

## Model Support Vector Machine untuk Prediksi pada Penggunaan Energi Listrik di Rumah Hemat Energi

Nurul Salsabila Syam<sup>1</sup>, Valian Yoga Pudya Ardhana<sup>2\*</sup>, Eliyah A M Sampetoding<sup>1</sup>, Muh. Sulthan Nazhim<sup>1</sup>, A. Muhammad Risqullah<sup>1</sup>, Muh. Gifari Sakawati<sup>1</sup>, A. Muh. Yusril<sup>1</sup>, M. Dermawan Mulyodiputo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fakultas MIPA, Sistem Informasi, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

<sup>2</sup> Fakultas Sains dan Teknologi, Teknologi Informasi, Universitas Qamarul Huda Badaruddin, Lombok Indonesia

e-mail: <sup>1</sup>nurulsalsasyam@gmail.com, <sup>2\*</sup>valianypa81@gmail.com, <sup>1</sup>eacantha@gmail.com, <sup>1</sup>acimdompla01@gmail.com, <sup>1</sup>kikiqullah@gmail.com, <sup>1</sup>muhgifari038@gmail.com, <sup>1</sup>muhammadyusril128@gmail.com, m.dermawan.m@gmail.com  
(\* : valianypa81@gmail.com)

### Abstrak

Energi listrik merupakan kebutuhan penting bagi rumah tinggal. Umumnya, penggunaan energi pada rumah tinggal menggunakan energi listrik yang lebih besar. Dua faktor yang berpengaruh pada konsumsi listrik pada rumah tinggal yaitu jenis dan jumlah peralatan listrik dan penggunaan peralatan oleh penghuni bangunan. Untuk mempelajari dan membuat model energi pada rumah hemat energi per hari, digunakan model regresi yaitu Support Vector Machine (SVM) dengan kernel radial. Tujuan dari perancangan data warehouse yang dibuat adalah untuk membantu memutuskan strategi dan pola dari penggunaan energi dalam keseharian. Hasil dari penelitian ini memberikan nilai RMSE yang cukup kecil.

**Kata Kunci:** Energi; Listrik; Model Prediksi; Support Vector Machine; RMSE

### Abstract

*Electrical energy is an important requirement for residential homes. Generally, the use of energy in residential homes uses greater electrical energy. Two factors that influence electricity consumption in residential homes are the type and amount of electrical equipment and the use of equipment by building occupants. To study and create energy models in energy-efficient homes per day, a regression model is used, namely Support Vector Machine (SVM) with a radial kernel. The purpose of the data warehouse design that is made is to help decide strategies and patterns of energy use in daily life. The results of this study provide a fairly small RMSE value.*

**Keywords:** Energy; Electricity; Prediction Model; Support Vector Machines; RMSE

### 1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan manusia yang sangat penting dan tidak dapat dimusnahkan dan dilepaskan dari kebutuhan sehari-hari (Tjundawan & Joewono, 2013). Hampir semua pekerjaan manusia membutuhkan energi listrik. Kekurangan energi listrik dapat mengganggu aktivitas manusia juga (Myori, Mukhaiyar, & Fitri, 2019). Oleh sebab itu kesinambungan dan ketersediaan energi listrik harus dipertahankan (Salman, 2013). Di Indonesia sendiri kebutuhan energi listrik semakin meningkat karena dilihat dari pertumbuhan jumlah penduduk dan kemajuan informasi dan teknologi (Ponto, 2019)

(Ambabunga, 2021). Penggunaan tenaga listrik biasanya lebih banyak digunakan di gedung-gedung besar seperti gedung kantor, pabrik, hotel, dan juga termasuk Universitas-universitas yang menggunakan energi listrik berkapasitas besar.

