

ANALISIS HUBUNGAN ANTARA PARAMETER METEOROLOGI DAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN ALGORITMA HDD

Nabila Wafiqotul Azizah, Eva Yulia Puspaningrum, I Gede Susrama Mas Diyasa

Teknik Informatika, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Jalan Raya Rungkut Madya No. 1, Gunung Anyar, Surabaya, Indonesia

igsusrama.if@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Listrik menjadi satu diantara elemen yang bersifat krusial dalam kehidupan, mengingat sebagian besar aktivitas manusia bergantung kepada listrik. Sehingga tidak heran, apabila listrik mengalami peningkatan yang pesat khususnya pada era globalisasi seperti saat ini. Peningkatan ini juga dipengaruhi oleh faktor meteorologi. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui kecenderungan penggunaan listrik yang dipengaruhi oleh parameter meteorologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemakaian listrik pada kehidupan sehari-hari yang dipengaruhi oleh faktor meteorologi. Pemilihan faktor ini disebabkan faktor meteorologi menjadi faktor yang mempunyai keterikatan yang sangat erat dengan kehidupan manusia. Sejalan dengan hal tersebut, penelitian ini menggunakan dataset yang diperoleh dari BMKG dan PLN. Pada kesempatan kali ini, peneliti menggunakan CRISP-DM dan algoritma HDD. Metode CRISP-DM berguna untuk menggambarkan siklus data mining sehingga prosesnya bisa lebih teratur, sedangkan metode HDD berguna untuk mengetahui korelasi parameter meteorologi terhadap konsumsi listrik pada musim kemarau. Sejalan dengan itu, penelitian ini menghasilkan proyeksi konsumsi listrik selama periode 2023-2030 dengan menggunakan algoritma HDD, serta menghasilkan prediksi konsumsi listrik pada bulan Desember 2023. Prediksi tersebut menghasilkan nilai MAPE sebesar 1,3%, nilai tersebut menyatakan bahwa akurasi dari hasil relative tinggi.

Kata kunci : *Listrik, HDD, CRISP-DM, Parameter meteorology*

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini, teknologi mengalami perkembangan yang begitu pesat sehingga tidak heran apabila perusahaan berlomba-lomba dalam menerapkan teknologi guna membantu kelancaran aktivitas keseharian perusahaan. Hal ini disebabkan teknologi menjadi bentuk kontribusi nyata dalam membantu aktivitas manusia (M.I.P Nasution, 2008). Seiring penerapan teknologi secara massal, kebutuhan listrik dari masa ke masa mengalami peningkatan. Peningkatan kebutuhan listrik dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti aktivitas manusia dan parameter meteorologi.

Parameter meteorologi merupakan satu diantara media pengukuran yang berfokus kepada gejala cuaca yang terjadi di dalam lapisan atmosfer (Bayong Tjasjono, 1999). Parameter meteorologi yang digunakan untuk penelitian terdapat tiga elemen, yang terdiri atas suhu, kelembapan, dan kecepatan angin. Ketiga elemen ini dipilih disebabkan elemen ini erat kaitannya dengan kehidupan manusia. Parameter meteorologi juga berfungsi untuk mengetahui konsumsi listrik berdasarkan aspek meteorologi di suatu wilayah, sehingga masyarakat bisa mengetahui faktor penyebab peningkatan konsumsi listrik yang disebabkan oleh faktor alam.

Sejalan dengan itu, terdapat penelitian terdahulu yang membahas prediksi konsumsi listrik berdasarkan suhu dan kelembapan di suatu Kawasan. Penelitian yang dilakukan oleh Moon Keun Kim, dkk (2020) bertujuan untuk mengetahui konsumsi listrik berdasarkan suhu dan kelembapan di suatu Gedung

kampus. Penelitian ini menggunakan dua metode yang terdiri atas ANN dan *linear regression*. [1]

Penelitian kedua yang dilaksanakan oleh Ahmad Almuhtady (2019) menggunakan metode CDD dan HDD dengan fungsi linear piecewise. CDD dan HDD berguna untuk mengukur jumlah derajat kenaikan suhu rata-rata harian di atas atau di bawah nilai ambang batas dalam periode tertentu. Penelitian ini menghasilkan sensitivitas pada konsumsi listrik di cuaca panas sebesar 11% serta berada di suhu 32,9 °C, sedangkan di suhu dingin mengalami sensitivitas sebesar 16,4% pada suhu 4,7 °C. [2]

Penelitian yang dilaksanakan oleh I Nyoman Kusuma Wardana (2020) penelitian ini berguna untuk memprediksi pengeluaran energi listrik di salah satu rumah hunian di Amerika Serikat. Penelitian ini menghasilkan lookback sebanyak 7 memiliki kinerja paling baik. [3] Penelitian yang dilakukan oleh Lisa Susanti (2020) menggunakan metode ARIMA, ANN, dan ANFIS. Penelitian ini menghasilkan apabila suhu udara meningkat 1°C, maka konsumsi energi listrik Kalimantan Timur secara umum meningkat sebesar 9,851 MW. [4]

Penelitian yang dilaksanakan oleh Hou Yi-Ling (2014) menggunakan metode HDD dan CDD untuk memprediksi pengeluaran listrik di kota Shanghai. Penelitian ini mengemukakan bahwa proyeksi suhu rata-rata untuk tahun 2011–2050 menunjukkan peningkatan CDD dan penurunan HDD secara signifikan. [5]

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka penelitian ini berfokus untuk mengetahui korelasi parameter meteorologi dengan konsumsi listrik.

