

Fraktal Dalam Prediksi Beban Listrik Jangka Pendek

1st Vadila Erni Aulia Sari
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
vadilaer@student.telkomuniversity
.ac.id

2nd Jangkung Raharjo
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

jangkungraharjo@telkomuniversity.a.id

3rd Syamsul Rizal
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
syamsul@telkomuniversity.ac.
id

Abstrak — Listrik sangat dibutuhkan diberbagai sektor diIndonesia dan konsumsi beban listrik semakin meningkat setiap tahunnya dikarenakan seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perekonomian. Prediksi beban listrik jangka pendek ini bertujuan agar memudahkan pihak Perusahaan Listrik Negara (PLN) dalam menyiapkan persediaan listrik yang nantinya akan disalurkan memalalui pelelangan negara oleh anak perusahaan. Prediksi beban listrik jangka pendek ini menggunakan fraktal dengan metode Higuchi, karena metode Higuchi merupakan salah satu metode yang digunakan dalam menghitung nilai dari sebuah dimensi fraktal dari bentuk gelombang. Menggunakan metode Higuchi dalam memprediksi beban listrik jangka pendek sangat cocok karena setelah dilakukan penelitian perhitungan hasil akurasi menggunakan MAPE menunjukkan nilai diangka dibawah 5% yaitu sebesar 2,32%.

Kata kunci— Prediksi, listrik, fraktal, Higuchi, Jangka Pendek, Dimensi Fraktal.

I. PENDAHULUAN

Listrik sumber tenaga yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan bermasyarakat, hamper seluruh sektor memerlukan listrik seperti di sektor dibidang ekonomi, Pendidikan, Kesehatan, perindustrian, rumah tangga, dan sektor lainnya. Dari tahun ketahun permintaan daya listrik terus bertambah permintaannya dikarenakan pertumbuhan penduduk dan peningkatan perekonomian sehingga permintaan listrik terus meningkat. Perusahaan Listrik Negara (PLN) memiliki tugas sebagai penyedia kebutuhan listrik di Indonesia, sebagai pensuspplay kebutuhan daya listrik untuk kebutuhan listrik diberbagai sektor di Indonesia sehingga PLN diharapkan selalu kontinu dari waktu ke waktu sebagai supply-demand perencanaan operasi supply listrik.

Dalam sistem kelistrikan, prediksi energi listrik berdasarkan data history sangat diperlukan, karena dari konsumsi beban listrik tersebut dapat dilihat kebutuhan beban listrik dari waktu ke waktu. Prediksi beban listrik ini diperlukan untuk perencanaan untuk kedepannya, serta bermanfaat untuk menekan biaya operasi dalam produksi daya listrik dan bermanfaat pengaturan sistem distribusi atau perencanaan manajemen energi. Pediksi beban listrik jangka

pendek berguna untuk lelang energi listrik, yang mana sistemnya memprediksi konsumsi beban listrik yang akan dikeluarkan perjam, sehingga saat pelelangan listrik terjadi pihak PLN dapat memperkirakan dengan tepat seberapa besar daya listrik yang akan disalurkan ke anak perusahaan PLN sesuai dengan keperluan diberbagai bidang.

Menggunakan metode fractal dalam memprediksi beban listrik jangka pendek dipilih karena teori di fraktal memberikan deifini geometris tentang perhitungan rumus dimensi yang merupakan suatu himpunan dari susunan-susunan yang sejenis dengan perbandingan kesamaan yang dianggap sebagai suatu dimensi[1]. Fraktal juga dapat membantu menjelaskan beberapa situasi yang cukup sulit untuk dijabarkan. Secara umum fraktal berbentuk tidak teratur dan merupakan bentuk yang tidak linearitas dan fraktal memilikidetail yang tak hingga dan dapat memiliki struktur serupa diri pada tingkat perbesaran yang berbeda [2].

