

# Sistem Monitoring dan Analisis Penggunaan Energi Listrik Rumah Berbasis Internet of Things Menggunakan Prophet Algorithm

Vipkas Al Hadid Firdaus, Meyti Eka Apriyani, Nurul Laily Aprilia\*

Teknologi Informasi, Teknik Informatika, Politeknik Negeri Malang, Malang, Indonesia

Email: <sup>1</sup>vipkas@polinema.ac.id, <sup>2</sup>meytiika@polinema.ac.id, <sup>3</sup>\*nuruslaily88@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: nuruslaily88@gmail.com

Submitted: 28/02/2023; Accepted: 31/03/2023; Published: 31/03/2023

**Abstrak**—Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan hidup manusia, khususnya adalah masyarakat modern di perkotaan. Perangkat monitoring konsumsi energi listrik menggunakan teknologi IoT, hasil pengembangan menunjukkan sistem monitoring bekerja dengan baik akan tetapi hasil menunjukkan pengukuran arus dan tegangan masih kurang akurat. Penelitian ini dikembangkan Sistem Analisis dan Monitoring Energi Listrik Menggunakan Algoritma Prophet Berbasis IoT. Pengumpulan data diperoleh dari energi listrik dengan menggunakan perangkat sensor modul PZEM-004T yang digunakan di Rumah dan data energy yang diperoleh akan disimpan ke dalam database MySQL. Pengambilan data PZEM ini akan tampil secara real-time pada Website Monitoring. Dataset yang diolah dengan implementasi Algoritma Prophet, evaluasi model dan visualisasi hasil prediksi pada website analisis. Pengujian menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Perancangan Sistem Analisis Dan Monitoring Energi Listrik Pada Rumah Menggunakan Algoritma Prophet Berbasis IoT dengan data energi dan waktu pengambilan data tersebut dapat dijadikan sebagai parameter dalam sistem monitoring penggunaan energi listrik pada rumah. Analisis Algoritma Prophet dengan data yang diambil dari monitoring energi listrik akan di prediksi dengan model yang dibuat oleh Algoritma Prophet dan diuji dengan MAPE. Pada hasil pengujian MAPE, prediksi yang dibuat oleh Algoritma Prophet jika dilihat pada kriteria penilaian MAPE dengan ketentuan <10% maka nilai tersebut sangat akurat. Prediksi pada penelitian ini mendapatkan nilai error kurang dari 10% yakni 6,87% yang berarti sangat akurat dalam memprediksi algoritma prophet pada rumah.

**Kata Kunci:** IoT; Prophet Algorithm; Forecasting; Smart Home

**Abstract**—Electrical energy is one of the necessities of human life, especially in modern society in urban areas. With a monitoring device for electrical energy consumption using IoT technology, the results of the development show that the monitoring system works well, but the results show that current and voltage measurements are still less accurate. Therefore, in this study, an Electrical Energy Analysis and Monitoring System was developed using the IoT-Based Prophet Algorithm. Data collection was obtained from electrical energy using the PZEM-004T module sensor device used at home and the energy data obtained were stored in a MySQL database. This PZEM data retrieval will appear in real-time on the Monitoring Website. The dataset was processed by implementing the Prophet Algorithm, evaluating the model and visualizing the prediction results on the analysis website. Testing using Mean Absolute Percentage Error (MAPE). For design, this system uses energy data and data retrieval time as parameters in the monitoring system for the use of electrical energy at home. Analysis of data taken from electrical energy monitoring was predicted by the model created by the Prophet Algorithm and tested with MAPE to see how accurate the predicted value is in the Prophet Algorithm model. Predictions in this study get an error value of less than 10%, namely 6.87%, which means it is very accurate in predicting the prophet algorithm at home.

**Keywords:** IoT; Prophet Algorithm; Forecasting; Smart Home

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi saat ini semakin berkembang sangat pesat [1]. Bahkan pada setiap detik manusia telah memanfaatkan berbagai macam teknologi dalam kegiatannya [2], seperti pada contohnya yakni penerapan teknologi Internet of Things. Salah satu penggunaan Internet of Things yakni pada penggunaan energi listrik[3]. Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan hidup manusia, khususnya adalah masyarakat modern di perkotaan[4]. Segala macam peralatan, mulai dari alat rumah sampai dengan peralatan modern di industri dan perkantoran semuanya menggunakan energi listrik untuk menjalankannya[5]. Perangkat monitoring yang dikembangkan menggunakan konsumsi energi listrik menggunakan teknologi IoT, hasil pengembangan menunjukkan sistem monitoring telah bekerja dengan baik akan tetapi hasil pengukuran menunjukkan pengukuran arus dan tegangan masih kurang akurat, dikarenakan daya yang terbaca cukup berbeda jauh dengan daya beban [6].

Prediksi menyediakan data historis untuk diramalkan dengan model Algoritma Prophet dan menambahkan data opsional yang dapat mempengaruhi perkiraan. Forecast akan digunakan untuk menganalisa pola kecenderungan time-series yang meningkat, menurun atau tetap dalam jangka waktu yang panjang (trend) [7]. Algoritma Prophet bekerja dengan sangat baik menggunakan data deret waktu dengan efek musiman yang kuat dan kumpulan data dengan banyak data[8]. Algoritma Prophet atau biasa yang disebut Facebook Prophet Model (FPM) merupakan algoritma untuk membuat prediksi dari data deret waktu berdasarkan model aditif dimana trend non-linear dalam deret waktu secara tahunan, mingguan dan harian, dengan efek liburan [9]. Trend merupakan pola kecenderungan time series untuk meningkat, menurun atau tetap dalam jangka waktu yang panjang[10].