Dalam mengetahui korelasi antara parameter meteorologi dengan konsumsi listrik maka penelitian ini menggunakan algoritma HDD, Algoritma ini dipilih karena algoritma ini tidak memiliki masalah overfitting. Selain itu, algoritma HDD merupakan pengukuran yang memanfaatkan suhu yang tinggi pada sebuah lingkungan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Python

Python menjadi satu diantara bahasa pemrograman yang bersifat open source, yang mana bahasa pemrograman ini dibuat oleh Guido van Rossum pada tahun 1992. Python merupakan bahasa pemrograman yang interpretatif, berorientasi objek dan semantik yang dinamis (Python Software Foundation, 2016). Python termasuk ke dalam jenis bahasa pemrograman yang *high level*, sehingga sintaksnya mudah dipahami oleh orang awam mengingat bahasa pemrograman ini seperti bahasa inggris [6].

Python menjadi bahasa yang sering dipakai oleh programmer, hal ini disebabkan python memudahkan programmer dalam menyusun kode dan melakukan debugging saat kode yang dijalankan mengalami error.

2.2. Power BI

Power BI termasuk produk *Microsoft* yang secara umum digunakan untuk business intelligence. Menurut [7], Power BI merupakan suatu aplikasi yang digunakan untuk pengolahan data dengan cara visualisasi. Sejalan dengan itu, penggunaan Power BI di beberapa perusahaan diharapkan dapat membantu para analis perusahaan dalam menyajikan laporan serta melakukan prediksi untuk alur bisnis perusahaan untuk kedepannya

2.3. Energi Listrik

Energi merupakan suatu kemampuan yang bisa menghasilkan usaha. Menurut [8] energi merupakan suatu hal yang dibutuhkan oleh benda sehingga dapat melakukan usaha. Energi mempunyai banyak jenisnya, satu diantara jenis energi ialah energi listrik.

Energi listrik berasal dari berbagai macam sumber daya alam. Seiring bertambahnya populasi di Indonesia, kebutuhan listrik mengalami peningkatan Mengingat batubara dan gas alam yang ada di Indonesia kesediaannya juga menipis maka pemerintah menanggulunginya dengan membuat pembangkit listrik yang berasal dari sumber daya alternatif seperti PLTA. PLTA merupakan satu diantara energi terbarukan yang diperoleh dari perubahan energi hidrolik yang ada pada air menjadi energi mekanik dan listrik.

2.4. Parameter Meteorologi

Parameter meteorologi merupakan suatu media pengukuran yang melibatkan kondisi cuaca pada area tertentu. Menurut [9] meteorologi merupakan suatu

ilmu yang mempelajari permasalahan di atmosfer yang digunakan untuk perkiraan cuaca.

Parameter meteorologi mempunyai berbagai macam jenis. Setiap jenis bisa dijadikan tolak ukur kondisi cuaca dan pendeteksi bencana. Selain itu, pada penelitian ini, parameter meteorologi yang digunakan terdapat tiga jenis. Berikut ketiga jenis parameter meteorologi yang digunakan:

- Suhu.** Suhu menjadi satu diantara elemen parameter meteorologi yang mempunyai peran krusial dalam prakiraan cuaca. Hal ini disebabkan suhu bisa dirasakan secara langsung oleh manusia. Parameter meteorologi yang menggunakan suhu digunakan suhu udara maksimum dan suhu udara minimum untuk evaluasi bahaya yang memungkinkan akan terjadi pada rentang waktu tertentu.
- Kelembapan.** Kelembapan menjadi satu diantara jenis parameter meteorologi yang mempunyai dua macam jenis, berupa kelembapan mutlak dan kelembapan relatif. Kelembapan mutlak merupakan satu diantara jenis kelembapan yang menunjukkan jumlah uap air di udara. Kelembapan relatif merupakan kelembapan yang menunjukkan persentase perbandingan jumlah uap air di udara dengan jumlah air maksimum yang terkandung di udara.
- Kecepatan Angin.** Kecepatan angin menjadi parameter meteorologi yang sering dijumpai di lingkungan masyarakat khususnya di musim hujan. Kecepatan angin dipengaruhi oleh letak geografis dari suatu daerah. Hal ini dapat dilihat dari hukum Buys Ballot yang menyatakan bahwa “angin bergerak dari tempat yang mempunyai tekanan tinggi ke tempat yang mempunyai tekanan yang rendah.”

