

## **EVALUASI ENERGI BARU & TERBARUKAN (EBT) BERBASIS BAYU UNTUK KALIMANTAN TIMUR**

*Wind-base Renewable Energy Evaluation for East Kalimantan*

**Ade Purwanto**

(Badan Riset dan Inovasi Nasional)

**Dewi Yulianti**

(Badan Riset dan Inovasi Nasional)

**Yuli Sulastri**

(Badan Riset dan Inovasi Nasional)

**Cornelia Tantri**

(Badan Riset dan Inovasi Nasional)

**Iskandar**

(Badan Riset dan Inovasi Nasional)

### **ABSTRAK**

Untuk mendukung program bauran energi nasional dari Energi Baru Terbarukan (EBT) 23%, pemerintah provinsi Kalimantan Timur telah meluncurkan program "Green Energy for Better Future". Namun, EBT yang telah diterapkan baru sebatas 6.53% dan didominasi oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Dengan kondisi ini, salah satu rencana BRIDA Kalimantan Timur untuk meningkatkan prosentase EBT adalah dengan membangun sumber EBT selain Surya, agar sebaran EBT-nya juga lebih bervariasi. Pada kajian ini, sumber EBT Bayu dikaji apakah cocok untuk diterapkan di Kalimantan Timur atau tidak. Hasil kajian ini menyimpulkan bahwa potensi angin di Kalimantan Timur termasuk kategori lembut (*gentle breeze*) sehingga potensi sebagai PLTB sangat kecil dan inipun berpusat pada daerah – daerah pesisir saja. Untuk itu, Kalimantan Timur sebaiknya mengkaji potensi EBT yang lain selain angin, dan apabila Kalimantan Timur masih tetap ingin mengembangkan pembangkit listrik tenaga angin (PLTB), maka rekomendasinya adalah PLTB skala mikro saja dan dengan sistem hybrid bersama sumber tenaga listrik lainnya. PLTB berfungsi sebagai secondary power plant ditopang oleh sumber daya listrik primer yang difungsikan ketika kondisi cut-off angin.

**Kata Kunci :** EBT, Angin, Kalimantan Timur, Energi

### **ABSTRACT**

*To support the 23% New and Renewable Energy (EBT) national energy mix program, the East Kalimantan provincial government has launched the "Green Energy for Better Future" program. However, the EBT that has been implemented is only 6.53% and is dominated by Solar-based Power Plant. Under these conditions, one of BRIDA East Kalimantan's plans*

*to increase the percentage of EBT is to build an EBT source other than solar, so that the distribution of EBT is also more varied. In this study, Wind-based EBT is examined whether they are suitable for East Kalimantan or not. The results concluded that the wind potential in East Kalimantan is categorized as a gentle breeze, leading to the potential for Wind Turbines as very small and furthermore they are centered on coastal areas only. For this reason, if East Kalimantan still wants to develop a wind power plant (PLTB), then the recommendation is to build a hybrid micro-scale PLTB system. The PLTB functions as a secondary power plant supported by a primary power source that functions during wind cut-off conditions.*

**Keywords:** EBT, Wind, East Kalimantan, Energy

## A. Pendahuluan

### 1. Analisis Situasi

Menipisnya cadangan energi fosil serta meningkatnya kesadaran akan kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh penggunaannya telah melatarbelakangi dilakukannya upaya untuk memanfaatkan sumber energi baru dan terbarukan di seluruh dunia termasuk juga di Indonesia. Oleh karena itu, Indonesia telah berkomitmen untuk bersungguh – sungguh dalam rangka penurunan emisi, sebagaimana ditegaskan pada Konferensi Perubahan Iklim Perserikatan Bangsa-Bangsa atau yang lebih dikenal sebagai COP 26 pada 2 November 2021 lalu, yaitu Indonesia akan dapat berkontribusi lebih cepat bagi Net-Zero Emission Dunia (Ditjen EBTKE Kementerian ESDM, 2021).

Salah satu langkah konkrit pemerintah Indonesia untuk menurunkan emisi adalah dengan melakukan diversifikasi energi fosil dengan energi terbarukan sesuai dengan yang sudah ditetapkan yakni 23% pada tahun 2025 mendatang, tak terkecuali untuk provinsi yang menjadi calon Ibu Kota Negara, yaitu Kalimantan Timur. Hal ini diwujudkan dalam bentuk Peraturan Pemerintah No 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional yang menetapkan target bauran energi baru dan terbarukan (EBT) dalam Bauran Energi Nasional sebesar 23% pada 2025 dan dinaikkan menjadi sedikitnya 31% pada 2050 (Ditjen EBTKE Kementerian ESDM, 2021).

Di sisi lain, pada Rapat Terbatas yang

dilakukan pada tanggal 29 April 2019, Presiden Republik Indonesia Bapak Joko Widodo mengumumkan perpindahan Ibu Kota Negara (IKN) ke wilayah luar Pulau Jawa. Hal ini tertuang pada Rancangan Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020 – 2024 (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2020), yaitu ke Provinsi Kalimantan Timur, Kabupaten Penajam Paser Utara (PPU) (Perpres No 18 Tahun 2020 Tentang RPJMN 2020 - 2024, 2020). Oleh Bappenas, Ibu kota Negara Baru akan menjadi resepresentasi dari Negara Indonesia yaitu sebagai Simbol Identitas Bangsa dengan menerapkan menerapkan konsep Smart, Green, Beautiful dan Sustainable, dimana hal yang diperhatikan tidak hanya penyediaan listrik diwilayah namun juga teknologi bersih pada pembangkit listrik energi fosil seperti batubara, sehingga dampak terhadap lingkungan sangat diperhatikan. Dengan kondisi ini, kajian – kajian khusus mulai harus dilakukan di Provinsi Kalimantan Timur, tak terkecuali untuk bidang EBT ini. Terkait dengan EBT, Kementerian ESDM sedang mendorong pembangunan Pembangkit Listrik dengan sumber energi terbarukan dan bahkan telah menetapkan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) 2021-2030 dengan penambahan kapasitas EBT 20,9 GW (51,6%) dan dikembangkan secara merata di semua sistem kelistrikan. Kalimantan diproyeksikan akan memiliki komposisi jenis energi pada tahun 2025 sebesar 62.2% batubara, 8.2% air, 18.1% gas alam dan LNG, 0.4% BBM dan 11.1% EBT lain (RUPTL 2021-2030 PT.PLN

(Persero), 2021). Untuk daerah Kalimantan Timur, potensi energi jenis terbarukan yang tersedia berupa tenaga air (PLTA) sebesar 2.118 MW, PLTM dan PLTMH sebesar 3,1 MW, PLTS sebesar 13.479 MW, bio energi sebesar 1.086 MW, dan angin sebesar 212 MW. Atau secara total Kalimantan Timur memiliki potensi sumber EBT yang dapat diubah menjadi tenaga listrik mencapai 16,9 GW (PERDA Provinsi Kalimantan Timur No. 8 Th. 2019 RUED, 2019). Meskipun demikian, Kalimantan Timur baru mempunyai bauran EBT sebesar 6.53% saja yang terpasang di Kalimantan Timur (Hazami, 2023).

Sebagai Upaya untuk mendukung program BEN 23%, pemerintah provinsi Kalimantan Timur telah meluncurkan program "Green Energy for Better Future" pada tahun 2020 yang mencakup pengembangan energi terbarukan dan konservasi energi, serta

mempromosikan penggunaan kendaraan listrik dan sistem transportasi berkelanjutan. Dalam pemetaan EBT yang telah diterapkan, sebaran dari 6.53% EBT di Kalimantan Timur masih didominasi oleh PLTS. Dengan kondisi ini, salah satu rencana Badan Riset dan Inovasi Daerah (BRIDA) Kalimantan Timur untuk meningkatkan prosentase EBT adalah dengan menggunakan sumber energi selain surya, agar sebaran EBT-nya juga lebih bervariasi. Pada kajian kali ini, sumber EBT yang dikaji adalah EBT Bayu.

