

Implementasi ANFIS Dalam Prakiraan Perkembangan Energi Baru dan Terbarukan di Indonesia Pada Tahun 2030

Dewi Sholeha^{1*}, Suwarno², Muhammad Fitra Zambak³, Yoga Tri Nugraha⁴

^{1,2,3} Program Studi Magister Teknik Elektro, Program Pascasarjana, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jl. Denai No.217, Tegal Sari Mandala II, Kec. Medan Denai, Kota Medan, Sumatera Utara 20371, Telp. (061) 6622400,
Kode pos 20371

⁴Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi dan Ilmu Komputer, Universitas Prima Indonesia
Jl. Sampul No. 4, Medan Petisah, Kota Medan, Sumatera Utara
E-mail: *alkhansadewi@gmail.com

ABSTRAK- Bahan bakar energi yang penting untuk pembangkit listrik adalah memanfaatkan produk minyak bumi seperti minyak dan batu bara. Penggunaan bahan bakar dasar semakin meningkat setiap tahun dan simpanan bahan bakar utama semakin habis/berkurang. Dalam menggerakkan suatu pembangkit diperlukan energi alternatif yang sumbernya tidak akan habis dan dapat menurunkan pemanfaatan turunan minyak bumi. Sumber ini adalah energi baru dan terbarukan. Untuk menjamin perkembangan energi baru dan terbarukan, penting untuk memprakirakan perkembangan energi baru dan terbarukan di Indonesia pada tahun 2030 dengan menggunakan ANFIS. Hasil yang diperoleh dalam memprakirakan perkembangan energi baru dan terbarukan di Indonesia pada tahun 2030 adalah sebesar 3.369,79 MW.

Kata kunci : ANFIS, Energi Baru dan Terbarukan, Prakiraan.

1. PENDAHULUAN

Energi diperlukan untuk latihan manusia, keuangan, keluarga, hari ini, bisnis dan transportasi. Sebagian besar pasokan energi dunia berasal dari komoditas berbasis minyak yang merupakan sumber daya yang tidak ada habisnya. Kebutuhan energi digantungkan untuk terus berkembang, sementara mata air hemat minyak dan batu bara semakin menipis. Terlebih lagi, pemanfaatan komoditas berbasis minyak sebagai energi menambah kekayaan karbon dalam iklim yang menyebabkan bahaya udara yang berisiko. Sejalan dengan itu, sangat penting untuk memasok energi elektif selain minyak dan batu bara. Energi baru dan terbarukan (EBT) adalah salah satu mata air pilihan pasokan energi, karena selain rendah hati mempengaruhi kerusakan lingkungan, juga memastikan perlindungan energi untuk apa yang akan datang.

Saat ini, kebutuhan energi listrik telah menjadi kebutuhan mendasar bagi kehidupan dalam melakukan aktivitas sosial dan keuangan untuk mencapai gaya hidup yang lazim. Sesuai dengan kebutuhan, tingkat kepentingan energi listrik dipandang sebagai tingkat kompensasi, ekonomi, dan pencapaian suatu bangsa atau daerah[1].

Ketersediaan energi yang bersih dan sehat telah menjadi salah satu tujuan dari kemajuan keuangan tahun 2030, di mana batas pengangkutan energi adalah masalah umum dan merupakan kewajiban pemerintah pusat dan negara-negara tetangga untuk melaksanakan tujuan ini. Di Indonesia, cara untuk menangani energi baru dan tidak berbahaya bagi ekosistem energi tertuang dalam peraturan informal no. 79 Tahun 2014 tentang Kebutuhan Energi Nasional (KEN). Dalam dokumen tersebut, energi baru dan energi hijau ditetapkan mencapai 23% pada

tahun 2025, dan pada tahun 2050 mencapai tidak kurang dari 31%. Tentu saja, ketergantungan pada minyak dan batu bara ditugaskan untuk berkurang, sebesar 20% dan 25%, secara terpisah. Untuk mencapai tujuan tersebut diperlukan berbagai upaya dan usaha yang penjabaran dan pelaksanaannya tertuang dalam Rencana Umum Energi (RUEN) dan Rencana Umum Tenaga Umum (RUED-P).

Untuk memenuhi pertumbuhan energi baru dan berkelanjutan yang lebih luas, kita harus mengetahui pemanfaatan energi fosil sejak beberapa waktu lalu. Selanjutnya, pengembangan pembangkit listrik energi baru dan terbarukan yang lebih luas memiliki tugas vital dan esensial sebagai energi pengganti produk minyak bumi, misalnya, batubara dan minyak serta mendukung keamanan pasokan listrik di Indonesia.

