedangkan penyinaran matahari harian di Kota Samarinda berkisar mulai $19,1\% - 33,6 \%$ [4].

Pemanfaatan energi surya di Kalimantan Timur berada di Desa Muara Enggelam Kecamatan Muara Wis Kabupaten Kutai Kartanegara. PLTS yang berada di desa tersebut merupakan PLTS komunal. PLTS ini mampu memenuhi kebutuhan listrik selama 24 jam dengan jumlah pengguna sebanyak 182 kepala keluarga. Dalam kurun waktu Maret 2015 – Juni 2020, PLTS ini mendapat pemasukan sebesar Rp 1.245.688.200 dengan jumlah aset yang dikelola sebesar Rp 6.002.523.457 [11]. Seperti yang dilansir dalam chanel youtube Bagian Organisasi Kabupaten Kutai Kartanegara, pada tahun 2021 kapasitas yang terpasang pada PLTS ini adalah $43,5 \text{ kWp}$ dengan konsumsi daya untuk rumah tangga sebesar 700 Watt . Besaran biaya yang dibayarkan per hari adalah sebesar Rp 3.000 hingga Rp 6.000 per hari bergantung besaran dayanya.



Gambar 1. PLTS Komunal di Muara Enggelam, Kutai Kartanegara [11]

Kota Balikpapan diperkirakan memiliki ketersediaan sumber energi cahaya sebesar $70,15 \text{ Kwh/m}^2$. Penelitian lainnya juga menunjukkan Kota Balikpapan tepatnya Bendungan Teritip juga menunjukkan potensi pengembangan energi cahaya yang cukup baik. Pengembangan energi cahaya pada daerah ini menggunakan sistem sel surya apung, dengan jumlah energi yang dapat dihasilkan sebesar 340 wp [12].

Potensi energi cahaya juga ditemukan di wilayah Waru Tua, Penajam Paser Utara. Daerah ini memiliki rata-rata intensitas cahaya sebesar 90.000 Lux . Dengan intensitas ini, daerah Waru Tua sangat berpotensi untuk pengembangan energi cahaya. Dalam penelitian

tersebut juga dilakukan simulasi instalasi pemasangan solar sel sebanyak 64 sel yang dipasang secara paralel. Simulasi ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi MATLAB Simulink. Hasil simulasi menunjukkan dengan kapasitas listrik 250 wp dapat dihasilkan listrik sebanyak 17 kW. Listrik yang dihasilkan mampu memenuhi 17 unit rumah dengan rata-rata penggunaan masing-masing rumah 900 watt [13].

Kabupaten Mahulu Ulu saat ini belum ada pemanfaatan energi solar menjadi PLTS [8]. Jika menggunakan sistem *off grid*, maka kekurangan dari jenis energi terbarukan ini yaitu membutuhkan media penyimpanan energi yang dihasilkan. Penelitian terdahulu umumnya menggunakan baterai sebagai media penyimpanannya. Penelitian terbaru menunjukkan penyimpanan energi dapat dilakukan dengan *Pumped Hydro System* (PHS). Salah satu lokasi yang dianalisa untuk menggunakan sistem ini yaitu daerah sisa tambang yang berada di Paser, Kalimantan Timur. Jumlah energi listrik yang dapat dihasilkan dari daerah ini mencapai 115,508 MW [14]. Bila dikalkulasikan dengan jumlah penambangan yang ada di daerah Kalimantan Timur tentunya jumlah energi yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan energi di Kalimantan Timur. Selain dapat menghasilkan energi, daerah bekas penambangan juga dapat dimanfaatkan kembali. Berdasarkan hal ini, maka dapat dikatakan untuk potensi pengembangan energi cahaya di wilayah Kalimantan Timur sangat besar.

2. Energi Angin

Salah satu EBT yang cukup berpotensi di Kalimantan Timur adalah energi angin. Potensi energi angin diperkirakan sebesar 5.615 MW [5]. Energi angin menggunakan prinsip putaran kincir angin untuk menangkap energi angin, yang kemudian diubah menjadi energi gerak, lalu menjadi energi listrik [15]. Energi kinetik angin tersebut masuk pada area efektif turbin sehingga baling – baling / kincir angin dapat berputar, energi putar ini selanjutnya dialirkan ke generator sehingga menimbulkan energi listrik [16].