## 2. Tinjauan Regulasi

Dari sisi regulasi telah ada beberapa peraturan yang diterbitkan pemerintah baik pusat maupun daerah untuk masalah Energi Terbarukan ini. Diantaranya adalah seperti pada tabel 1.

**Tabel 1.** Regulasi mengenai EBT di tingkat Nasional dan di Kalimantan Timur

Tingkatan Regulasi	Regulasi	Keterangan
Nasional	UU No. 30/2007	Undang-undang Energi, kerangka hukum untuk pengembangan dan pemanfaatan energi baru terbarukan di Indonesia
	Perpres No. 5/2006	tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN), yang memberikan pedoman untuk pengembangan energi baru terbarukan di Indonesia
	Permen ESDM No. 13/2012	tentang Pemanfaatan Energi Baru dan Terbarukan untuk Pembangkit Listrik
	Permen ESDM No. 19/2016	tentang Tarif Listrik Tenaga Listrik yang dihasilkan dari Energi Terbarukan
	Permen ESDM No. 57/2016	tentang Efisiensi dan Konservasi Energi dalam Penggunaan Energi
	Perpres No. 22/2017	tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), mengenai target penggunaan Energi Baru Terbarukan (EBT)
	Permen ESDM No. 53/2018	tentang Pemanfaatan Energi Terbarukan untuk Pembangkit Listrik
Kalimantan Timur	Perda Kalimantan Timur No. 1/2014	tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2014-2034
	Pergub Kalimantan Timur No. 44/2019	tentang Rencana Energi Daerah Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2019-2023
	Pergub Kalimantan Timur No. 45/2019	tentang Kebijakan dan Strategi Pengembangan Energi Baru Terbarukan di Provinsi Kalimantan

		Timur
	Beberapa peraturan Bupati di daerah Kalimantan Timur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peraturan Bupati Kutai Kartanegara Nomor 5 Tahun 2018 tentang Rencana Aksi Percepatan Pembangunan Energi Terbarukan di Kabupaten Kutai Kartanegara</li> <li>2. Peraturan Bupati Berau Nomor 18 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Energi Terbarukan di Kabupaten Berau</li> <li>3. Peraturan Bupati Paser Nomor 24 Tahun 2018 tentang Pemanfaatan Energi Terbarukan dan Konservasi Energi di Kabupaten Paser</li> </ol>

Sumber : diolah

Beberapa implementasi peraturan tersebut di Kalimantan Timur dapat terlihat dari beberapa program yang telah terlaksana, seperti pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di beberapa daerah, seperti di Kabupaten Paser, Kabupaten Kutai Timur dll., serta adanya program Energi Terbarukan dan Konservasi Energi. Program ini diberi nama Aksi Mandiri Energi Terbarukan (AMET), yang merupakan aksi yang diperlukan untuk mengkampanyekan dan mendorong agar perusahaan yang memiliki potensi EBT agar memanfaatkannya semaksimal mungkin untuk kebutuhan internalnya dan mengeksplor kelebihannya.

### 3. Tinjauan Potensi Energi Angin Kalimantan Timur

Dalam perspektif pembangkitan energi untuk kebutuhan pembangkit listrik tenaga angin, daya yang dihasilkan setiap saat tidak tetap, ini dikarenakan tenaga angin atau angin sangat bergantung dari kondisi alam masing-masing daerah. Pemilihan

Turbin Angin juga dipengaruhi oleh berbagai hal, salah satunya kecepatan angin di daerah tersebut. Energi yang dihasilkan dari turbin angin akan bervariasi tergantung pada kecepatan angin tetapi juga pada karakteristik khusus turbin. Variasi ini diilustrasikan di Power Curve. HAWT (Horizontal Axis Wind Turbine) rata – rata mempunyai spesifikasi cut-in wind speed 2-5m/s, tenaga maksimal pada antara 8-15m/s dan cut-out speed 25 m/s (Tipperary Institute, 2007).

Beberapa jurnal yang terbit di Indonesia juga telah memperlihatkan bagaimana mereka melakukan assessment untuk pembangkit listrik (Haryanti et al., 2023; Sary et al., 2022; Setiawati et al., 2020; Siahaya et al., 2021; Sidik Boedoyo et al., 2021; Sumiati et al., 2014; Widya Hesty et al., 2021). Idealnya, survey untuk kelayakan suatu PLTB harus mengikuti Guideline for Wind Resources Assessment yang telah dijadikan standar dari ADB (Asian Development Bank, 2014). Secara umum, konfigurasi survey yang ideal menurut ADB dideskripsikan pada tabel 2.

**Tabel 2.** Deskripsi met-Tower, Sensor dan konfigurasi.

Item Tes	Deskripsi
Tipe met-tower	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menara sementara. Met-tower dengan umur pelayanan 3-5 tahun yang digunakan secara project-spesific untuk pengumpulan data angin</li> <li>- Menara permanen. Met-tower dengan umur pelayanan 20 tahun yang digunakan untuk pengukuran angin jangka Panjang yang juga disunakan sebagai referesni untuk turbin angin</li> </ul>

Ukuran dan tipe	Menara sementara: untuk proyek baru menara direkomendasikan monopole (atau tabung) setinggi 80 m. Akan tetapi menara monopole setinggi 60 m adalah yang paling populer. Permanen: Menara kisi
Jumlah anemometer	Dua anemometer Kelas I dikalibrasi pada ketinggian 80 m Dua anemometer yang dikalibrasi pada ketinggian 60 m Dua anemometer yang dikalibrasi pada ketinggian 40 m
Jumlah vane angin	Dua vane angin: Satu di ketinggian 75 m dan yang kedua di 55 m
Orientasi anemometer	Jika arah angin dominan dari satu arah, maka kedua anemometer diletakkan pada sudut +45/-45 derajat terhadap arah angin primer, seperti yang dihasilkan oleh kedua anemometer dengan sudut 90 derajat.
Orientasi vane angin	Vane angin harus sejajar dengan arah salah satu anemometer. Kedua vane angin harus sejajar.
Panjang boom	Panjang Boom tempat anemometer dipasang harus setidaknya enam kali diameter tiang
Sensor lainnya	Suhu, tekanan barometrik, kelembaban relatif, dan sensor radiasi matahari dipasang pada ketinggian sekitar 3 m dari permukaan tanah.
Data logger dan unit komunikasi	Biasanya, data logger 15 saluran digunakan untuk menerima pembacaan sensor setiap detik dan mencatat statistik setiap 10 menit. Kartu memori digunakan untuk menyimpan statistik. Unit komunikasi yang berisi modem nirkabel digunakan untuk mengirimkan data yang telah direkam sekali setiap hari.
Lainnya	Adanya Pembumian dan Penangkal Petir penting untuk melindungi sensor, pencatat data, unit komunikasi, dan menara.

*Sumber : Asian Development Bank, 2014*

Dalam kajian ini, kami telah bekerjasama dengan BRIDA Kalimantan Timur dan BMKG Sepinggian untuk mendapatkan data sekunder mengenai windrose di daerah Balikpapan agar bisa menjadi gambaran bagi pengambil kebijakan secara cepat. Kajian ini merupakan quick response analysis yang menggunakan data yang telah tersedia di lapangan, meskipun tidak ideal (tidak mengikuti panduan ADB). BMKG Sepinggian, menggunakan data curah hujan, arah dan kecepatan angin wilayah Balikpapan (koordinat 1°16'0.120" LS, 116°54' BT) untuk memproduksi data berupa arah dan kecepatan angin wilayah Balikpapan selama kurun waktu tahun 2022. Dalam bentuk tabel, data dari Sepinggian adalah sebagaimana tertera pada tabel 3 yang memperlihatkan bahwa kecepatan angin rata – rata di Balikpapan adalah 2.8 knots, yaitu 1.4 m/s dengan kategori lembut. Sedangkan arah anginnya

didominasi dari arah South atau Selatan. Dalam diagram Windrose di gambar 1, secara umum terlihat bahwa angin permukaan di wilayah Balikpapan pada bulan Desember tahun 2022 didominasi oleh angin dari arah Selatan hingga Barat Daya dengan kecepatan rata-rata berkisar dari 1 s.d. 4 Knot (66.4%). Pada umumnya rata-rata kecepatan angin pada bulan Desember termasuk ke dalam kategori lembut, sedangkan untuk persentase angin Calm (angin lemah) sebesar 20.70%. Untuk persentase kecepatan angin antara 5 s.d. 7 Knot sebesar 10.6 % dan persentase kecepatan angin antara 8 s.d. 11 Knot ialah sebesar 2.2%. Dengan demikian, kondisi angin di Balikpapan pada bulan Desember tahun 2022 cenderung lembut (Gentle Breeze). Data dari Windrose didukung juga oleh data dari beberapa sumber lain dengan kesimpulan yang seragam.