2. ISI PENELITIAN

Indonesia memiliki sumber daya energi yang berbeda-beda, baik energi fosil maupun energi yang dapat dipertahankan. Energi fosil yang mungkin terdiri dari batubara, bensin, gas yang dapat dibakar, dan gas metana batubara (CBM), sedangkan energi yang tidak berbahaya bagi ekosistem kemungkinan terdiri dari panas bumi, air lingkup besar, hidro lebih kecil dari normal, biomassa, angin, pengaturan berbasis sinar matahari, kelautan dan energi nuklir. Seperti yang ditunjukkan oleh data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral pada 2010, sumber daya batu bara meningkat 105,2 miliar ton dengan simpanan 21,1 miliar ton, yang pada dasarnya tersebar di Kalimantan dan Sumatera. Dana investasi minyak senilai 7,76 miliar barel, sedangkan kapasitas bahan bakar gas senilai 157,14 TSCF yang tersebar di sebagian besar Kepulauan Natuna,

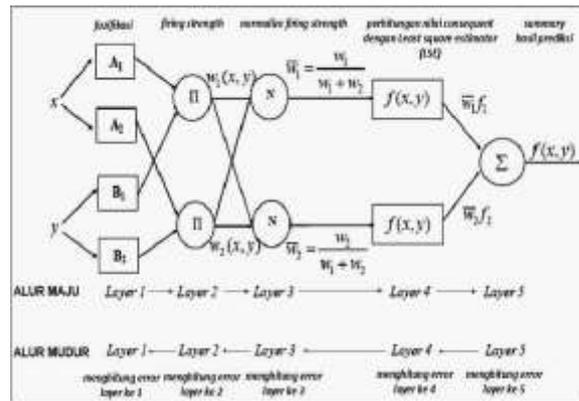
Sumatera Selatan, Kalimantan Timur, dan Tangguh (Papua Barat). Dana cadangan gas dari CBM dinilai lebih signifikan dibandingkan penimbunan gas konvensional, yakni mencapai 453,3 TSCF, khususnya di Cekungan Sumatera Selatan dan Cekungan Kutai. Penyimpanan panas bumi dihargai 15.867MW tersebar di lokasi yang berbeda dengan sumber daya absolut normal 29.038 MW. Dimasukkannya potensi hidro yang sangat besar seperti yang ditunjukkan oleh audit tahun 1983 adalah 75.000 MW, dan angka ini diulangi dalam survei tahun 1993. Padahal, dalam laporan Nippon Koei yang berfokus pada tahun 2011, pemasukan potensi air yang sangat besar setelah melalui penyaringan ekstra adalah 26.321 MW, terdiri dari Latihan yang sudah dilakukan ditambah hingga 4.338 MW, proyek yang sudah disusun dan yang sedang dikerjakan ditambah. hingga 5.956 MW. apalagi limit 16.027 MW. Aset terpelihara lainnya yang tersedia adalah hidro skala kecil, biomassa, pembangkit listrik tenaga matahari, energi angin dan laut. Potensi PLTA skala kecil 500 MWe, biomassa 49.810 MWe, tata surya 4,80 kWh/m2/hari, angin 9.290 MWe dan kelautan 240 GWe[2].

2.1 ANFIS

Struktur ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System atau biasa disebut Adaptive Network Based Fuzzy Inference System) dikaitkan dengan organisasi otak palsu namun mengingat kemampuannya dengan kerangka induksi yang halus. Di dalam struktur Neuro Fuzzy, kerangka pembelajaran berada dalam asosiasi otak dengan berbagai campuran data berharga untuk menghidupkan kembali batas Sistem Inferensi Fuzzy[3].