2.5. CRISP-DM

CRISP-DM adalah satu diantara metode yang menggunakan pemodelan sebagai proses pengembangan data dalam pemecahan masalah [10]. Sejalan dengan itu, CRISP-DM mempunyai berbagai tahapan penyusunnya, seperti yang tersaji pada Gambar 1



Gambar 1. Tahap CRISP DM

Berdasarkan gambar 1 dapat diperoleh informasi yang menyatakan bahwa CRISP-DM mempunyai enam tahapan, yakni business understanding, data understanding, data preparation, modelling, evaluation, dan deployment. Setiap tahapan mempunyai fungsi tersendiri.

a. Business Understanding

Business understanding merupakan satu diantara tahap yang ada di CRISP-DM, tahap ini bertujuan untuk memahami kebutuhan dan sudut pandang suatu bisnis, pemahaman itu akan diidentifikasi masalah yang terjadi di sebuah perusahaan sehingga strategi bisnis dapat dicapai pada data mining [11].

Menurut Chapman (2000), business understanding menjadi bagian pada CRISP-DM yang cukup krusial, mengingat tahap ini membutuhkan pengetahuan dari objek bisnis seperti mendapatkan data, mencocokkan tujuan pemodelan dengan tujuan bisnis sehingga model yang dibangun menjadi model terbaik [12].

b. Data Understanding

Data yang digunakan untuk analisis lebih lanjut berasal dari dataset suhu, kelembapan, dan kecepatan angin yang diperoleh dari BMKG serta dataset listrik yang diperoleh dari PLN

Sejalan dengan itu, dataset yang digunakan berasal dari himpunan dataset lainnya, yakni:

- **df1.xlsx**
 - Dataset parameter meteorologi yang berisi suhu, kelembapan, dan kecepatan angin.
 - Data Statis untuk seluruh aplikasi dimana satu baris mewakili satu parameter meteorologi
- **df2.xlsx**
 - Dataset yang berisi listrik harian
 - Tabel punya satu baris per bulan untuk riwayat pengeluaran energi listrik.

c. Data Preparation

Tahap ini berfungsi untuk mengolah data yang masih mentah menjadi data yang sudah siap digunakan. Terdapat beberapa tahapan dari tahap ini:

- Data Selection merupakan tahapan yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memilih fitur atau kolom mana saja digunakan.
- Data Preprocessing menjadi tahapan yang diterapkan setelah memilih fitur.
- Data Transforming menjadi tahapan yang berupa pemodelan data mining, yang mana pemodelan ini akan bekerja dengan baik jika data yang berbentuk angka

d. Modelling

Modelling merupakan sebuah algoritma yang mempresentasikan perhitungan matematika ke dalam bahasa pemrograman. Pada penelitian ini, model yang digunakan menggunakan algoritma HDD.

- **HDD**
Heating degree day (HDD) merupakan satu diantara jenis pengukuran yang memanfaatkan suhu yang tinggi pada sebuah lingkungan. Secara umum, HDD digunakan untuk mengukur permintaan suatu energi yang dibutuhkan dalam memanaskan suatu bangunan [13].
Seperti halnya svm yang mempunyai formula penyusun, HDD juga mempunyai formula penyusun. Berikut formula dari HDD:

$$HDD = \sum_{i=i}^M (T_{base} - T_i) \quad (T_i \leq T_{base})$$

Berdasarkan formula tersebut, dapat diperoleh informasi yang menyatakan bahwa M melambangkan jumlah hari dalam sebulan, T_i melambangkan suhu rata-rata harian, sedangkan T_{base} melambangkan suhu dasar.

e. Evaluation

Tahap ini berfungsi untuk menginterpretasikan hasil pemodelan data mining yang digunakan. Evaluasi model dilakukan dengan empat metode, yakni Confusion Matrix, RMSE, MSE, dan MAPE [14]:

- Confusion matrix merupakan satu diantara metode yang mempresentasikan hasil melalui tabel ini berisi perhitungan akurasi, recall, precision, dan error.
- Root Mean Square Error (RMSE) merupakan satu diantara metode evaluasi suatu model berdasarkan nilai error pada hasil estimasi.
- Mean Square Error (MSE) merupakan satu diantara jenis metode evaluasi suatu model berdasarkan rata-rata nilai error antara nilai aktual dengan nilai prediksi.
- Mean Absolute Percent Error (MAPE) merupakan metode perhitungan evaluasi model berdasarkan rata-rata diferensiasi absolut antara nilai prediksi dengan nilai aktual.

f. Deployment

Deployment merupakan satu diantara metode CRISP-DM yang berupa penyusunan laporan atau presentasi dari modelling serta evaluation pada data Mining [15]. Hasil ini dapat digunakan untuk menentukan keputusan yang tepat dalam mengidentifikasi dan memprediksi terhadap semua aspek parameter meteorologi pada peningkatan pengeluaran listrik

3. METODE PENELITIAN

3.1. Data Akuisisi

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang bersifat *open data* yang diperoleh dari instansi pemerintahan seperti BMKG dan PLN. Pada Tabel 1 adalah dataset yang berasal dari BMKG.

Tabel 1. Dataset BMKG

tgl_data	kelembapan	kec_angin	suhu
2023-04-01 07:00:00	75.56	1575	25.28
2023-04-01 14:00:00	92.9	0.545	22.4
2023-04-01 15:00:00	93.2	0.364	22.03
2023-04-01 16:00:00	94	0.641	22.05
2023-04-01 17:00:00	94.2	0.012	21.89

Berdasarkan tabel 1, dapat diperoleh informasi yang menyatakan setiap parameter meteorologi mempunyai nilai yang berbeda meskipun tanggal nya mempunyai kesamaan. Sedangkan, dataset yang diperoleh dari instansi PLN berisi tanggal data dan pengeluaran listrik setiap harinya. Pada Tabel 2 adalah dataset yang berasal dari PLN.