**Tabel 3.** Arah dan Kecepatan Angin Balikpapan tahun 2022.

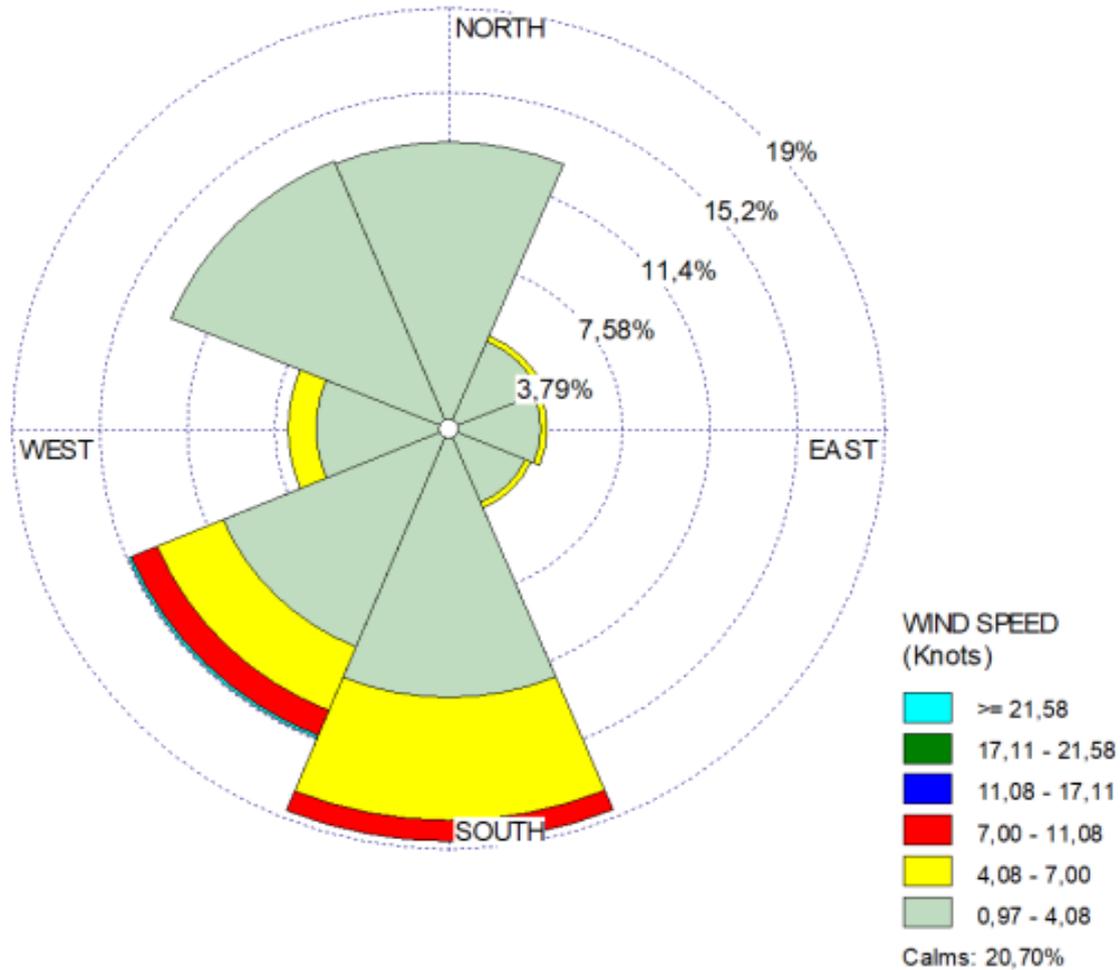
Tahun	Bulan	Kecepatan Angin Rata-rata (knot)	Arah Angin Terbanyak	Kecepatan Maximum (knot)	Arah saat kecepatan max (derajat)
2022	Jan	2.5	N	31	240
	Feb	2.5	N	30	250
	Mar	2.7	N	33	240
	Apr	2.8	S	22	240
	Mei	2.6	N	14	280
	Jun	2.7	S	21	240
	Jul	3.1	S	23	230
	Agu	3.4	S	19	070
	Sep	3.2	S	43	060
	Okt	2.8	S	32	220
	Nov	2.5	N	32	220
	Des	2.5	S	36	220
Rata-Rata		2.8	S		

*Sumber : Stamet Kelas I Sepinggian Balikpapan, 2023.*

Dari Accuweather, pemetaan kecepatan angin di Kalimantan Timur terlihat sangat tenang, seperti terlihat pada gambar 2 di bawah ini. Accuweather mengumpulkan database model perkiraan terlengkap dari seluruh dunia. Kami mendapatkan data cuaca dari pemerintah dan mitra; pengamatan dari darat, kapal, dan pesawat terbang; laporan crowdsourced; satelit; dan perangkat radar sehingga bisa memetakan fenomena meteorologi dengan cukup akurat. Pada gambar di bawah ini terlihat bahwa pola angin yang terjadi adalah, angin menghindari bagian tengah dari pulau Kalimantan dan memilih memutar Kalimantan lewat selatan dan Sebagian ke

utara melalui selat Makassar. Dengan demikian, PLTB di Kalimantan Timur hanya mempunyai potensi yang rendah di sekitar daerah pantai saja.