Luis M. Candanedo *et. al.*, (Candanedo & Feldheim, 2017) dalam penelitiannya mengenai perbandingan metode regresi untuk mengetahui penggunaan energi listrik di rumah hemat energi. Penelitian ini menggunakan empat metode regresi untuk melakukan perbandingan, yaitu Multiple Linear Regression, Support Vector Machine dengan kernel radial, Random Forest, dan Gradient Boosting

Machines (GBM). Metode penelitiannya terdiri dari beberapa tahapan, yaitu eksplorasi data, pemilihan fitur data, kinerja model regresi, dan pemilihan model. Setelah membandingkan beberapa model, didapatkan model terbaik yaitu Gradient Boosting Machines (GBM) memberikan nilai RMSE dan  $R^2$  yang terbaik. pada semua model, informasi waktu (NSM) merupakan variabel yang paling penting untuk memprediksi konsumsi energi peralatan.

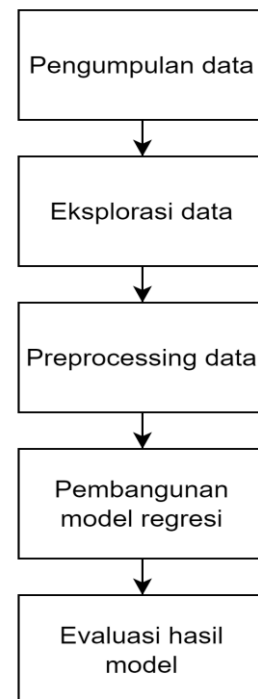
Raunak Bhinge *et. al.*, (Bhinge, et al., 2016) dalam penelitiannya mengenai pembangunan model prediksi energi umum untuk operasi pemrosesan yang berbeda menggunakan berbagai kombinasi parameter proses. Metode penelitiannya terdiri dari beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data, processing data, pendekatan berbasis data untuk prediksi energi, dan pemilihan strategi mesin. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dengan pengumpulan data dan teknik pemrosesan yang canggih, model prediksi dapat dibangun untuk memprediksi konsumsi energi dari peralatan mesin dengan beberapa operasi dan beberapa parameter proses. Model prediksi energi spesifik yang dihasilkan dalam penelitian ini akan bekerja untuk suku cadang generik yang dikerjakan pada Mori Seiki NVD1500.

Mohamad Ilyas Abas *et. al.*, (Abas & Ibrahim, 2019) dalam penelitiannya membahas tentang analisis konsumsi energi listrik di Gorontalo dan melakukan prediksi terhadap penggunaan energi listrik. Metode yang digunakan untuk melakukan prediksi pada penelitian ini adalah Support Vector Machine (SVM) dan optimasi Particle Swarm Optimization (PSO). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa SVM-PSO mampu melakukan prediksi dengan data *time-series* dengan *error* yang kecil dan memberikan nilai akurasi yang tinggi.

Pada penelitian ini digunakan model regresi untuk penggunaan energi dapat membantu untuk memahami hubungan antara variabel yang berbeda dan untuk mengukur dampaknya. Dengan demikian, model prediksi konsumsi energi listrik di gedung dapat berguna untuk sejumlah aplikasi: untuk menentukan ukuran fotovoltaiik dan penyimpanan energi yang memadai untuk mengurangi aliran daya ke jaringan. untuk mendeteksi pola penggunaan energi yang tidak normal, untuk menjadi bagian dari sistem manajemen energi untuk pengendalian beban, untuk memodelkan aplikasi kontrol prediktif di mana beban diperlukan, untuk manajemen sisi permintaan (DSM) dan respons sisi permintaan (DSR) dan sebagai masukan untuk analisis simulasi kinerja bangunan.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data, eksplorasi data, preprocessing data, pembangunan model regresi, evaluasi hasil model (Gambar 1).



Gambar 1. Tahapan Penelitian

### 2.1 Pengumpulan dan Eksplorasi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang diunduh dari UCI Machine Learning Repository. Data yang digunakan merupakan data penggunaan energi di rumah hemat energi. Kumpulan data berada pada 10 menit selama sekitar 4,5 bulan. Kondisi suhu dan kelembaban rumah dipantau dengan jaringan sensor nirkabel ZigBee. Setiap node nirkabel mentransmisikan kondisi suhu dan kelembaban sekitar 3,3 menit. Kemudian, data nirkabel dirata-ratakan selama 10 menit. Data energi dicatat setiap 10 menit dengan meter energi m-bus. Cuaca dari stasiun cuaca bandara terdekat (Bandara Chievres, Belgia) diunduh dari kumpulan data publik dari Prognosis Andal (rp5.ru), dan digabungkan dengan kumpulan data eksperimental menggunakan kolom tanggal dan waktu. Dua variabel acak telah dimasukkan dalam kumpulan data untuk menguji model regresi dan untuk menyaring atribut (parameter) non prediktif.