II. KAJIAN TEORI

A. Fraktal

Istilah Fraktal diperkenalkan pertama kali oleh Benoit Mandelbrot di tahun 1977 didalam bukunya yang berjudul "The Fractal Geometry Of Nature". Fractal itu berasal dari kata Bahasa latin Fractus yang bertati pecah atau tidak teratur [1]. Bisa dikatakan fractal adalah sebuah benda berbentuk geometris yang kasar dan tidak teratur dan bentuk fractal tidak berdasarkan linearitas, jadi bentuk fractal bukan termasuk benda yang dapat terdefinisi oleh geometri tradisional. Fractal sendiri tidak memiliki detail yang tidak terhingga dan dapat memiliki struktur yang serupa diri pada tingkat perbesaran yang berbeda. Fractal memiliki sifat-sifat self-similarity, self-affinity, self-inverse, dan self-squaring[2]. Sifat fractal yang self-similarity menunjukkan bahwa fractal terdiri dari bagian-bagian yang berbentuk serupa satu sama lain. Sifat fractal self-affinity menggambarkan bahwa fractal tersusun diatas bagian-bagian yang saling terangkai atau terhubung satu sama lain. Sifat fraktal self-inverse mengartikan suatu dibagian fractal dapat dikatakan merupakan susunan terbaik dari susunan lainnya dan yang terakhir self-squaring diartikan fractal

merupakan peningkatan dari kerumitan terdiri dari bagian terdahulu[3].

Fraktal adalah dari beberapa kumpulan pola-pola geometris dimana pola tersebut diulang berkali-kali dengan skala yang dibuat semakin kecil. Bebrapa fractal, apabila dipecah dan diambil dibagian kecilnya dan jika diperbesar maka pola fractal maka akan terlihat mirip dengan fractal aslinya. Ada dua pendekatan yang digunakan untuk ekstraksi fitur citra fractal, yaitu dimensi fractal dan kode fractal.

B. Dimensi Fraktal

Istilah dari dimensi fraktal dikemukakan oleh Mandelbrot pada tahun 1975 setelah mempublikasi papernya tentang kemiripan diri pada garis pantai britania. Dimensi fraktal adalah elemen yang penting karena didefinisikan dan dihubungkan dengan kata dunia nyata, dan diukur nilainya dengan melakukan sebuah eksperimen.[4]. Dimensi fraktal juga dapat diartikan sebagai simplifikasi dari konsep dimensi haussdorff yang kadang disebut dengan kapasitas fitur geometri. Ide dasar dari dimensi fraktal diperoleh dari menganalisa himpunan pada ukuran dengan skala yang berbeda[5].

Pada umumnya, dimensi suatu objek adalah bilangan yang mendefinisikan, membandingkan bentuk dan ukuran suatu objek. Pada dimensi fraktal kita dapat mengukur derajat kompleksitas sebuah fraktal yaitu dengan mengukur beberapa cepat kenaikan atau penurunan pengukuran Ketika skala benda itu diperbesar atau diperkecil [6].

C. Metode Higuchi

Metode Huguichi merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menghitung nilai dari dimensi fraktal dari bentuk gelombang. Metode Higuchi adalah metode dari analisis deret waktu yang sangat efisien dalam menentukan nailai dari dimensi fraktal dari sebuah kurva.[7]. Dimisalkan nilai suatu deret waktu $Z[i]$ didapatkan dengan $i=1,2,..N$. Berikut metode Higuchi deret waktu tersebut digunakan untuk menghitung nilai dari dimensi fraktal:

1. Dari deret waktu $Z[i]$ didapatkan deret waktu baru $z \frac{n}{p}$

$$\text{Definisikan } z \frac{n}{p} = \{z[n], z[n + p], \dots, z[n + \text{int}(\frac{N-n}{n}) \cdot p]\}$$

Dimana n dan p adalah suatu bilangan bulat, p ditunjukkan suatu interval waktu diskrit dan n ditunjukkan nilai waktu awal dengan $n = 1,2, \dots, p$.