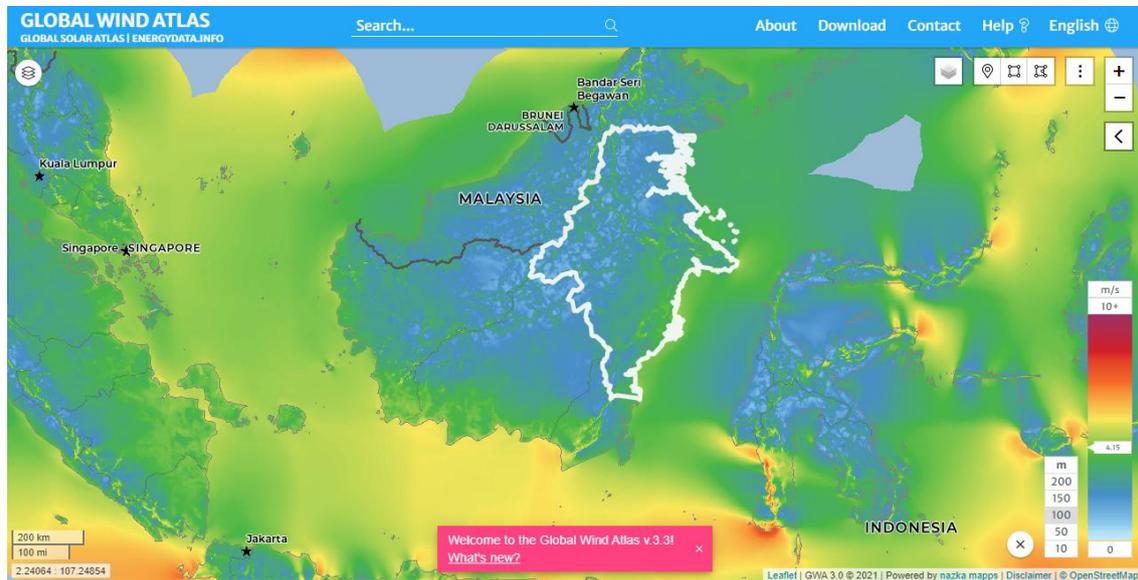
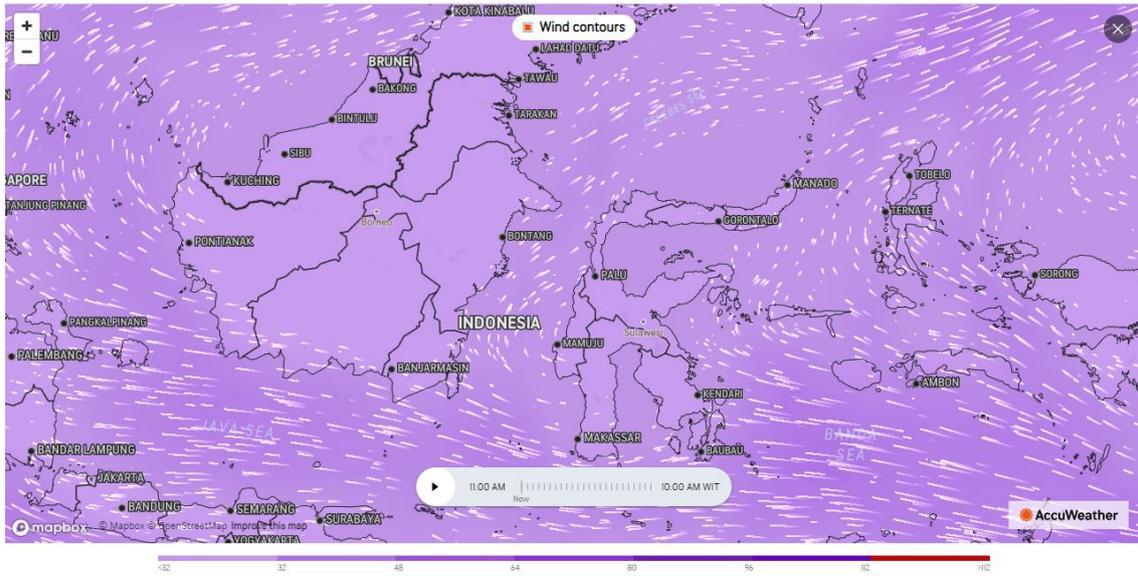
Data ini juga disepakati oleh Global Wind Atlas (GWA), yaitu aplikasi pemetaan sumber daya angin yang mendapat dukungan keuangan dari Program Bantuan Manajemen Sektor Energi (ESMAP), dana perwalian multi-donor yang dikelola oleh Bank Dunia. Pada plot grafik dari GWA di gambar 2, warna menunjukkan potensi energi angin dengan warna biru menunjukkan angka yang rendah, dan warna merah menunjukkan angka yang tinggi.



**Gambar 1.** Windrose Balikpapan Desember 2022 BMKG Sepinggu. *Sumber : Stamet Kelas I Sepinggu Balikpapan, 2023.*

Pada gambar, terlihat bahwa Kalimantan Timur hanya mempunyai potensi yang rendah di sekitar pantai saja. Sebagai perbandingan, daerah Sidrap dan Janeponto terlihat mempunyai potensi yang tinggi. Selain dari sumber data sekunder dari luar negeri, Kementerian ESDM juga telah

membuat suatu aplikasi Onemap yang memetakan berbagai potensi EBT di Indonesia. Di bawah ini kami tampilkan peta onemap dari ESDM untuk potensi PLTB. Terlihat pada peta di gambar 3 bahwa hanya pada daerah selatan dari pulau Kalimantan saja yang potensinya besar.

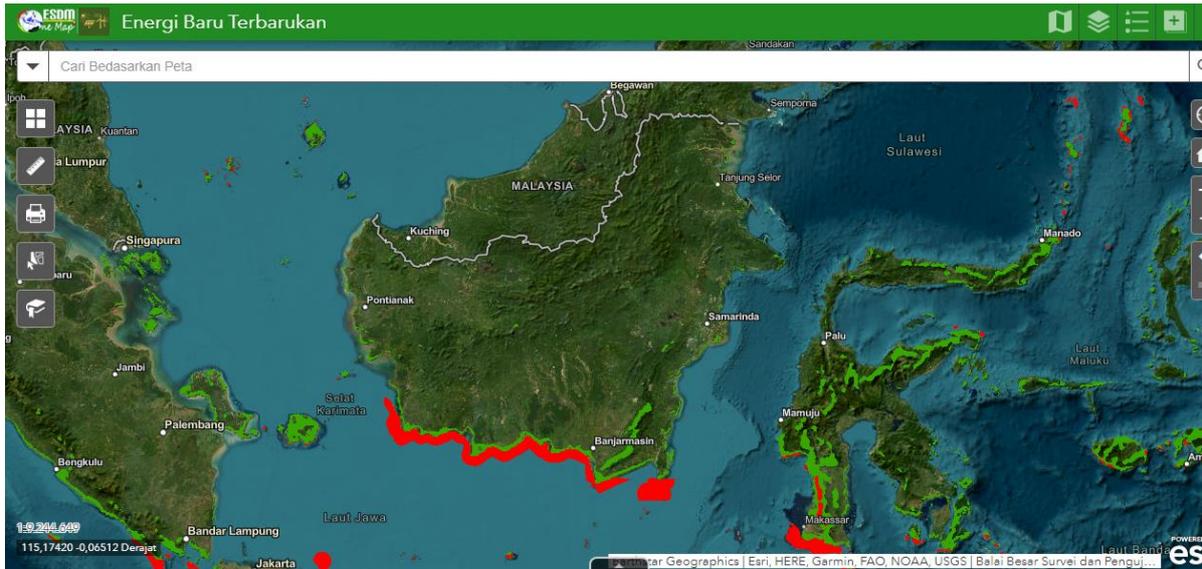


**Gambar 2. Atas :** Indonesia Wind Flow.

*Sumber : Indonesia Wind Flow, n.d..*

**Bawah :** Kecepatan angin rata – rata pada resolusi 100m di Kalimantan Timur.

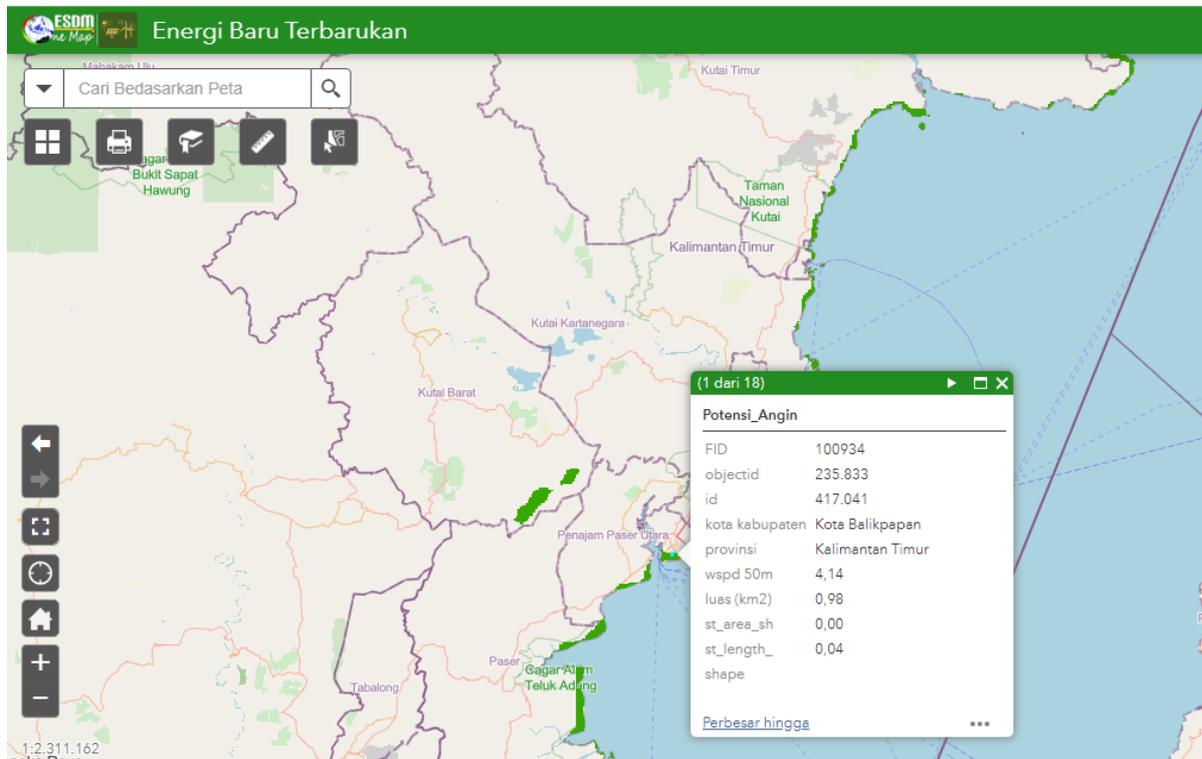
*Sumber : Technical University of Denmark, 2023.*



**Gambar 3.** Onemap Potensi EBT Berbasis Bayu.  
*Sumber : Kementerian ESDM, n.d.*

Pada peta yang lebih zoom-in di gambar 4, terlihat bahwa di beberapa daerah, terutama pesisir, potensi energi anginnya adalah rendah, ditandai dengan warna hijau pada

peta. Terlihat kota Balikpapan mempunyai penanda kecepatan angin yang hanya 4.14 m/s saja.