Data yang digunakan untuk kerangka pembelajaran (perencanaan) terdiri dari data, titik potong ANFIS, dan data uji yang berada pada masa kesiapan ANFIS yang kemudian dilengkapi dengan kerjasama pembelajaran pada data tersebut agar hasil yang diperoleh nantinya sesuai dengan hasil yang normal. Pengaturan dengan ANFIS menggunakan perhitungan pembelajaran crossbreed, yang menggabungkan sistem Least-Squares Error (LSE) untuk menemukan nilai-nilai yang dihasilkan ke depan dan menggunakan Error Backpropagation (EBP) dan slant anjlok secara retrogresif untuk mengatasi kesalahan yang terjadi di setiap lapisan[4]. ANFIS terdiri dari lima lapisan. Lapisan prinsip terdiri dari asosiasi fuzzifikasi di mana data objektif dan data diatur, semua hal dipertimbangkan. Pada lapisan kedua dan ketiga, siklus inferensi selesai yang digunakan untuk menyimpulkan aturan halus menggunakan tunjangan Sugeno di mana hasilnya akan diperhatikan dalam penilaian yang menyertainya. Pada lapisan 4, proses permintaan senilai berikut selesai menggunakan LSE. Pada lapisan 5, pola sekali-over dari dua hasil pada lapisan 4. Dalam ANFIS, deduksi kerangka kerja

halus (FIS) terletak di lapisan 1, 2, 3 dan 4 di mana FIS adalah penentu pusat yang disimpan dalam organisasi otak[5]. Setelah mengerjakan aliran maju, estimasi aliran mundur diselesaikan untuk mempelajari nilai kesalahan setiap lapisan dan mengubah nilai batas data menggunakan kemiringan lereng. Kerja sama komputasi di atas akan diulang terus-menerus sampai nilai kesalahan memenuhi nilai kesalahan paling keterlaluan yang tidak ditunjukkan. Aliran koneksi dalam sistem ANFIS terdiri dari lima lapisan dan digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur ANFIS

Proses berlangsungnya penelitian ini akan dijelaskan pada diagram alir pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. KESIMPULAN

Data penelitian diperoleh dari Badan Pusat Statistik Indonesia dan Kementerian ESDM dan RUPTL PT. PLN (Persero) dapat terlihat pada tabel 1,2,3 dan 4.

Tabel 1. Data Perkembangan Penduduk di Indonesia

Tahun	Jumlah Penduduk (Juta Jiwa)
2016	258,49
2017	261,33
2018	264,16
2019	266,91
2020	269,60

Tabel 2. Data Perkembangan Ekonomi PNB Harga Konstan 2010 di Indonesia

Tahun	Jumlah PNB HK 2010 (Triliun Rupiah)
2016	9433,0
2017	9813,3
2018	10211,5
2019	10615,1
2020	11010,1

Tabel 3. Data Perkembangan Pemakaian Bahan Bakar Fossil di Indonesia

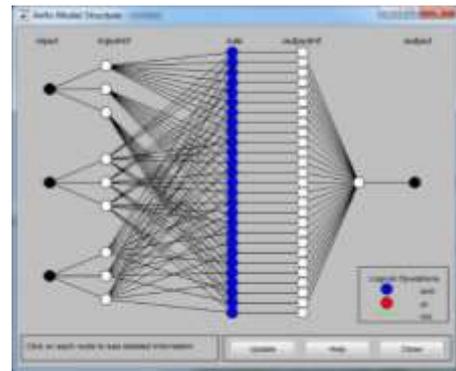
Tahun	Jumlah Pemakaian Bahan Bakar Fossil (Juta TOE)
2016	67,41
2017	72,13
2018	77,18
2019	82,58
2020	88,36

Tabel 4. Data Perkembangan EBT Indonesia

Tahun	Energi Baru Terbarukan (MW)
2016	312
2017	632
2018	512
2019	560
2020	933

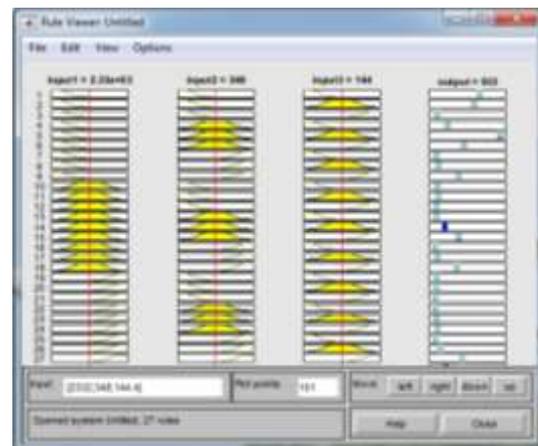
3.1 Prakiraan Perkembangan Energi Baru Terbarukan di Indonesia

Ketika memasukkan data ke dalam program ANFIS untuk melakukan pengujian, maka akan membentuk sebuah blok diagram ANFIS. Dapat dilihat pada gambar 3.