Tabel 2. Dataset dari PLN

tgl_data	listrik
2023-04-01 07:00:00	28.298
2023-04-01 14:00:00	33.227
2023-04-01 15:00:00	25.846
2023-04-01 16:00:00	38.458
2023-04-01 17:00:00	39.574

Berdasarkan tabel 2, dapat diperoleh informasi yang menyatakan bahwa setiap jam konsumsi listrik yang dihasilkan berbeda-beda.

3.2. CRISP-DM

Pada tahap ini dilakukan berbagai macam proses. Setiap proses dilakukan secara sistematis, agar prediksi dan korelasi yang dihasilkan mempunyai akurasi yang tinggi.

a. Preprocessing

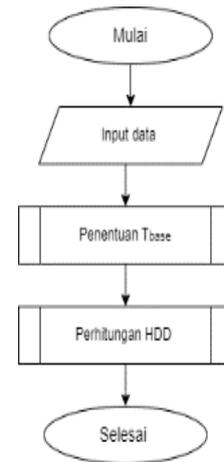
Pada tahap ini dilakukan berbagai macam proses, setiap proses mempunyai fungsi tersendiri [16]. Sejalan dengan itu, tahap ini mempunyai tiga tahapan yang terdiri atas:

- Data Cleaning
Pada tahap ini dilakukan pembersihan semua kolom yang berada di df1 dan df2 dengan menggunakan fungsi dropna.
- Data Selection
Pada tahap ini dilakukan pemilihan data yang digunakan untuk training dan testing berupa training sebesar 80% dan testingnya sebesar 20%.
- Data Transformation
Pada tahap ini dilakukan penggabungan data dengan menggunakan merge data, dengan tujuan untuk percepatan prediksi dengan menggunakan svm serta percepatan perhitugn HDD dan CDD.

b. Modelling

Pada tahap ini, data akan diproses dengan menggunakan algoritma HDD Penggunaan dua algoritma ini bertujuan untuk mengetahui prediksi beserta model yang optimal. Berikut ini pemodelan menggunakan algoritma HDD.

- **HDD**
Heating degree day (HDD) merupakan satu diantara jenis pengukuran yang memanfaatkan suhu yang tinggi pada sebuah lingkungan.



Gambar 2. Algoritma HDD\

Berdasarkan gambar 2, dapat diperoleh informasi yang menyatakan bahwa, T_{base} ditetapkan 23 derajat celcius, hal ini disebabkan suhu 23 derajat celcius, konsumsi listrik meningkat mengingat alat pendingin mulai digunakan.

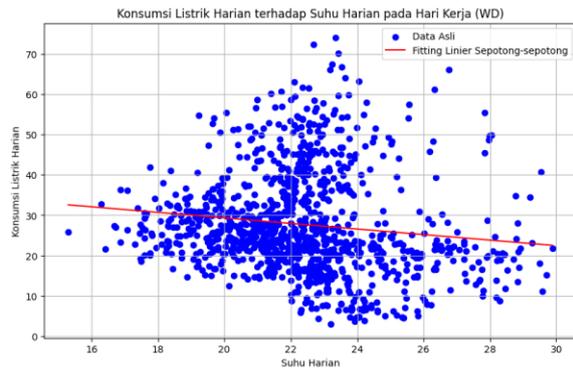
c. Evaluation

- Penelitian ini memperoleh nilai RMSE sebesar 11.30. Nilai tersebut menyatakan bahwa akurasi model yang dihasilkan sudah baik, hal ini disebabkan nilai yang dihasilkan relative kecil.
- Penelitian ini memperoleh nilai mape yang dihasilkan untuk prediksi bulan Desember berupa 1.28. Nilai tersebut menyataka bahwa nilai prediksi yang dihasilkan mempunyai akurasi yang tinggi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

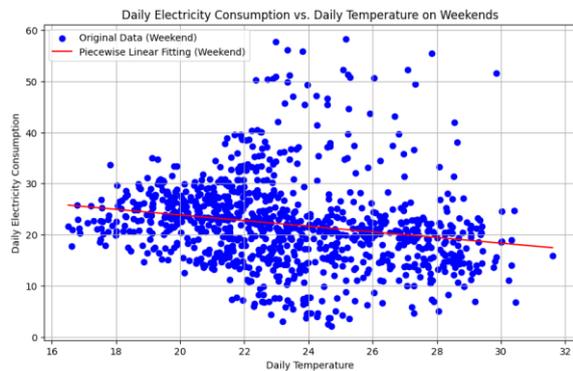
4.1. Konsumsi Listrik berdasarkan Suhu pada Hari Kerja dan Akhir Pekan

Tagihan listrik yang mengalami peningkatan disebabkan oleh berbagai macam faktor, satu diantara faktor itu berupa suhu. Oleh karena itu, penelitian ini memaparkan insight terkait konsumsi listrik pada hari kerja dan akhir pekan berdasarkan suhu. Insight ini bertujuan untuk membandingkan konsumsi listrik yang disebabkan oleh suhu pada hari akhir pekan dan hari kerja agar bisa diketahui penggunaan listrik yang lebih dominan terjadi pada hari kerja atau hari akhir pekan.