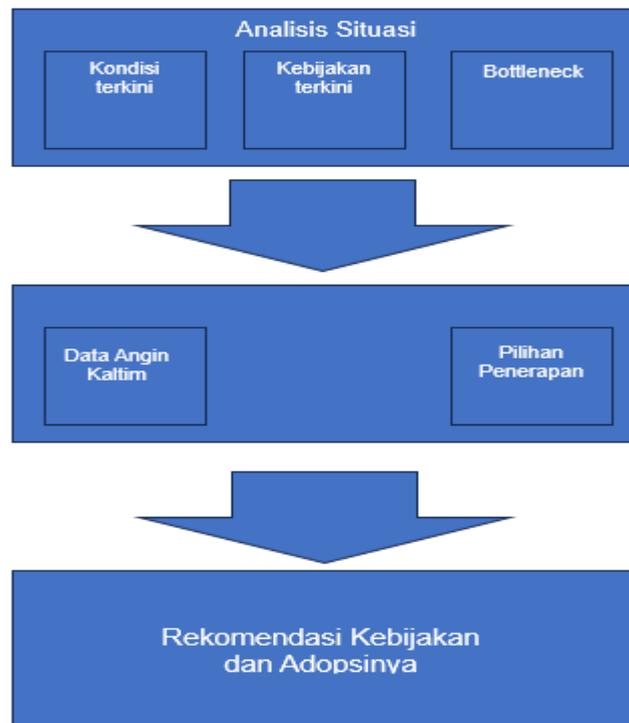
**Gambar 4.** Onemap Potensi EBT Bayu. *Sumber : Kementerian ESDM, n.d.*

**B. Framework Penelitian**

Studi ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk menampilkan data dan kualitatif sebagai pisau analisis kebijakan dengan metode case study. Pada pemilihan rekomendasi untuk hasil kajian dilakukan dengan metode pembobotan sesuai prosedur yang digariskan oleh Pugh Matrix Analysis (Pugh, 1981).

Secara umum studi kasus didefinisikan sebagai studi empiris yang menginvestigasi fenomena kontemporer dalam konteks riilnya dan tidak ada batasan yang jelas antara fenomena dan konteks tersebut, serta berbagai sumber sebagai bukti (evidence) digunakan (Yin, 1991) dalam (Dewi Nur'aini, 2020). Adapun lokus studi kasus yang diambil dalam kajian kebijakan ini adalah Provinsi Kalimantan Timur. Teknik pengumpulan data yang

dilakukan dalam studi ini dilakukan dengan pengumpulan data sekunder dari pihak terkait (BMKG Sepinggan) serta studi pustaka atau literatur review dan pengumpulan data deskriptif sekunder yang berasal dari peraturan hukum, laporan, artikel jurnal, website, artikel media massa. Multiperspektif data digunakan dalam proses triangulasi untuk melakukan analisis yang komprehensif melalui metode analisis kualitatif dan untuk melakukan analisis dari data-data yang kami peroleh, kami menggunakan metode regulatory impact yang merupakan pendekatan sistemik untuk menilai secara kritis efek positif dan negatif dari peraturan yang diusulkan dan yang sudah ada dan juga alternatif nonperaturan juga dimungkinkan (Jacobs, 1997). Framework digambarkan pada gambar 7 di bawah ini.



**Gambar 5.** Theoretical Framework.

*Sumber : diolah Tim Penulis*

Setelah melakukan penelaahan data dan peraturan perundang-undangan dan kebijakan yang sudah diberlakukan terkait dengan EBT di Kalimantan Timur, kemudian berdasarkan hasil data angin dari BMKG Sepinggan, studi ini menyimpulkan bahwa untuk menambah kontribusi EBT di

Kalimantan Timur menggunakan Energi Angin, ada dua alternatif rekomendasi yang bisa kami sampaikan.

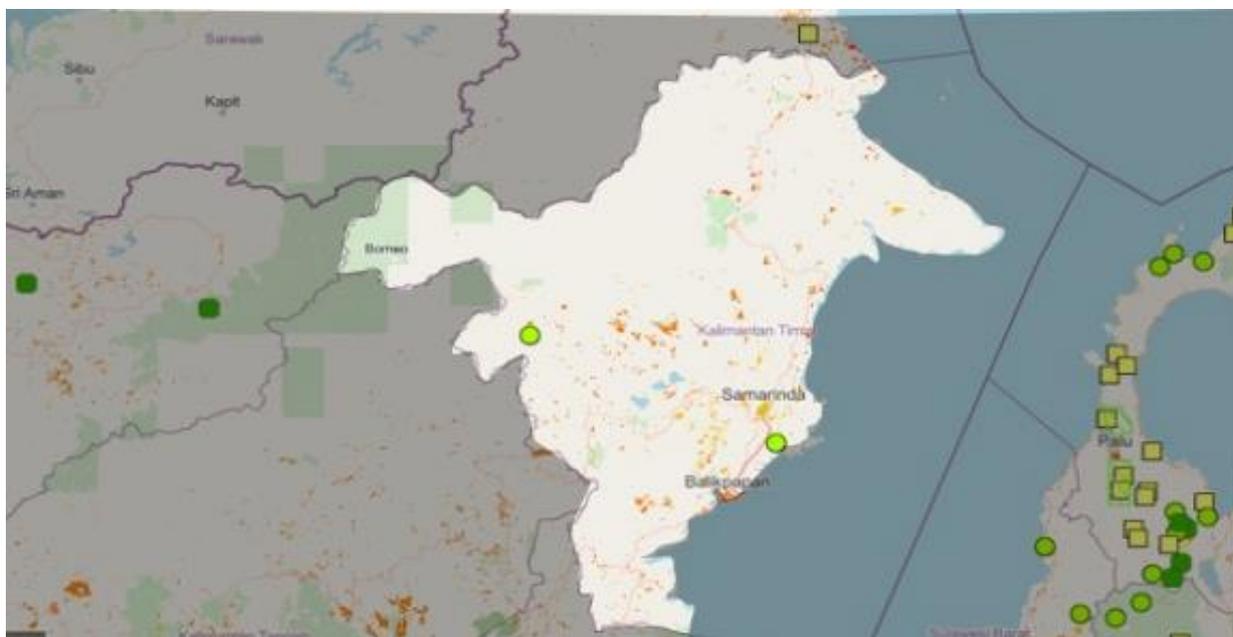
### C. Alternatif Rekomendasi I : Mengkaji Ebt Selain Plt Bayu

Pada bab sebelumnya, telah didapat kesimpulan bahwa kecepatan angin rata – rata di Balikpapan adalah kecil, yaitu hanya 2.8 knots atau 1.4 m/s. Sedangkan arah anginnya didominasi dari arah South atau Selatan. Rata-rata kecepatan angin pada tahun 2022 termasuk ke dalam kategori lembut (Gentle Breeze). Kondisi ini memberikan gambaran bahwa PLT Bayu potensinya sangat lemah di Kalimantan Timur, sehingga akan lebih baik untuk BRIDA Kalimantan Timur mengkaji berbagai macam potensi EBT yang lain yang tersedia di sini. Pada situs <https://geoportals.esdm.go.id/ebtke/> milik Kementerian ESDM, ada banyak alternatif EBT yang potensinya dapat dikaji lebih dalam. Diantaranya adalah Potensi Pembangkit listrik dari Biogas, Biomassa, Surya, Hidro, Sumber Daya Dan Cadangan Panas Bumi dan Sebaran Badan Usaha BBN – Bioethanol. Diantara berbagai

sumber energi tersebut, beberapa bisa kita ambil sebagai contoh diantaranya adalah potensi Hidro, Panas Bumi dan Surya. Pada peta yang memperlihatkan potensi energi Surya dan energi Panas Bumi, terlihat bahwa Kementerian ESDM telah melakukan survey pendahuluan di beberapa tempat.