Kota Samarinda memiliki kecepatan angin 3,1 – 4,0 m/det. Tanjung Redep memiliki kecepatan angin paling tinggi pada bulan Juli yaitu sebesar 2,9 m/det [6]. Di Kabupaten Mahakam Ulu belum ada pemanfaatan energi angin. Hal ini dikarenakan kecepatan angin di wilayah ini terlalu kecil sehingga belum mampu untuk menggerakkan turbin [8].

Kota Balikpapan juga memiliki potensi pemanfaatan energi angin. Hal dikarenakan lokasinya yang berdekatan dengan Selat Makasar. Lokasi tersebut memiliki kecepatan angin dengan rentang 2,5 m/det hingga 4,0 m/det [17]. Kecepatan angin di Balikpapan paling tinggi berada di bulan Oktober sebesar 4,0 m/det [6]. Dalam sebuah penelitian yang berlokasi di Pantai Manggar, Balikpapan, turbin angin (menggunakan tipe *rotor crossflow*) dapat berputar pada kecepatan awal 2 m/det [17]. Berikut data hasil pemutaran turbin angin *cross flow* yang dapat menghasilkan daya listrik maksimum berdasarkan jumlah sudut turbin.

Tabel 1. Daya Listrik yang Dihasilkan Turbin Angin *Cross Flow* berdasarkan Jumlah Sudut [17]

No	Jumlah Sudut Turbin Angin <i>Crossflow</i>	Kecepatan angin	Daya Listrik yang Dihasilkan
1	8	3,139 m/det	6,084 mW
2	12	3,242 m/det	9,386 mW
3	16	3,05 m/det	10,325 mW

Dari penelitian tersebut, dikatakan bahwa pengujian turbin angin *crossflow* dapat menghasilkan energi listrik yang sebanding dengan kecepatan angin. Putaran turbin yang besar akan dihasilkan oleh kecepatan angin yang besar pula, sehingga daya listrik yang dihasilkan juga menjadi besar [17]. Penelitian lain menyebutkan bahwa di Pantai Monpera, Balikpapan, kecepatan angin tertinggi yang terdeteksi adalah 5,66 m/det. Kecepatan tersebut dapat menghasilkan daya output elektrik sebesar 27,18 Watt dengan menggunakan turbin angin horizontal DC 12/24V 400W [18].

Kota Bontang juga memiliki potensi energi angin [19]. Energi angin yang dihasilkan relatif kecil. Kabupaten Berau memiliki kecepatan angin rata – rata per bulannya 2,1 – 2,9 m/det [20]. Berdasarkan penelitian, untuk menghasilkan energi listrik dengan kecepatan angin di bawah 5 m/det dapat menggunakan jenis turbin angin poros vertikal [21].

3. Energi Air

Energi Air adalah salah satu sumber energi terbarukan yang relatif ekonomis dan mudah didapatkan. Pemanfaatan aliran air yang mengalir secara kontinu (terus-menerus) atau air terjun dari bendungan dapat digunakan sebagai penggerak turbin yang dapat mengubah energi potensial menghasilkan energi mekanik, lalu diubah dengan bantuan generator menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan dari pemanfaatan aliran air tersebut termasuk dalam energi yang ramah lingkungan dan menunjang diversifikasi energi. Pemanfaatan energi air menjadi listrik ini dapat disebut dengan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Dalam pemanfaatan pembangkit listrik tenaga air membutuhkan beberapa komponen utama, yaitu [22]:

1. Bendungan. Bendungan merupakan waduk/ danau buatan yang berfungsi menaikkan permukaan air sungai untuk memperoleh air sebanyak mungkin dengan menciptakan tinggi jatuh air. Selain menyimpan air, bendungan juga dibangun dengan tujuan untuk menyimpan energi sehingga bendungan harus memenuhi syarat topografi, geologi dan syarat lain seperti bentuk serta model bendungan.
2. Turbin. Turbin merupakan salah satu bagian penting dalam PLTA. Turbin berfungsi mengubah energi gerak yang disebabkan oleh gaya jatuh air menjadi energi mekanik. Gaya jatuh air mendorong sudut turbin menyebabkan turbin berputar. Prinsip kerja turbin air seperti kincir angin, dengan menggantikan fungsi dorong angin untuk memutar baling - baling digantikan air untuk memutar turbin. Putaran turbin tersebut dihubungkan dengan generator untuk menghasilkan listrik.
3. Generator. Jenis generator yang dipakai adalah generator pembangkit listrik AC. Melalui gigi - gigi putar, generator dihubungkan dengan turbin sehingga generator akan berputar ketika baling - baling turbin berputar. Selanjutnya energi mekanik akan diubah menjadi energi elektrik oleh generator. Generator yang biasa digunakan di PLTA bekerja seperti generator pembangkit listrik lainnya.
4. Jalur Transmisi Berfungsi menyalurkan energi listrik dari PLTA menuju rumah - rumah dan pusat industri.

Pembangunan setiap jenis pembangkit listrik didasarkan pada kelayakan teknis dan ekonomis serta hasil studi analisis mengenai dampak lingkungan. Kelayakan pembangunan

pembangkit mempertimbangkan beberapa hal seperti ketersediaan sumber energi, jumlah permintaan, biaya pembangkitan rendah, serta karakteristik tertentu dari setiap jenis pembangkit untuk pendukung beban dasar (*base load*) atau beban puncak (*peak load*). Jenis PLTA sendiri terdiri dari tenaga mikrohidro dan tenaga makrohidro. Pada prinsipnya energi air mikrohidro dan makrohidro memanfaatkan tenaga air melalui aliran sungai.

Indonesia memiliki potensi cukup besar untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga air karena kondisi topografi Indonesia bergunung dan berbukit serta dialiri oleh banyak sungai dan beberapa daerah tertentu memiliki danau/waduk yang potensial sebagai sumber energi air. Berdasarkan data Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) yang tertuang dalam Undang - Undang (UU) Nomor 30 Tahun 2017 tentang energi, besaran potensi pemanfaatan air sebagai pembangkit listrik (PLTA) sebesar 75.000 MW yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Dari kapasitas tersebut baru 9% yang sudah dimanfaatkan baik dengan skala kecil maupun skala yang besar [23]. Hal ini tidak seiring dengan negara - negara lain yang telah memanfaatkan air sebagai sumber energi, sebagai perbandingan, misalnya negara Uni Soviet yang telah memanfaatkan 67% dari potensi yang tersedia yaitu sekitar 98.000 MW [24].

Pulau Kalimantan merupakan salah satu pulau di Indonesia dengan potensi tenaga air yang cukup banyak karena ditunjang dengan jumlah alur sungai yang banyak dengan kapasitas debit kecil hingga besar yang alirannya tersebar di beberapa Kabupaten dan Kota. Wilayah Kalimantan menyimpan potensi kapasitas energi air sebesar 16.844 MW, dengan wilayah Kalimantan Timur sebagai Provinsi yang berpotensi paling tinggi yaitu sebesar 3.562 MW. Namun dari kapasitas tersebut belum dimanfaatkan sebagai PLTA sebagai sumber energi [25]. Potensi ini tentunya bisa dimanfaatkan menjadi pembangkit listrik yang dapat membantu pemenuhan kebutuhan listrik di provinsi Kalimantan Timur. Pembangunan ini harus memperhatikan variabel kelayakan pembangunan PLTA, misalnya volume tampungan efektif, debit air, tinggi bendungan, kapasitas terpasang dan produksi energi, penanaman modal, biaya produksi, dan kelayakan ekonomi. Selain itu lokasi bendungan dan pemilihan jenis turbin juga menjadi faktor penting dalam penilaian kelayakan rencana pembangunan PLTA.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh [26], salah satu wilayah di Kalimantan Timur yang berpotensi untuk pembangunan PLTA adalah kecamatan Tabang Kabupaten Kutai Kartanegara. Potensi energi dengan potensi energi listrik yang dirancang hingga 200 MW. Dalam rancangan pembangunan PLTA ini diperlukan tiga turbin jenis *Francis* dengan poros vertikal 70.808 kW. Analisis keuntungan pembangun PLTA dalam penelitian tersebut menunjukkan bahwa biaya energi yang dikeluarkan sebesar Rp. 537,2/kWh sedangkan biaya pokok penyediaan di Kalimantan Timur sebesar Rp. 1467,3/kWh per tahun 2018. Sehingga terdapat selisih sebesar Rp. 930,1/kWh sebagai keuntungan yang diperoleh energi dari setiap kWh yang dihasilkan.