Gambar 2. Sisi dari Sudut Rumah

## 2.2 Preprocessing Data

Pada tahap *Preprocessing* ini dilakukan beberapa penyesuaian pada *dataset*. yaitu sebagai berikut :

- Penanganan terhadap data bernilai null. Kami memutuskan untuk menghapus baris yang memiliki nilai null.
- Segmentasi data, membuat sebuah atribut baru yg berisi pembagian dari 4 waktu hari dan diambil berdasarkan waktu pengambilan data
- Penanganan data pencilan (outlier). Sama dengan baris dengan nilai null, data yang bersifat pencilan, akan dihapus.
- Normalisasi. Pada tahap ini dilakukan normalisasi terhadap semua kolom.

## 2.3 Pembangunan Model

Pada tahap ini kita melatih model Support Vector Machine (SVM) dengan kernel radial menggunakan dataset yang telah di *preprocessing*. Setelah melatih dataset menggunakan model Support Vector Machine (SVM) dengan kernel radial, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian pada data test untuk menguji hasil dari model yang sudah dilatih sebelumnya.

Support Vector Machine (SVM) adalah sistem pembelajaran yang menggunakan ruang hipotesis berupa fungsi-fungsi linier dalam sebuah ruang fitur (feature space) berdimensi tinggi, dilatih dengan algoritma pembelajaran yang didasarkan pada teori optimasi dengan mengimplementasikan learning bias yang berasal dari teori pembelajaran statistik. Tujuannya adalah untuk menemukan hyperplane optimal yang memaksimalkan margin pada masing-masing kelas (Pitoyo, 2019).

Ide dasar SVM adalah memaksimalkan batas hyperplane (*maximal margin hyperplane*). Konsep klasifikasi dengan SVM dapat dijelaskan secara sederhana sebagai usaha untuk mencari hyperplane terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua buah kelas data pada ruang input. Hyperplane (batas keputusan) pemisah terbaik antara kedua kelas dapat ditemukan dengan mengukur margin hyperplane tersebut dan mencari titik maksimalnya. Margin adalah jarak antara hyperplane tersebut dengan data terdekat dari masing-masing kelas (Prasetyo, 2012). Rumus hyperplane untuk mendefinisikan kedua sisi margin adalah:

$$x_i \cdot w + b \geq +1 \text{ untuk } y_i = +1$$

$$x_i \cdot w + b \leq -1 \text{ untuk } y_i = -1$$

$w$  adalah normal bidang dan  $b$  adalah posisi bidang relatif terhadap pusat koordinat. Nilai margin antara hyperplane (berdasarkan rumus jarak garis ke titik pusat) adalah  $\frac{1-b-(-1-b)}{w} = \frac{2}{|w|}$ . Dengan mengalikan  $b$  dan  $w$  dengan sebuah konstanta, akan dihasilkan nilai margin yang dikalikan dengan konstanta yang sama. Oleh karena itu, konstrain persamaan diatas merupakan scaling constraint yang dapat dipenuhi dengan rescaling  $b$  dan  $w$  (Azzahry, 2017).