2. Panjang setiap deret waktu baru dapat didefinisikan dengan :

$$L(n, p) = \frac{\left\{ \sum_{i=1}^{\text{int}(\frac{N-n}{p})} |z[n+ip] - z[n+(i-1) \cdot p]| \right\} \frac{N-1}{\text{int}(\frac{N-1}{p}) \cdot p}}{p}$$

Dimana N sebagai panjang dari waktu asli, $\frac{N-1}{\text{int}(\frac{N-1}{p}) \cdot p}$ menunjukkan factor normalisasi dan $|z[n +$

$ip] - z[n + (i - 1) \cdot p]| = ri$. Dengan demikian $L(n, p)$ merupakan jumlah dari normalisasi dari panjangnya segmen baru ri yang menunjukkan nilai dari sebuah jarak yang nilainya berbeda di titik koordinat dari sebuah pasangan titik sepanjang n , dimulai dari sampel $n, z[n]$, dengan $n = 1,2, \dots, p$.

3. Panjang dari kurva interval waktu p didapatkan dengan cara membagi semua subderet $L(n, p)$ dengan p . Untuk $n = 1,2, \dots, p$ dengan:

$$L(p) = \frac{\sum_{n=1}^p L(n, p)}{p}$$

4. Nilai $L(p) \propto p^{FD}$ nilai FD merupakan bagian dari dimensi fraktal Higuchi. Dengan mengimplementasikan hukum dari perangkat yang diperoleh bahwasanya nilai dari eksponen FD merupakan dimensi fraktal dari sebuah deret waktu tersebut. Nilai sebuah dimensi fraktal bisa dihitung dengan:[8]

$$L(p) = p^{-FD}$$

$$L(p) = \frac{1}{p^{FD}}$$

$$FD = \frac{\log(L(p))}{\log \frac{1}{p}}$$

III. METODE

A. Data Penelitian

Jenis data yang digunakan yaitu menggunakan data history pemakaian beban listrik 1 tahun yang lalu, data tersebut diambil dari total keluaran beban listrik per 1jam atau 30 menit. Setiap harinya.

B. Rancangan Penelitian

Berikut rancangan untuk penelitian pada analis fraktal yang digunakan untuk memprediksi beban listrik dengan menggunakan metode highuci fraktal dengan berbagai tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Proses Pemilihan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini dari data history 1 tahun yang lalu diambil dari total keluaran beban listrik setiap harinya per 30 menit atau 1 jam. Setelah didapatkan maka akan dilakukan persamaan bertujuan untuk prediksi. Durasi yang diambil setiap sampelnya 30 menit. Jadi setiap hari ada 48 sampel nilai masukan dimensi fraktalnya.

2. Proses memasukkan data

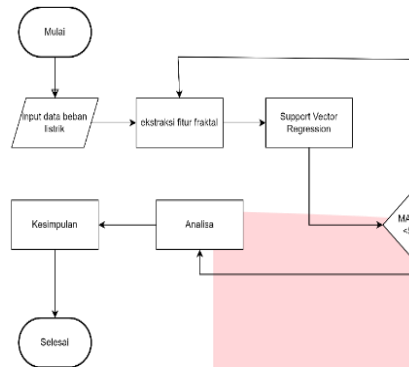
Data yang digunakan dalam penelitaian ini berupa sampel dimensi fraktal dari beban listrik. Data ini menggunakan Bahasa pemrograman phyton kemudian dimasukkan ke code editor yang digunakan berupa software jupyter notebook karena di jupyter notebook mengolah code phyton dengan interaktif dan secara independent dan selanjutnya dikembangkan menggunakan code visual studio code dan terakhir menggunakan web server XAMPP.

3. Menghitung Nilai dimensi Fraktal

Setelah sampel didapatkan menggunakan perhitungan metode highuci. Nilai dari dimensi fraktal inilah yang akan digunakan untuk mencari nilai ciri fraktal.