4. Biogas (Bioenergi)

Biogas merupakan bahan bakar yang dapat diperbaharui. Energi biogas berasal dari bahan-bahan yang berasal dari organik, seperti kelapa sawit, sisa kotoran makhluk hidup yang diendapkan atau yang difermentasikan. Proses produksi biogas berlangsung apabila bahan-bahan organik yang mengalami proses fermentasi dengan bantuan mikroba pada kondisi anaerob dari segi suhu, kelembaban, maupun keasaman. Bahan-bahan organik dimasukan ke dalam sebuah digester atau ruang tertutup yang kedap udara yang mana akan mengalami proses pembusukan pada bahan-bahan organik, dan menghasilkan output berupa gas (Biogas) dan hasil sampingan berupa lumpur (Lindi). Biogas sebagian besar mengandung gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2), dan beberapa kandungan yang jumlahnya kecil seperti hidrogen sulfida (H_2S), ammonia (NH_3), hidrogen dan nitrogen. Energi yang terkandung dalam biogas tergantung dari konsentrasi metana (CH_4) [28].

Menurut IESR, Kalimantan Timur memiliki potensi bioenergi sebesar 964 MW. Energi biogas di Kalimantan timur terdapat di Mahakam Ulu, Berau, Kutai Kartanegara, dan Penajam Paser Utara. Kabupaten Kutai Kartanegara menjadi salah satu pionir pengolahan limbah kelapa sawit menjadi biogas yang dipergunakan sebagai pembangkit listrik. Energi biogas di daerah ini sudah terpasang sebesar 7,00 MW yang dimanfaatkan untuk menerangi 7.766 rumah dari 3 desa di 3 kecamatan yaitu Kembang Janggut, Tabang, dan Kenohon [29]. Sedangkan di Kabupaten Mahakam Ulu (Long Hubung, Laham, Long Bangun, Long Pahangai, Long Apari), potensi energi biogas adalah sebesar 4,96MW [8].

Penelitian lainnya menunjukan di daerah Bontang memiliki potensial untuk energi terbarukan dengan memanfaatkan emisi dari gas metan dan CO₂. Kedua gas ini berasal dari tempat pembuangan sampah akhir. Berdasarkan penelitian ini, menunjukan produk emisi terdiri dari 132.579 ton/tahun CH₄ dan CO₂ 482.105 ton/tahun, dengan jumlah sampah yang diolah sebesar 1.090.380 ton/tahun CH₄, sedangkan untuk CO₂ 299.824 ton/tahun CO₂ Jumlah ini bila ditransformasikan menjadi listrik dapat mencapai 28.786.022 kWh/tahun dan 749.636 kWh/tahun [30]