Gambar 4. Konsumsi Listrik pada Hari Kerja Berdasarkan Suhu

Berdasarkan gambar 4, diperoleh informasi yang menyatakan bahwa konsumsi listrik pada hari kerja mengalami peningkatan yang signifikan ketika suhunya berada di atas 23°C. Namun, konsumsi listrik mengalami penurunan pada suhu 28°C.



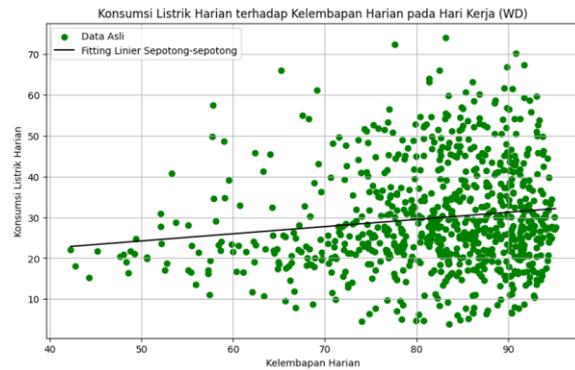
Gambar 5. Konsumsi Listrik pada Hari Akhir Pekan Berdasarkan Suhu

Berdasarkan gambar 5, dapat diperoleh informasi yang menyatakan bahwa, penggunaan listrik mengalami peningkatan pada suhu 18 °C. Akan tetapi listrik mengalami penurunan pada suhu 30°C.

4.2. Konsumsi Listrik berdasarkan Kelembapan pada Hari Kerja dan Hari Akhir Pekan

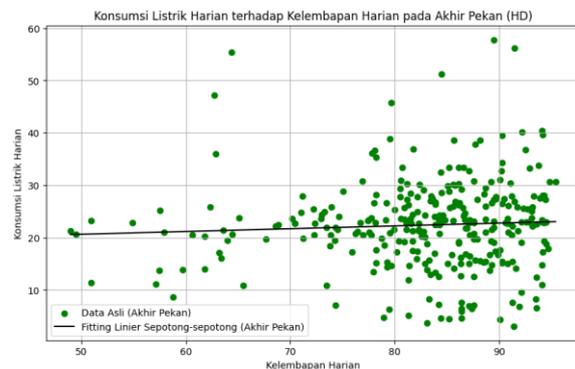
Pada era globalisasi seperti saat ini, penggunaan listrik semakin meningkat dari masa ke masa, namun tidak semua masyarakat mengetahui bahwa peningkatan listrik juga disebabkan oleh faktor alam. Satu diantara faktor alam itu berupa kelembapan.

Pada penelitian ini memaparkan beberapa insight terkait konsumsi listrik pada hari kerja dan akhir pekan berdasarkan kelembapan. Insight ini bertujuan untuk membandingkan konsumsi listrik yang disebabkan pada hari akhir pekan dan hari kerja yang disebabkan oleh kelembapan sehingga masyarakat bisa mengetahui konsumsi listrik yang lebih dominan terjadi pada hari kerja atau hari akhir pekan.



Gambar 6. Konsumsi Listrik pada Hari Kerja Berdasarkan Kelembapan

Berdasarkan gambar 6, dapat diperoleh informasi yang menyatakan bahwa konsumsi pada hari kerja mulai mengalami peningkatan pada daerah yang mengandung kadar kelembapan 70.



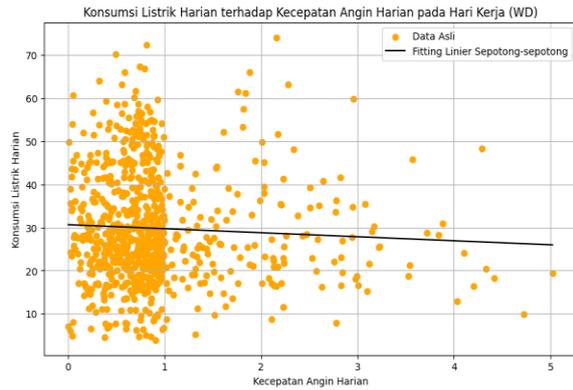
Gambar 7. Konsumsi Listrik pada Hari Akhir Pekan Berdasarkan Kelembapan

Berdasarkan gambar 7, dapat diperoleh informasi yang menyatakan bahwa konsumsi listrik pada akhir pekan mengalami peningkatan pada daerah yang mempunyai kadar kelembapan 60.