4. Proses Ekstraksi Ciri

Proses ekstraksi ciri fraktal ini merupakan nilai masukan dari nilai dimensi fraktal, setelah mendapatkan nilai dari dimensi fraktal maka nilai ini diolah kemudian nantinya akan mendapatkan nilai dari ciri fraktal. Nilai ciri dari fraktal diolah ke SVR untuk dilakukannya prediksi beban listrik jangka pendek. Pada gambar 1 adalah diagram alur bagaimana proses fraktal dengan metode huguchi sebagai metode proses dari prediksi beban listrik jangka pendek.



Gambar 1.
Flowchart Rancangan Fraktal

Pada gambar 1 adalah diagram alur bagaimana proses dari prediksi beban listrik jangka pendek menggunakan fraktal, disini menggunakan metode Higuchi sebagai metode untuk mencari nilai suatu dimensi fraktal dan kemudian dimensi fraktal ini diekstrak untuk mencari nilai dari ciri fitur fraktal. Terakhir nilai ciri fitur fraktal yang didapatkan kemudian diolah menggunakan SVR untuk mendapatkan angka prediksi beban listrik jangka pendek.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

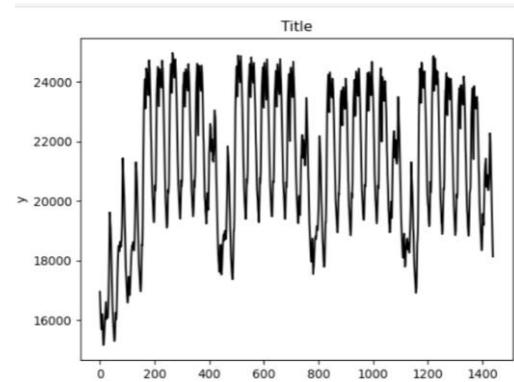
A. Pengujian Metode Higuchi

Metode Higuchi adalah salah satu metode untuk perhitungan dimensi fraktal, dalam perhitungan nilai dimensi fraktal pemilihan nilai K-Max dalam metode Higuchi adalah Langkah penting, interval yang dimiliki nilai k-max 1-10. Pada penelitian ini menggunakan nilainya K-max = 3 sebagai parameternya, karena setelah dilakukan pengujian terhadap dimensi fraktalnya nilai K-max = 3 adalah angka K-max yang paling ideal yang digunakan dan dimana semua sampel akan dibagi menjadi 3 partisi.[9].

Setelah proses pemilihan nilai K-max proses selanjutnya adalah perhitungan nilai dimensi fraktal menggunakan metode Higuchi, diperhitungan ini mendapatkan nilai dimensi fraktal sebesar 1,1134. Selanjutnya perhitungan dimensi fraktal menggunakan metode Higuchi dimana inputan nilai angka yang didapat dihasilkan dari data inputan history konsumsi beban listrik 1 tahun sebelumnya maka selanjutnya mencari nilai ekstraksi ciri fitur fraktal dan kemudian ciri fitur ini dimasukkan ke SVR untuk memprediksi penggunaan beban listrik yang akan mendatang dengan jangka pendek yaitu perjam.

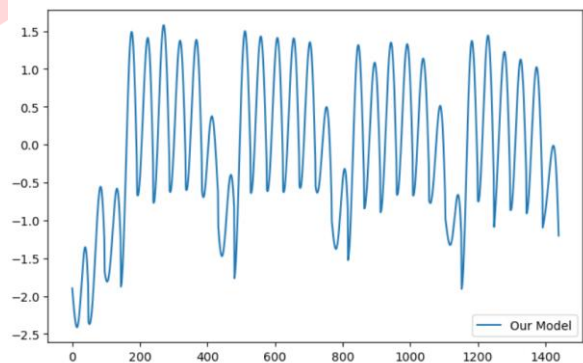
B. Pengujian Hasil Prediksi

Berdasarkan hasil penelitian ini prediksi beban listrik menggunakan metode Higuchi fraktal diperoleh nilai akurasi prediksi menggunakan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) memiliki hasil persentase error dibawah 5% yaitu 2.32 % sehingga dapat disimpulkan prediksi beban listrik menggunakan fraktal dengan metode Higuchi cocok untuk digunakan dalam prediksi beban listrik jangka pendek.