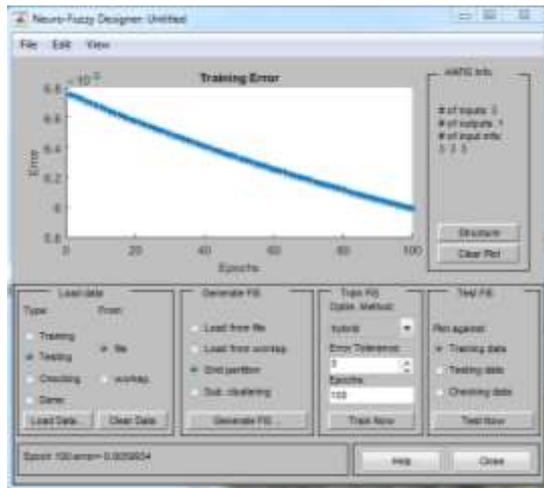
Gambar 3. Struktur ANFIS

Pada gambar 3, menunjukkan bahwa ANFIS menghasilkan jumlah node : 78, jumlah parameter linier : 27, jumlah parameter nonliniern: 27, jumlah total parameter : 54, jumlah pasangan data pelatihan : 5, jumlah pasangan data pengecekan : 0, jumlah aturan fuzzy: 27. Aturan fuzzy dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Aturan Fuzzy

Pada Gambar 4, prinsip-prinsip mengembang menunjukkan bahwa ada 27 pedoman yang dibentuk dari pengujian informasi tentang perkembangan energi baru dan terbarukan di Indonesia. Dari 27 prinsip yang dibentuk oleh fuzzy, ada 1 keputusan yang memiliki hasil yang tepat, yang terdapat dalam aturan fuzzy keempat belas. Jadi saat menguji informasi, memiliki kesalahan 0,0059934%. Hasil kesalahan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil ANFIS

Berdasarkan gambar 5, bahwasannya hasil proyeksi pada ANFIS memiliki nilai kesalahan yang sangat kecil dengan data aktualnya. Sehingga hasil prakiraan perkembangan energi baru terbarukan di Indonesia Tahun 2020-2030 dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Prakiraan Perkembangan Energi Baru Terbarukan di Indonesia Tahun 2020-2030

Tahun	Hasil Prakiraan Perkembangan EBT di Indonesia (MW)
2020	932,94
2021	751,95
2022	647,96
2023	2027,87
2024	1669,89
2025	5543,66
2026	977,94
2027	990,94
2028	2457,85
2029	2483,85
2030	3369,79

4. PENUTUP

Penelitian ini menghasilkan prakiraan perkembangan energi baru dan terbarukan di Indonesia pada tahun 2030 dengan menggunakan metode ANFIS sebesar 3369,79 MW. Perbedaan antara hasil ANFIS dengan data aktual memiliki kesalahan sebesar 0,0059934 %. Diharapkan penelitian ini mampu untuk membantu Kementerian ESDM dalam membuat prakiraan atau proyeksi energi baru dan terbarukan, dikarenakan metode ANFIS ini mempunyai kesalahan yang sangat kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. T. Nugraha, K. Ghabriel, and I. F. Dharmawan, "Implementasi ANFIS Dalam Prakiraan Konsumsi Energi Listrik Di Kota Medan Pada Tahun 2030," 2021.
- [2] Tim Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional, "Indonesia Energy Out Look 2019," *Outlook Energi Indones.*, 2019.
- [3] Y. Tri Nugraha, M. F. Zambak, and A. Hasibuan, "Perkiraan Konsumsi Energi Listrik Di Aceh Pada Tahun 2028 Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 104–108, 2020, doi: 10.24114/cess.v5i1.15624.
- [4] G. Zahedi, S. Azizi, A. Bahadori, A. Elkamel, and S. R. Wan Alwi, "Electricity demand estimation using an adaptive neuro-fuzzy network: A case study from the Ontario province - Canada," *Energy Sci. Direct*, vol. 49, no. 1, pp. 323–328, 2013, doi: 10.1016/j.energy.2012.10.019.
- [5] A. Azadeh, M. Saberi, V. Nadimi, M. Iman, and A. Behrooznia, "An Integrated Intelligent Neuro-Fuzzy Algorithm for Long-Term Electricity Consumption: Cases of Selected EU Countries," *Acta Polytech. Hungarica*, vol. 7, no. 4, pp. 71–90, 2010.

Contact person Author: Yoga Tri Nugraha
Hp: 0811-633-2394