4.3. Konsumsi Listrik berdasarkan Kecepatan Angin pada Hari Kerja dan Hari Akhir Pekan

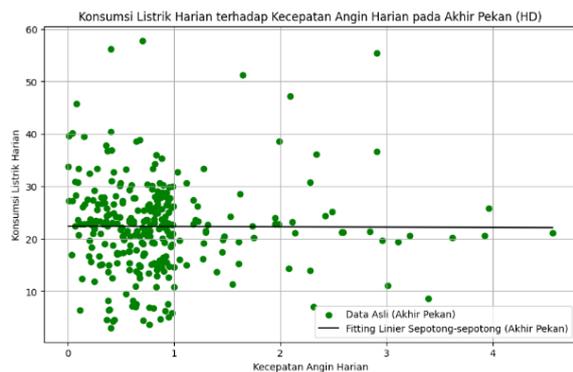
Peningkatan konsumsi listrik pada era digitalisasi seperti saat ini akan terus berkelanjutan, mengingat pemenuhan kebutuhan makhluk hidup sebagian besar menggunakan listrik. Namun, penggunaan listrik juga bisa disebabkan oleh faktor alam. Satu diantara faktor alam itu berupa kecepatan angin.

Oleh karena itu, penelitian ini akan memaparkan beberapa insight terkait konsumsi listrik pada hari kerja dan akhir pekan berdasarkan kecepatan angin. Insight ini bertujuan untuk membandingkan konsumsi listrik yang disebabkan pada hari akhir pekan dan hari kerja yang disebabkan oleh kecepatan angin sehingga masyarakat bisa mengetahui konsumsi listrik yang lebih dominan terjadi pada hari kerja atau hari akhir pekan.



Gambar 8. Konsumsi Listrik pada Hari Kerja Berdasarkan Kecepatan Angin

Berdasarkan gambar 8, dapat diperoleh informasi yang menyatakan bahwa konsumsi listrik akan mengalami peningkatan apabila nilai kecepatan anginnya kecil seperti kecepatan anginnya berada pada range nilai 0-1. Hal ini disebabkan, semakin kecil kecepatan angin pada suatu daerah, maka semakin besar konsumsi listrik, begitupun sebaliknya.

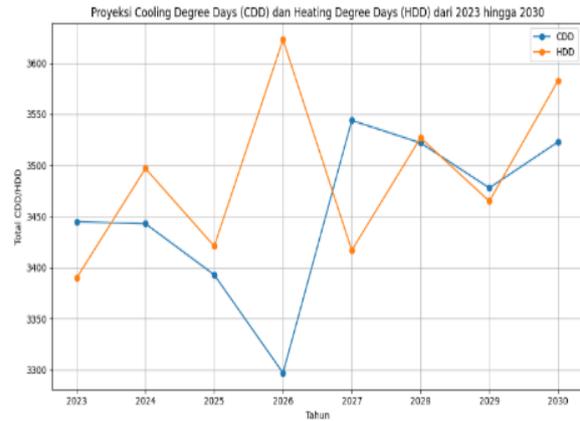


Gambar 9. Konsumsi Listrik pada Hari Akhir Pekan Berdasarkan Kecepatan Angin

Berdasarkan gambar 9, diperoleh informasi yang menyatakan bahwa listrik pada hari akhir pekan lebih banyak digunakan apabila kecepatan angin berada pada range 0-1, sedangkan pada range diatas 1, listrik jarang digunakan oleh manusia. Hal ini disebabkan semakin tinggi nilai kecepatan angin maka semakin kecil konsumsi listrik yang dihasilkan, begitupun sebaliknya.

4.4. Proyeksi HDD dan CDD dari 2023 sampai 2030

HDD dan CDD menjadi satu diantara parameter yang digunakan untuk mengetahui konsumsi listrik pada satu daerah berdasarkan suhu. Secara umum, parameter HDD diterapkan pada suhu yang tinggi atau kemarau, sedangkan CDD diterapkan pada suhu yang rendah atau pada musim hujan. Penerapan ini didasari atas T_{base} yang telah ditentukan sebelumnya. Sejalan dengan itu, penelitian ini akan memprediksi HDD dan CDD mulai dari tahun 2023 sampai 2030 dengan visualisasi berupa time series.



Gambar 10. Time Series HDD dan CDD

Berdasarkan gambar 10, dapat diperoleh informasi yang menyatakan bahwa proyeksi CDD dan HDD dari tahun 2023 sampai 2030 menghasilkan tren peningkatan. Untuk tren peningkatan CDD berkisar 6,27 °C tiap tahunnya, Sedangkan untuk tren peningkatan HDD tiap tahunnya berkisar 14,4 °C per tahun.

4.5. Prediksi Konsumsi Listrik pada Bulan Desember 2023

Konsumsi listrik mengalami peningkatan dari masa ke masa, peningkatan ini disebabkan oleh beberapa faktor. Satu diantara faktor itu berupa parameter meteorologi. Pada penelitian ini menggunakan dataset konsumsi listrik berdasarkan parameter meteorologi dari April sampai November, sehingga pada bulan Desember dilaksanakan prediksi konsumsi listrik berdasarkan parameter meteorologi.