GAMBAR 2.
Hasil Visualisasi Data Set

Pada gambar diatas adalah hasil sebuah visualisasi dari data set yang dimasukkan kedalam Metode Higuchi untuk dilatih dan diuji di machine learning sehingga mendapatkan visualisasi dari gambar grafik diatas, dimana horizontal sumbu X menyatakan waktu dan sumbu vertical menyatakan beban listrik.



GAMBAR 3.
Hasil Grafik Prediksi Menggunakan Fraktal

Pada gambar diatas menunjukkan hasil grafik dari sebuah prediksi menggunakan metode fraktal, grafik diatas didapatkan dari data set yang telah diuji dan dilatih di Higuchi fraktal sehingga mendapatkan ciri ekstraksi fraktal. Ciri ekstraksi fraktal ini sendiri digunakan untuk mencari nilai prediksi beban listrik ini, sumbu horizontal menunjukkan sebuah waktu beban prediksi dan sumbu vertical menunjukkan sebuah angka beban listrik yang diramalkan.

V. KESIMPULAN

Dari hasil mengimplementasikan penggunaan fraktal dengan metode Higuchi untuk prediksi beban listrik, didapatkan kesimpulan bahwa penggunaan fraktal dalam memprediksi beban listrik merupakan metode yang cocok digunakan. Hal ini dikarenakan dari hasil pengujian keakuratan hasil angka prediksi menggunakan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) dengan persentase angka yang sangat baik karena berada dibawah 5% yaitu 2,32 % dalam prediksinya.

REFERENSI

- [1] Romadiastri, Yulia, "Batik Fraktal: perkembangan aplikasi geometri fraktal, Tersedia: www.jurnal.unikal.ac.id [7 Juli 2023].

- [2] J. Sampurno dan I. D. Faryuni. (Desember, 2016). Metode Analisis Fraktal. Deepublish, 2016. [*On-line*]. Cetakan pertama. Tersedia: <https://books.google.com/> [7 Juli 2023].
- [3] S. Hasang dan S. Supardjo. (Mei, 2012). “Geometri Fraktal dalam Rancangan Arsitektur,” Media Matrasain, [*On-line*]. vol. 9, no. 2, hlm. 111–124, 2012. Tersedia: <https://ejournal.unsrat.ac.id/> [8 Juli 2023].
- [4] I. N. Wulandari dan D. Juniati. (2017). “PENERAPAN DIMENSI FRAKTAL UNTUK KLASIFIKASI LARAS PADA MUSIK GAMELAN,” Media Matrasain, [*On-line*]. Vol.3, no. 6, hlm. 8-15, 2017.
- [5] I. N. Wulandari dan D. Juniati. (2017). “PENERAPAN DIMENSI FRAKTAL UNTUK KLASIFIKASI LARAS PADA MUSIK GAMELAN,” Media Matrasain, [*On-line*]. Vol.3, no. 6, hlm. 8-15, 2017.
- [6] J.A.Wanliss dan G.E. Wanliss (June 2022).”Efficient Calculation Of Fractal Properties Via The Higuchi Method”. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11071-022-07353-2> .
- [7] J. Sampurno dan I. D. Faryuni. (Desember, 2016). Metode Analisis Fraktal. Deepublish, 2016. [*On-line*]. Cetakan pertama. Tersedia: <https://books.google.com/> [7 Juli 2023].
- [8] KLASIFIKASI LARAS PADA MUSIK GAMELAN,” Media Matrasain, [*On-line*]. Vol.3, no. 6, hlm. 8-15, 2017.
- [9] J. Wanliss, R.H.Ariiza, G. Wanliss, dan S. Gordon (2021). “Optimization of the Higuchi Method”. <https://par.nsf.gov/biblio/10381943>.