Untuk panas bumi, ada dua tempat yang telah dilakukan survey pendahuluan sebagai berikut:

1. Potensi Panas Bumi Dondang  
Data ESDM th. 2014 menunjukkan potensi Panas Bumi Dondang mempunyai Sumber Daya Spekulatif sebesar 10 MW dengan temperature reservoir sebesar 187<sup>0</sup> C.
2. Potensi Panas Bumi Sungai Batuq  
Data ESDM th. 2014 menunjukkan bahwa potensi Panas Bumi Sungai Batuq mempunyai Sumber Daya Spekulatif sebesar 7 MW dengan temperature reservoir sebesar 114<sup>0</sup> C.



**Gambar 6.** Peta Potensi EBT Surya dan Panas bumi.

*Sumber : Kementerian ESDM, n.d.*

Perhitungan potensi panas bumi pada peta tersebut dihitung berdasarkan standar nasional Indonesia yaitu Standar Nasional Klasifikasi Potensi Energi Panas Bumi di

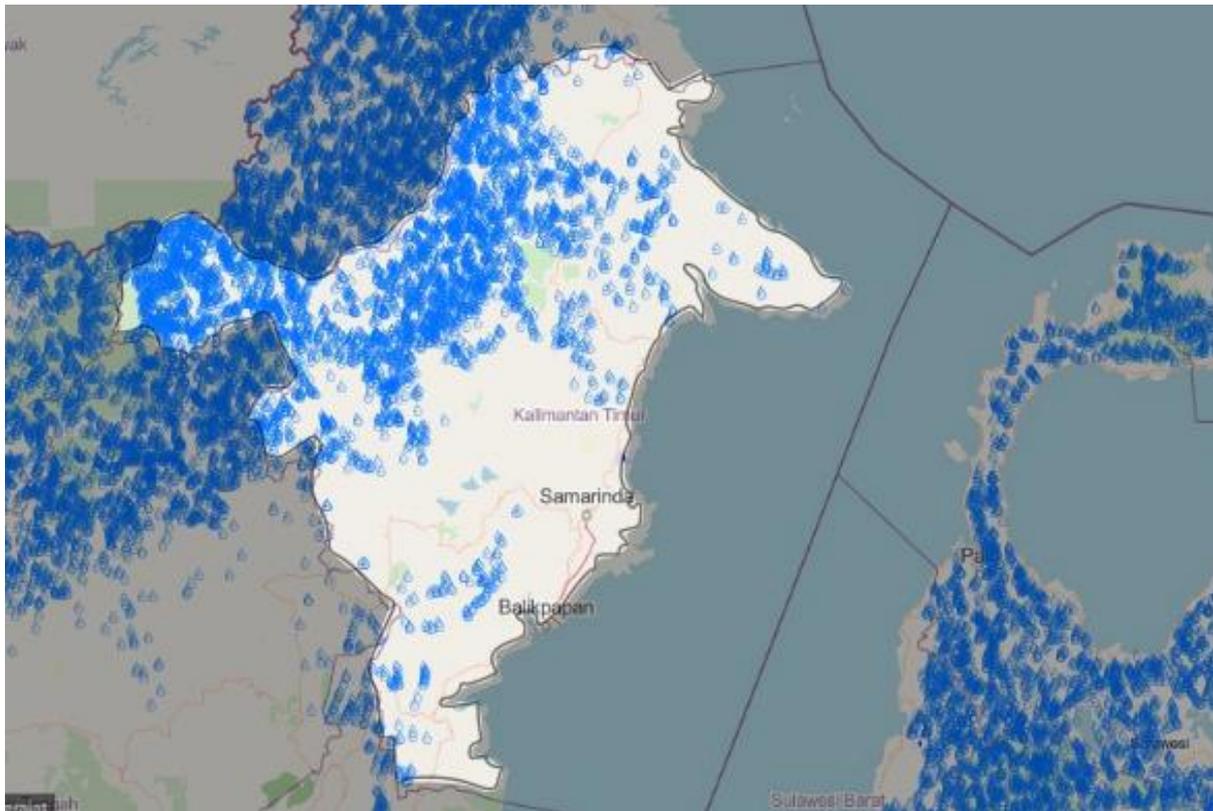
Indonesia tahun 1999, No. SNI 13-5012-1998. (*SNI - Klasifikasi Potensi Energi Panas Bumi Di Indonesia, 1998*).

Kemudian untuk potensi PLT Hidro, yaitu

pembangkit listrik yang memanfaatkan energi hidro untuk penyedia tenaga listrik dengan memanfaatkan energi potensial aliran air yang dikonversi menjadi energi listrik melalui turbin dan generator. Pada peta yang memperlihatkan potensi energi dari Hidro, potensi yang ditampilkan oleh Onemap ESDM sangat banyak,

sebagaimana diperlihatkan pada gambar 9 di bawah ini.

Pada Onemap ESDM, setiap titik biru yang merepresentasikan potensi energi Hidro dapat di *klik* dan informasi survey awal dari lokasi tersebut dapat ditampilkan, beserta kelas dari PLTA yang dapat dikembangkan di lokasi tersebut.



**Gambar 7.** Peta Potensi EBT Hidro.  
*Sumber : Kementerian ESDM, n.d.*

#### D. Rekomendasi Ii : Pltb Skala Mikro

Dengan data angin yang telah dijelaskan di atas, dapat disimpulkan bahwa untuk di Kalimantan Timur, On-Grid Full Scale Wind Powerplant seperti di Sidrap atau Janeponto tidak direkomendasikan. Selain data angin yang menunjukkan potensi yang terlalu kecil untuk PLTB skala besar, biaya yang sangat besar dan perawatan yang khusus juga menjadi faktor lain untuk mempertimbangkan kelayakan proyek ini. Diantara tantangan pembuatan PLTB skala besar yaitu :

a. Berbiaya besar (Sidrap sekitar 2.1 Trilyun, Janeponto sekitar 2.25 Trilyun)

- b. Dalam penentuan lokasi, memerlukan FS yang lebih lama untuk memantau angin selama beberapa tahun dengan ketinggian di atas 20 meter agar lokasi tersebut benar – benar cocok
- c. Memerlukan infrastruktur yang lebih kompleks dan peralatan yang lebih canggih, sehingga membutuhkan perawatan yang lebih baik

Namun, apabila Kalimantan Timur akan tetap mempertimbangkan PLTB untuk menambah sebaran diversitas EBT, maka yang dapat dipertimbangkan untuk dibangun adalah PLTB skala Mikro. Pembangkit listrik angin skala mikro adalah

jenis pembangkit listrik angin yang memiliki kapasitas daya yang sangat kecil, biasanya kurang dari 100 kilowatt (kW). Pembangkit ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang lebih terbatas, seperti untuk rumah tangga, peternakan, atau bangunan komersial kecil. Ada dua jenis PLTB Mikro yang dapat dipertimbangkan, yaitu :

### 1. PLTB Mikro off-grid

PLTB off-grid adalah sistem pembangkit listrik tenaga angin yang tidak terhubung dengan jaringan listrik utama atau grid. Sistem ini dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di lokasi terpencil atau terisolasi yang tidak memiliki akses ke jaringan listrik publik. Contoh PLTB off-grid di Indonesia ada di Desa Maubokul Kecamatan Pandawai di Kabupaten Sumba Timur menikmati listrik dari Taman Listrik Tenaga Angin (TLTA) yang dibangun di desa itu. Taman Listrik Tenaga Angin atau TLTA itu dibangun oleh Lentera Bumi Nusantara (LBN) dengan dukungan dana dari CSR Pertamina dan IBEKA pada pada 2013-2014. PLTB ini mempunyai 48 kincir angin kecil dengan tinggi hanya sekitar 6 meter saja. Masing – masing kincir mampu menghasilkan daya 500 Watt, sehingga total daya di desa tersebut adalah 24 kW.