Tabel 3. Prediksi Bulan Desember 2023

tgl_data	kelembapan	suhu	kec_angin	listrik
2023-12-01	84.35	17.38	56.62	26.76
2023-12-02	79.76	19.67	1784.31	27.99
2023-12-03	80.28	21.9	694.74	26.45
2023-12-04	77.73	14.44	1249.54	25.75

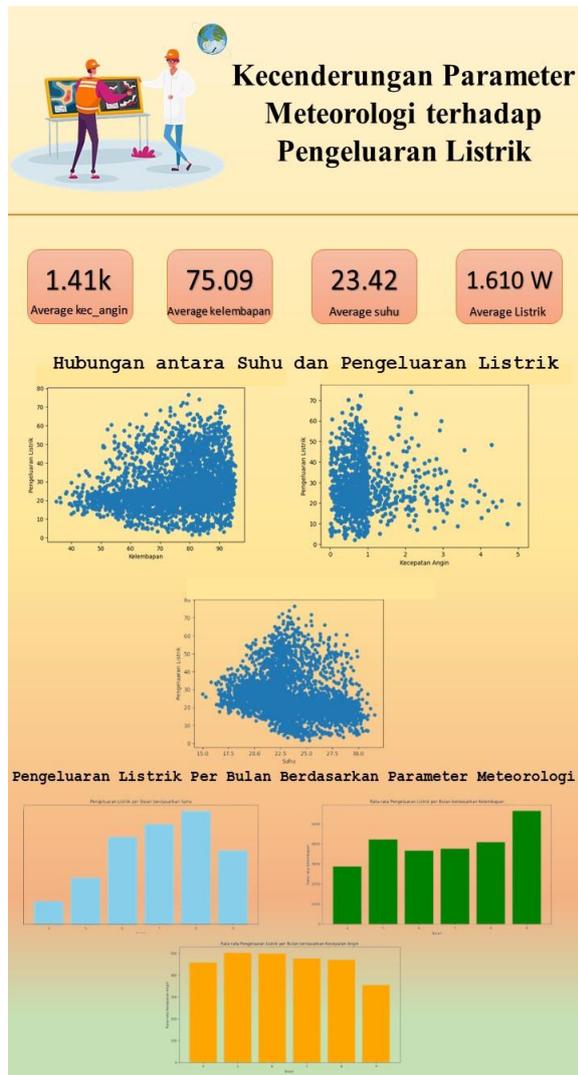
Berdasarkan tabel 3, dapat diperoleh informasi yang menyatakan bahwa prediksi konsumsi listrik berdasarkan parameter meteorologi pada bulan Desember diperoleh dari perhitungan rata-rata dan standar deviasi dari bulan sebelumnya yang mana hasilnya akan diproses dengan menggunakan svm.

Pada hasil prediksi konsumsi listrik dengan menggunakan parameter meteorologi menghasilkan nilai MAPE 1.3. Nilai tersebut menunjukkan akurasi yang tinggi, mengingat rata-rata kesalahan relatif antara prediksi dan nilai aktual hanya sebesar 1,3%.

Sejalan dengan itu, konsumsi listrik pada bulan Desember pada tiap harinya rata-rata sebesar 25 Watt. Konsumsi ini bergantung pada nilai parameter meteorologi, sehingga semakin besar nilai dari parameter meteorologi maka semakin besar konsumsi listrik.

4.6. Dashboard

Deployment tren menggunakan dashboard sebagai media penyajian informasi yang terkait konsumsi listrik terhadap parameter meteorologi dengan jangka waktu tertentu.



Gambar 10. Visualisasi dengan Power BI

Berdasarkan gambar 10, dapat diperoleh informasi yang menyatakan bahwa beberapa pernyataan yang berguna untuk masyarakat maupun instansi pemerintahan. Berikut beberapa pernyataan tersebut:

- Sebuah wilayah yang mempunyai kelembapan yang tinggi, seperti di dataran tinggi cenderung pengeluaran listriknya meningkat. Akan tetapi, wilayah dataran rendah yang mempunyai kelembapan yang rendah tidak mengalami pengeluaran listrik akibat parameter meteorologi
- Sebuah wilayah yang mempunyai kecepatan angin yang sedikit lebih banyak memakai listrik, sehingga pengeluaran listrik meningkat. Akan tetapi, pada penelitian ini kecepatan angin tidak mempengaruhi peningkatan pengeluaran listrik.