Kalimantan Timur memiliki potensi pengolahan biogas yang cukup baik. Hal ini berdasarkan karakteristik daerah di Kalimantan Timur yang banyak terdapat pepohonan atau hutan; masih tersedianya kelapa sawit yang mana limbah tersebut digunakan untuk biogas, pengusaha ternak sapi; pemanfaatan pertanian berupa tanaman padi dan ubi kayu (terdapat di Mahakam Ulu) yang berpotensi untuk dikonversi menjadi energi. Banyak daerah di Kabupaten Kota di Kalimantan Timur yang berpotensi untuk pengembangan energi baru terbarukan yang bisa dikelola untuk pengembangan energi listrik di daerah setempat.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian dalam penelitian ini terlihat bahwa ada beberapa jenis EBT dapat dikembangkan di Kalimantan Timur untuk menghadapi krisis energi saat ini. Kalimantan Timur memiliki potensi energi baru terbarukan yang cukup memadai. Energi surya memiliki potensi sebesar 13.479 MW, namun baru dimanfaatkan sekitar 43,5 kWp. Energi angin memiliki potensi 5.615 MW dan Kota Balikpapan memiliki potensi untuk pengembangan energi ini. Sedangkan energi air memiliki potensi 16.844 MW dan bisa dikembangkan pemanfaatannya di Kecamatan Tabang Kabupaten Kutai Kartanegara. Energi biogas memiliki potensi sebesar 964 MW, namun baru termanfaatkan hanya 7,0 MW. Dengan pemanfaatan energi terbarukan yang masih minim, diharapkan pemerintah bersama masyarakat dapat ikut serta memanfaatkan potensi yang masih ada.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. H. Rasyid, "Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energy Terbarukan Untuk Ketahanan Energi Di Indonesia: Literatur Review," *ANDASIH J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2020.
- [2] Tim Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional, "Laporan Hasil Analisis Neraca Energi Nasional," 2021.
- [3] J. Aspan Latifah, M. S. Boedoyo, and D. Yoesgiantoro, "Analisis Pemanfaatan Energi Terbarukan di Calon IbuKota Negara Provinsi Kalimantan Timur dengan Metode Analytical Hierarchy Process untuk Ketahanan Energi," *J. Ketahanan Energi*, vol. 7, no. 2, pp. 77–84, 2021.
- [4] Badan Pusat Statistik Kalimantan Timur, "Provinsi Kalimantan Timur Dalam Angka 2022," 2022.
- [5] S. J. Dewan Energi Nasional, "Laporan Status Energi Bersih Indonesia," 2019. [Online]. Available: www.iesr.or.id
- [6] K. T. Badan Pusat Statistik, "Provinsi Kalimantan Timur Dalam Angka 2021," 2021.
- [7] S. J. Dewan Energi Nasional, "Buku Outlook Energi 2019," 2019.