## 2.4 Evaluasi Hasil Model

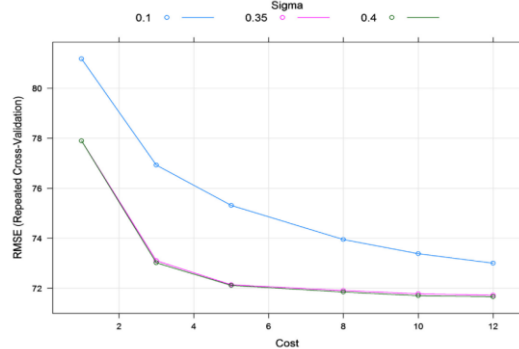
Proses evaluasi ini bertujuan untuk mengukur kinerja model yang telah dibuat dan mengetahui nilai akurasi dan nilai lossnya. Nilai akurasi adalah suatu nilai yang digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan model yang telah dibuat. Sedangkan nilai loss merupakan suatu ukuran dari sebuah error yang dibuat oleh network, dan tujuannya adalah untuk meminimalisirnya.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Support Vector Machine dapat menggunakan kernel yang berbeda, dan kernel fungsi basis radial memiliki beberapa keunggulan numerik dan digunakan dalam penelitian itu. Sebuah SVM dengan kernel radial, SVM-radial, digunakan dalam penelitian ini. Model SVM-radial membutuhkan dua parameter penyetelan, variabel sigma dan biaya, selain prediktor. yang optimal nilai untuk variabel sigma (0,4) dan biaya (12) diperoleh dengan pencarian grid.

**Appendix D.**

Grid search results for optimal values of sigma and cost values for the SVM-radial model.



Model	Parameters/features	Training				Testing			
		RMSE	R <sup>2</sup>	MAE	MAPE %	RMSE	R <sup>2</sup>	MAE	MAPE %
SVM Radial	Light,T1,RH1,T2,RH2,T3,RH3,T4,RH4,T5,RH5,T6,RH6,T7,RH7,T8,T9,RH9,T10,Pressure,Rho,WindSpeed,Tdewpoint,NSM,WeekStatus,Day of Week	39.35	0.85	15.08	15.60	70.74	0.52	31.36	29.76

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, model Support Vector Machine dengan kernel radial mampu memberikan nilai RMSE yang cukup kecil bisa dilihat dari RMSE dataset pada saat training yaitu 39.35.

#### Referensi

- Abas, M. I., & Ibrahim, I. (2019). Optimasi Support Vector Machine Particle Swarm Optimization Untuk Prediksi Konsumsi Energi Listrik. *Jambura Journal of Informatics*, 1(2), 47-56.
- Ambabunga, Y. A. (2021). KARAKTERISTIK TRANSFORMATOR 3 FASA (HUBUNG BINTANG DAN DELTA) PADA SISTEM TENAGA LISTRIK AC. *Journal Dynamic Saint*, 6(1), 12-18.
- Azzahry, B. (2017). *Klasifikasi Hubungan Data Perusahaan Menggunakan Metode Support Vector Machine*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Bhinghe, R., Park, J., Law, K., Dornfeld, D., Helu, M., & Rachuri, S. (2016). Toward a generalized energy prediction model for machine tools. *Journal of manufacturing science and engineering*, 139(4).
- Candanedo, L. M., & Feldheim, V. (2017). Data driven prediction models of energy use of appliances in a low-energy house. *Energy and Buildings*, 140, 81-97.
- Myori, D. E., Mukhaiyar, R., & Fitri, E. (2019). Sistem Tracking Cahaya Matahari pada Photovoltaic. *INVOTEK: Jurnal*

*Inovasi Vokasional dan Teknologi*, 19(1), 9-16.

- Pitoyo, H. A. (2019). *Implementasi metode support vector machine untuk klasifikasi daun manga berdasarkan tekstur daun*. Jakarta: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Ponto, H. (2019). *Dasar Teknik Listrik*. (D. Olii, Penyunt.) Yogyakarta, Indonesia: Deepublish.
- Prasetyo, E. (2012). K-Support Vector Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Berbasis K-NN. *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia, Jurusan Sistem Informati ITS*. Surabaya.
- Salman, R. (2013). Analisis perencanaan penggunaan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk perumahan (solar home system). *Majalah Ilmiah Bina Teknik*, 1(1), 46-51.
- Tjundawan, A. E., & Joewono, A. (2013). Sumber Energi Listrik dengan Sistem Hybrid (Solar Panel dan Jaringan Listrik PLN). *Widya Teknik*, 10(1), 42-53.