- Sebuah wilayah dengan suhu yang tinggi cenderung memakai listrik lebih banyak, sehingga pengeluaran listriknya meningkat. Akan tetapi, wilayah dengan suhu yang rendah, memakai listrik lebih sedikit, sehingga pengeluaran listriknya lebih sedikit.
- Pada bulan April sampai November 2023, pengeluaran listrik yang disebabkan parameter meteorologi cenderung fluktuatif.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis sebelumnya, dapat diperoleh kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian yang berjudul Analisis Kecenderungan Parameter Meteorologi terhadap Penggunaan Energi Listrik dengan Menggunakan SVM, HDD, dan CDD sebagai berikut: Semakin besar kelembapan pada suatu daerah maka semakin rendah konsumsi listrik yang dihasilkan, namun semakin tinggi konsumsi listrik yang dihasilkan maka semakin rendah kelembapan pada suatu daerah. Pengaruh suhu terhadap konsumsi listrik tidak begitu besar, seperti pada bulan April suhu yang tinggi tidak menyebabkan konsumsi listrik yang tinggi juga, serta pada bulan Oktober dan November juga demikian, suhu yang rendah tidak menyebabkan konsumsi listrik yang rendah, bahkan tidak lebih rendah dari bulan April. Kecepatan angin tidak mempengaruhi besarnya konsumsi listrik yang dihasilkan, mengingat pada penelitian ini menunjukkan konsumsi listrik tidak dipengaruhi oleh besar atau kecilnya kecepatan angin. Pada dashboard menyatakan bahwa konsumsi listrik yang disebabkan parameter meteorology cenderung fluktuatif, mengingat tidak semua parameter meteorologi mempunyai pengaruh pada konsumsi listrik, serta konsumsi listrik juga dipengaruhi oleh kondisi wilayah. Proyeksi CDD dan HDD dari tahun 2023 sampai 2030 menghasilkan tren peningkatan. Untuk tren peningkatan CDD berkisar 6,27 °C tiap tahunnya, Sedangkan untuk tren peningkatan HDD tiap tahunnya berkisar 14,4 °C per tahun. Konsumsi listrik pada hari kerja lebih banyak dibandingkan konsumsi listrik pada hari akhir pekan. Hasil prediksi konsumsi listrik pada bulan Desember dengan menggunakan parameter meteorologi menghasilkan nilai MAPE 1.3. nilai tersebut mempunyai akurasi yang tinggi, mengingat semakin kecil nilai suatu MAPE maka semakin tinggi akurasinya, begitupun sebaliknya.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya, peneliti ingin mengajukan beberapa saran. Berikut saran untuk penelitian sebelumnya: Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperdalam pengaruh yang relative besar terhadap konsumsi listrik berdasarkan parameter meteorologi. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan tren konsumsi listrik akibat parameter meteorologi. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan algoritma yang mempunyai akurasi lebih baik, seperti Xgboost atau ANN.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y.-S. K. J. S. Moon Keun Kima, "Predictions of electricity consumption in a campus building using occupant," *Sustainable Cities and Society*, pp. 1-12, 2020.
- [2] A. A. M. A. W. A.-K. & I. A.-H. Ahmad Almuhtady, "Investigation of the trends of electricity demands in Jordan and its susceptibility to the ambient air temperature towards sustainable electricity generation," *Energy, Sustainability and Society*, pp. 2-18, 2019
- [3] N. J., I. K. A. A. A. I Nyoman Kusuma Wardana, "Prediksi Penggunaan Energi Listrik pada Rumah Hunian Menggunakan Long Short-Term Memory," *TIERS Information Technology Journal*, pp. 1-11, 2020
- [4] P. H. W. Lisa Susanti, "Peramalan Suhu Udara Dan Dampaknya Terhadap Konsumsi Energi Listrik di Kalimantan Timur," *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, pp. 397-410, 2020
- [5] M. H.-Z. D. G.-T. S. J. Hou Yi-Ling, "Influences of Urban Temperature on the Electricity Consumption of Shanghai," *Advances in Climate Change Research*, vol. 5, no. 2, pp. 74-80, 2014
- [6] P. A. Riyantoko, I. G. S. Mas Diyasa, "FQAM" Feyn-QLattice Automation Modelling: Python Module of Machine Learning for Data Classification in Water Potability", International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Information System (ICIMCIS), pp. 135-141, 2021
- [7] N. Purwati, Data Warehouse, Bandar Lampung: Darmajaya (DJ) Press, 2018
- [8] T. T. Sulaiman, "Kebutuhan Energi Pada Pembuatan Papan Partikel Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit, Serbuk Kulit Pinus Dan Akasia," *Rang Teknik Journal*, vol. 2, pp. 297-303, 2019
- [9] BMKG, Pengelolaan Permasalahan Pada Satuan Kerja Di Lingkungan Badan Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika," In *RAKORNAS BMKG*, Jakarta, 2016
- [10] C. Schroer, F. Kruse, J.M. Gomez, "A Systematic Literature Review on Applying CRISP-DM Process Model", ScienceDirect, pp.526-534, 2021
- [11] Y.Yudiana, A.Y. Agustina, N. Khofifah, "Prediksi Customer Churn Menggunakan Metode CRISP-DM Pada Industri Telekomunikasi Sebagai Implementasi Mempertahankan Pelanggan", *IJIEB: Indonesian Journal of Islamic Economics and Business*, Vol.8, pp. 1-20, 2023
- [12] BINUS, "Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM)," 18 September 2020. [Online]. Available: <https://mmsi.binus.ac.id/2020/09/18/cross-industry-standard-process-for-data-mining-crisp-dm/>. [Accessed 9 May 2024]
- [13] MRCC, "CliMate - Degree Days Description," [Online]. Available: https://mrcc.purdue.edu/CLIMATE/Station/Daily/degreeday_description.html. [Accessed 9 May 2024].
- [14] C.K. Enders, "Applied Missing Data Analysis", Second Edition, Guilford Publication, 2022
- [15] K. M. Hindrayani, I G S Mas Diyasa, P. A. Riyantoko, T. M. Fahrudin, "Studi Literatur Mengenai Prediksi Harga Saham Menggunakan Machine Learning", *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Informatika Bela Negara*, pp. 71-75, 2020
- [16] IG. S. Masdiyasa, IDG Hari Wisana, IK Eddy Purnama, M Hery Purnomo, "Modified background subtraction statistic models for improvement detection and counting of active spermatozoa motility", *Jurnal Lontar Komput. J. Ilm. Teknol. Inf*, pp. 8-15, 2020