**Gambar 8.** PLTB Desa Maubokul.

Sumber : <https://kupang.tribunnews.com>

### 2. PLTB Mikro hybrid

Pembangkit listrik tenaga angin hybrid mengacu pada sistem pembangkit listrik yang menggunakan energi angin sebagai sumber daya utama, tetapi juga

mengintegrasikan elemen-elemen lain untuk meningkatkan efisiensi, kehandalan, dan ketersediaan energi. Hybridisasi ini bertujuan untuk mengatasi tantangan yang terkait dengan sifat fluktuatif energi angin, seperti variasi kecepatan angin dan ketidakpastian cuaca. Salah satu contoh di Indonesia adalah PLTB Off-grid kampung Kalihi yang hybrid dengan PLTS. Kampung Kalihi, Kamanggi, Kabupaten Sumba Timur, Nusa Tenggara Timur mempunyai 20 kincir angin dengan satu kincir angin menghasilkan daya 500 watt sehingga total dapat menghasilkan daya 10 kilo watt. PLTB ini hybrid dengan PLTS 1 KW, sehingga Ketika terjadi cut-off angin, listrik tetap akan bisa mengalir.



**Gambar 9.** PLTB Kampung Kalihi.

Sumber : <http://maxfmwaingapu.com>

### Tantangan Pembangunan PLTB skala Mikro

- Dalam menentukan lokasi, diperlukan survey yang memadai mengenai kondisi angin di daerah tersebut, meskipun tidak serumit survey untuk PLTB skala besar. Lokasi biasanya juga daerah terpencil dimana listrik utama (Grid) tidak dapat menjangkau.
- Perawatan fasilitas PLTB skala kecil, biasanya dilakukan swadaya oleh masyarakat sekitar. Oleh karena itu, diperlukan Pendidikan ke masyarakat mengenai perawatan fasilitas yang ada, termasuk juga beberapa perbaikan yang bisa dikerjakan swadaya.
- Skala Ekonomi: Pembangkit listrik tenaga angin skala kecil mungkin menghadapi tantangan dalam mencapai skala

ekonomi yang memadai. Karena produksi listrik yang lebih rendah, biaya per kWh yang dihasilkan dapat lebih tinggi dibandingkan dengan pembangkit skala besar. Hal ini juga bisa berpengaruh terhadap ketertarikan investor untuk ikut menanamkan investasi di proyek ini.

**E. Matrix Antar Rekomendasi & Pilihan Rekomendasi**

Pilihan rekomendasi dilakukan dengan

metode pembobotan sesuai prosedur yang digariskan oleh Pugh Matrix Analysis (Pugh, 1981). Bobot diberikan secara negatif, yaitu semakin besar tantangan semakin kecil bobot yang diberikan. Skala bobot 1 – 5 yang kemudian angka tersebut dikalikan dengan skala prioritas kebijakan. Hasil perkalian bobot ini kemudian dijumlahkan dan didapatkan skor akhir, seperti yang terdapat pada baris terakhir dalam tabel di bawah ini. Berikut adalah perbandingan antara PLTB off-grid, on-grid, dan hybrid dalam bentuk tabel:

*Tabel 4. Matriks analisis Pugh pilihan kebijakan EBT untuk Kalimantan Timur*

Kebijakan Tantangan	Mengkaji EBT Selain Angin	Tetap Mengembangkan EBT Bayu		
		PLTB Mikro Off-Grid	PLTB Mikro Hybrid	PLTB Full Scale On-Grid
Infrastruktur	20	6	9	1
Potensi	20	8	12	1
Regulasi	20	8	12	2
Pendanaan	20	8	9	1
Teknis	20	8	12	1
Integrasi	4	2	12	5
Dampak lingkungan	20	10	15	3
Skala ekonomi	4	6	9	4
Bobot	4	2	3	1
Score	128	56	90	18

Sumber : diolah

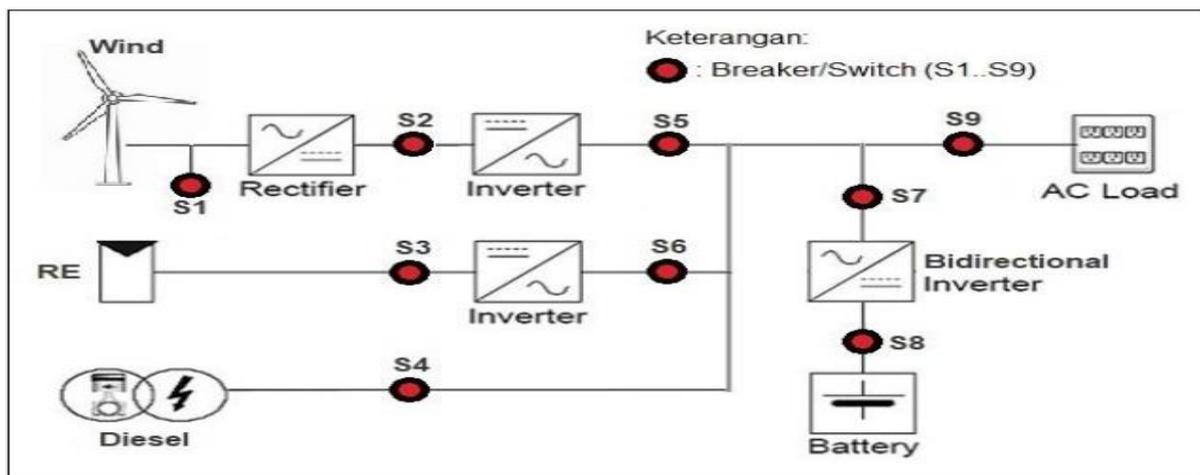
Dalam matriks pembobotan ini, terlihat bahwa skor paling tinggi ada pada mengkaji potensi EBT selain angin. Pada posisi berikutnya, apabila tetap ingin mengembangkan PLTB maka membangun yang hybrid dengan skala mikro di posisi pesisir Kalimantan Timur menjadi alternatif nomor dua. Sedangkan untuk membangun PLTB skala penuh seperti di Sidrap, mempunyai skor paling rendah dan tidak feasible dengan potensi yang paling rendah diantara pilihan rekomendasi yang lain.

Dengan hasil pembobotan ini, kami merekomendasikan bahwa untuk mengejar target sebaran EBT 23% di 2025, BRIDA Kalimantan Timur sebaiknya mengkaji potensi EBT selain angin. Dalam hal ini, EBT berbasis Panas bumi dan Hidro bisa menjadi pilihan yang menarik untuk dikaji lebih lanjut. BRIDA bisa bekerja sama dengan lembaga riset baik akademisi di kampus – kampus maupun periset BRIN dalam mengkaji lebih lanjut mengenai potensi yang ada.

Adapun EBT berbasis angin, apabila ingin tetap dilanjutkan maka dapat dikembangkan di daerah pesisir dengan skala kecil, sebagai secondary power source dengan sistem hybrid. Dengan skala kecil ini, maka EBT angin tidak terlalu signifikan untuk menaikkan prosentase sebaran EBT di Kalimantan Timur. Akan tetapi hal ini menarik untuk dikaji, sebagai bagian dari riset yang dapat berdampak pada mengurangi beban masyarakat dalam membayar listrik. Contoh PLTB di desa Maubokul di Nusa Tenggara Timur dapat diadopsi ke Kalimantan Timur, dengan opsi hybrid dengan PLTS maupun ke Grid PLN. Secara teknis, contoh skema PLTB hybrid adalah di gambar 12 berikut.