- [8] R. A. Primasworo, M. Sadillah, and U. T. Tunggadewi, "Pemetaan Potensi Pengembangan Energi Terbarukan di Kabupaten Mahakam Ulu di Kalimantan Timur," 2020.
- [9] M. B. Hayat, D. Ali, K. C. Monyake, L. Alagha, and N. Ahmed, "Solar energy—A look into power generation, challenges, and a solar-powered future," *Int. J. Energy Res.*, vol. 43, no. 3, 2019, doi: 10.1002/er.4252.
- [10] A. A. G. A. Pawitra Putra, I. N. S. Kumara, and W. G. Ariastina, "Review Perkembangan PLTS di Provinsi Bali Menuju Target Kapasitas 108 MW Tahun 2025," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 19, no. 2, 2020, doi: 10.24843/mite.2020.v19i02.p09.
- [11] Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi, *99 Top Inovasi Pelayanan Publik Tahun 2020*. 2020.
- [12] M. P. Kurniawan, R. B. Wiguna, and H. N. Hartanto, "Construction of floating PV on teritip dam balikpapan to provide renewable energy for Indonesia's new capital," *Proceeding - 2nd Int. Conf. Technol. Policy Electr. Power Energy, ICT-PEP 2020*, vol. 3, pp. 1–6, 2020, doi: 10.1109/ICT-PEP50916.2020.9249861.
- [13] A. Sahara, R. H. Sanutra, and A. M. Miftahul Huda, "Potentials of solar power plant in Waru Tua," *Telkomnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.)*, vol. 18, no. 6, pp. 3266–3275, 2020, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v18i6.15763.
- [14] I. Muhammad and T. Baladraf, "Potential Design of Photovoltaics-Pumped Hydro Storage System at Ex-Paser Mine Holes in East Kalimantan," 2021. doi: 10.4108/eai.17-7-2021.2312026.
- [15] M. Murtiningrum and A. Firdaus, "Perkembangan Biodiesel Di Indonesia Tinjauan Atas Kondisi Saat Ini, Teknologi Produksi & Analisis Prospektif," *J. PASTI*, vol. 9, no. 1, 2015.
- [16] I. E. H. Elgailani, M. A. M. G. Elkareem, E. A. A. Noh, O. E. A. Adam, and A. M. A. Alghamdi, "Comparison of Two Methods for The Determination of Vitamin C (Ascorbic Acid) in Some Fruits," *Am. J. Chem.*, 2017, doi: 10.20448/812.2.1.1.7.
- [17] I. Rizianiza and D. Herfandi, "Studi Eksperimental Pengaruh Jumlah Sudut Terhadap Daya Pada Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Rotor Crossflow untuk Optimalisasi Angin di Wilayah Pantai Kota Balikpapan," *Rekayasa Mesin*, vol. 11, no. 2, pp. 179–186, 2020.
- [18] A. Y. P. T. Sandika, D. Christover, R. M. Saiful, B. Fitria, and Endrawati, "Analisis Kecepatan Angin Pesisir Pantai Monpera Sebagai Sumber Energi Terbarukan Kota Balikpapan," *J. Teknol. Terpadu*, vol. 7, no. 1, pp. 45–51, 2019.
- [19] N. Safienatin Najah *et al.*, "Perancangan Prototipe Turbin Angin Sumbu Horizontal Skala Laboratorium Dengan Inverter," *J. Tek. JAGO*, vol. 1, no. 1, pp. 24–29, Jun. 2021.
- [20] K. B. Badan Pusat Statistik, "Kabupaten Berau Dalam Angka 2022," 2022.
- [21] A. Prasetyo, D. Notosudjono, and H. Soebagja, "Studi Potensi Penerapan dan Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin di Indonesia," 2019.
- [22] W. Hidayat, "No Title," *Prinsip Kerja Dan Komponen - Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air*, 2019. <https://osf.io/preprints/inarxiv/drv58/>
- [23] Erinofiardi *et al.*, "A Review on Micro Hydropower in Indonesia," in *Energy Procedia*, 2017, vol. 110, pp. 316–321. doi: 10.1016/j.egypro.2017.03.146.
- [24] I. W. Ratnata, W. Surya S, and M. Somantri, "Analisis Potensi Pembangkit Energi Listrik Tenaga Air Di Saluran Air Sekitar Universitas Pendidikan Indonesia," *FPTK Expo - UPI*, no. November 2002, 2013.
- [25] A. Taufiqurrahman and J. Windarta, "Overview Potensi dan Perkembangan Pemanfaatan Energi Air di Indonesia," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 1, no. 3, pp. 70–78, Nov. 2021, doi: 10.14710/jebt.2020.10036.
- [26] L. M. H. Zakir, J. Windarta, S. Saptadi, and D. Rinaldo, "Analysis of planning for

- utilization of East Borneo hydro power with techno economy principle," in *AIP Conference Proceedings*, 2019, vol. 2202. doi: 10.1063/1.5141729.
- [27] M. Saidu, A. Yuzir, M. R. Salim, Salmiati, S. Azman, and N. Abdullah, "Biological pre-treated oil palm mesocarp fibre with cattle manure for biogas production by anaerobic digestion during acclimatization phase," *Int. Biodeterior. Biodegrad.*, vol. 95, no. PA, pp. 189–194, 2014, doi: 10.1016/j.ibiod.2014.06.014.
- [28] R. Ridlo Al Hakim, "Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energy Terbarukan Untuk Ketahanan Energi di Indonesia : Literatur Review," Purwokerto, Apr. 2020.
- [29] E. Heryadi, Hermanto, and A. Susanty, "Potensi Biogas dan Energi dari Limbah Padat (Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), Serta Mesocarp dan Lumpur Decanter) Industri Kelapa Sawit di Kalimantan Timur," vol. 15, no. 2, pp. 487–497, Dec. 2021.
- [30] S. H. Ahsan, S. Manjang, Syafaruddin, and M. Baharuddin, "Potential of renewable energy from waste mitigation of gas emissions of CH₄ and CO₂ in Bontang City, East Borneo," *2017 IEEE Int. Conf. Smart Grid Smart Cities, ICSGSC 2017*, pp. 6–9, 2017, doi: 10.1109/ICSGSC.2017.8038540. no. 003, p. 269383, 2018.