Pada sistem hibrida dengan bus AC, semua keluaran pembangkit disinkronisasi pada level tegangan AC. Keluaran arus searah

PLTB diubah oleh inverter selanjutnya bersama dengan genset digunakan untuk melistriki beban bolak-balik. Jika terdapat kelebihan energi, maka sisanya disimpan kedalam baterai setelah sebelumnya diubah terlebih dahulu oleh bidirectional rectifier/inverter (bisa berfungsi sebagai rectifier dan inverter). Seluruh inverter yang digunakan memiliki fitur kemampuan bersinkronisasi dengan jaringan listrik. Umumnya sistem hibrida memiliki 'main controller' yang berfungsi mengendalikan kontaktor/switch seluruh perangkat yang ada didalam sistem. Pembangkit diesel maupun sumber lain seperti PLTS atau Grid PLN beroperasi hanya dalam kondisi darurat (backup), saat baterai dalam kondisi kosong dan turbin angin tidak mampu mengisi baterai secara normal (Dirjen EBTKE Kementerian ESDM, 2021)



**Gambar 10.** Skema PLTB hybrid dengan Bus AC.  
*Sumber : Dirjen EBTKE Kementerian ESDM, 2021.*

## F. PENUTUP

Beberapa program EBT di Kalimantan Timur telah berjalan dengan baik dengan didukung oleh regulasi yang memadai, mulai dari PLTS, Smart City, dll. Meskipun demikian, capaian pemanfaatan EBT masih baru mencapai 6%, dari target yang ditetapkan Pemerintah Pusat sebesar 23% di 2025. Dengan adanya rencana BRIDA untuk meningkatkan diversitas EBT di Kalimantan Timur, kami melakukan kajian tentang potensi angin yang ada di Kalimantan Timur, untuk melihat apakah energi angin bisa mengambil peran dalam menaikkan capaian penggunaan EBT Kalimantan Timur.

Berdasarkan kajian kami tentang sumber daya angin yang ada di Kalimantan Timur, menggunakan sumber data sekunder dari dalam negeri (Stamet BMKG Sepinggan Balikpapan) dan juga data angin dari Accuweather dan Global Atlas, kami menyimpulkan bahwa potensi angin di Kalimantan Timur masuk kategori lembut (*gentle breeze*) sehingga potensi sebagai PLTB sangat kecil dan berpusat pada daerah – daerah pesisir saja.

Untuk itu, apabila akan dikembangkan, maka PLTB yang kami rekomendasikan adalah skala mikro dan dengan system hybrid dengan sumber tenaga listrik lainnya. PLTB berfungsi sebagai secondary power plant dengan daya berkisar antara 300 – 700 W per turbin, yang ditopang oleh sumber daya listrik primer yang difungsikan ketika kondisi cut-off angin.

## Daftar Pustaka

### Peraturan

- UU No. 30/2007 Tentang pengembangan dan pemanfaatan EBT di Indonesia  
 Perpres No. 5/2006 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN)  
 Perpres No. 22/2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN)  
 Perpres No 18 Tahun 2020 tentang RPJMN 2020 - 2024, (2020).  
 Permen ESDM No. 13/2012 tentang Pemanfaatan EBT untuk Pembangkit Listrik

- Permen ESDM No. 19/2016 tentang Tarif Listrik Tenaga Listrik yang dihasilkan dari EBT  
 Permen ESDM No. 57/2016 tentang Efisiensi dan Konservasi Energi dalam Penggunaan Energi  
 Permen ESDM No. 53/2018 tentang Pemanfaatan EBT untuk Pembangkit Listrik  
 RUPTL 2021-2030 PT.PLN (persero). (2021).  
 Perda Provinsi Kalimantan Timur No. 1/2014 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2014-2034  
 Perda Provinsi Kalimantan Timur No. 8 Th. 2019 RUED.  
 Pergub Kalimantan Timur No. 44/2019 tentang Rencana Energi Daerah Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2019-2023  
 Pergub Kalimantan Timur No. 45/2019 tentang Kebijakan dan Strategi Pengembangan Energi Baru Terbarukan di Provinsi Kalimantan Timur

## Panduan dan Laporan

- Asian Development Bank. (2014). *Guidelines for Wind Resource Assessment: Best Practices for Countries Initiating Wind Development*. www.adb.org  
 Dirjen EBTKE Kementerian ESDM. (2021). *Panduan Pengelolaan Lingkungan PLTB*  
 Ditjen EBTKE Kementerian ESDM. (2021). *Transisi Energi*.  
 Stamet Kelas I Sepinggan Balikpapan. (2023). *Informasi Klimatologi Wilayah Balikpapan*.  
 SNI - Klasifikasi Potensi Energi Panas Bumi di Indonesia. (1998).  
 Technical University of Denmark. (2023). *GWA Mean Wind Speed at 100m*  
 Tipperary Institute. (2007). *ELREN Renewable Energy Training Manual*

## Website

- Hazami, B. (2023). Potensi Kaltim sebagai

- Penyuplai EBT IKN. <https://kaltimpost.jawapos.com/kolom-pembaca/21/09/2022/potensi-kaltim-sebagai-penyuplai-ebt-ikn>
- Indonesia Wind Flow. (n.d.). Retrieved June 26, 2023, from <https://www.accuweather.com/en/id/nasional/wind-flow>
- Kementerian ESDM. (n.d.). *Energi Baru Terbarukan*. Retrieved June 26, 2023, from <https://geoportal.esdm.go.id/ebtke/>
- Jurnal**
- Dewi Nur'aini, R. (2020). *Penerapan Metode Studi Kasus Yin Dalam Penelitian Arsitektur Dan Perilaku*. In 92 INERSIA (Vol. 1).
- Haryanti, M., Yulianti, B., & Ningrum, N. K. (2023). *Pembangkit Listrik Tenaga Angin untuk Aplikasi Mikropower menggunakan Mikroturbin Generator*. ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika, 11(1), 143. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v11i1.143>
- Jacobs, S. (1997). *An overview of regulatory impact analysis in OECD countries*. Oecd.
- Pugh, S. (1981). *Concept Selection - A Method That Works*. Schriftenreihe WDK (Workshop Design - Konstruktion).
- Sary, R., Syuhada, A., & Zulfadli, T. (2022). *Analisis Potensi Energi Angin Tahunan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid di Banda Aceh dan Sekitarnya*. Jurnal Polimesin, 20(1).
- Setiawati, F. Z., Kurnianto, R., Sanjaya, B. W., Gianto, R., Panjaitan, S. D., & Nugraha, A. (2020). *Performance of Wind Power Plant in West Kalimantan, Indonesia Student in Electrical Engineering*. JEPIN (Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika), 6(3).
- Siahaya, A. A. S., Setiati, R., & Malinda, M. T. (2021). *The Opportunities and Constraints of Wind Energy*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 819(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/819/1/012023>
- Sidik Boedoyo, M., Yoesgiantoro, D., & Latifah, J. A. (2021). *Analisis Pemanfaatan Energi Terbarukan Di Calon Ibu Kota Negara Provinsi Kalimantan Timur Dengan Metode Analytical Hierarchy Process Untuk Ketahanan Energi*. Jurnal Ketahanan Energi, 7(2).
- Sumiati, R., Amri, K., & Hanif. (2014). *Rancang Bangun Micro Turbin Angin Pembangkit Listrik untuk Rumah Tinggal di Daerah Kecepatan Angin Rendah*. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2014.
- Widya Hesty, N., Galuh Cendrawati, D., Nepal, R., & Indra al Irsyad, M. (2021). *Energy Potential Assessments and Investment Opportunities for Wind Energy in Indonesia*.
- Yin, R. K. (1991). *Advancing Rigorous Methodologies: A Review of "Towards Rigor in Reviews of Multivocal Literatures."* Review of Educational Research, 61(3). <https://doi.org/10.3102/00346543061003299>
- Dokumen**
- Machmud. 2020. *Strategi Peningkatan Daya Saing Industri Karet Berkelanjutan Melalui Pendekatan Rantai Pasok di Provinsi Jambi*. Disertasi. Bogor: SB IPB.