MQTT merupakan sebuah protokol untuk berkomunikasi machine to machine atau M2M dan berjalan di layer ketujuh atau aplikasi yang bersifat lightweight message[11]. Meskipun koneksi dalam keadaan terputus, semua pesan yang dikirim oleh protokol MQTT dijamin, meskipun koneksi terputus. Metode komunikasi publish/subscribe merupakan metode pengiriman yang digunakan oleh protokol MQTT. Pesan MQTT yang masuk

akan dikirim ke broker dan berisi topik yang dikirimkan oleh publisher. Setelah itu, topik tadi diolah untuk diteruskan ke subscriber sesuai dengan kebutuhan pengguna [12]. PZEM-004T merupakan modul sensor multifungsi yang berfungsi untuk mengukur daya, tegangan, arus dan energi yang terdapat pada sebuah aliran listrik[13]. Modul ini sudah dilengkapi sensor tegangan dan sensor arus (CT) yang sudah terintegrasi. Dalam penggunaannya, alat ini khusus untuk penggunaan dalam ruangan (indoor) dan beban yang terpasang tidak diperbolehkan melebihi daya yang sudah ditetapkan [14].

Dalam penelitian ini akan dikembangkan sebuah website yang dihubungkan dengan konektivitas perangkat IoT dan menggunakan protokol MQTT. Perangkat yang digunakan merupakan PZEM-004T Arduino Electrical monitoring KWH Watt Meter. Data yang dikeluarkan dari perangkat dapat terlihat melalui website monitoring. Selain monitoring, metode kami bertujuan dapat menganalisa energi untuk mengetahui prediksi dari energi listrik yang digunakan dengan Algoritma Prophet.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data testing diperoleh dari energi listrik dengan menggunakan perangkat sensor modul PZEM-004T yang digunakan di dalam Rumah dan data energy yang diperoleh akan disimpan ke dalam database MySQL. Pengambilan data PZEM ini akan tampil secara real-time pada Website Monitoring.

### 2.2 Tahapan Penelitian

Dataset yang diolah dengan melalui beberapa tahap yaitu: data filling, data preprocessing, koleksi dataset, data transformation, implementasi Algoritma Prophet, evaluasi model dan visualisasi hasil prediksi pada website monitoring. Dalam gambar 1 terlihat gambar tahapan penelitian yang akan digunakan dalam metodologi penelitian yang terdiri dari Data Filling merupakan kegiatan untuk mengisi data yang hilang, rusak atau tidak sesuai dengan format yang seharusnya[15].

- Data Preprocessing merupakan proses untuk menyiapkan data yang akan dimasukkan kedalam model[15].
- Koleksi Dataset merupakan proses untuk mengoleksi data berupa data training dan data testing[16].
- Data Transformation merupakan proses untuk split data menjadi data latih dan data uji, yang dilakukan untuk mengetahui seberapa akurat hasil prediksi melalui model yang dibuat terhadap data konsumsi energi yang diprediksi[17].
- Implementasi Algoritma Prophet untuk memprediksi konsumsi energi yang diimplementasikan menggunakan library fbprophet di Bahasa pemrograman Python[18].
- Evaluasi Model bertujuan untuk mengukur nilai error atau akurasi dari model prediksi yang dibangun dengan membandingkan data training dan data testing.

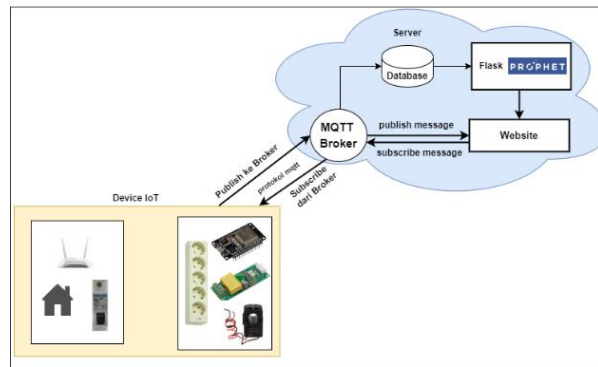
### 2.3 Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Dalam pengembangan perangkat lunak penerapan Algoritma Prophet pada Sistem Analisis Dan Monitoring Energi Listrik Pada Rumah Berbasis IoT yaitu menggunakan alur Software Development Life Cycle (SDLC) Model RAD. Berikut adalah tahap dari model RAD:

- Requirements Planning (Menentukan Kebutuhan)  
Tahapan pertama yang dilakukan pada penelitian ini yakni mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk penelitian ini.
- User Design (Membuat Sebuah Prototype)  
Tahapan selanjutnya adalah membuat prototype, kadang juga perlu untuk di testing untuk mengurangi error dan debugging. Melalui tahapan ini, terdapat modal untuk membuat aplikasi yang mudah dipakai, stabil, tidak sering error dan desain yang tepat.
- Construction (Proses Coding)  
Tahapan berikutnya yakni konstruksi berupa implementasi Bahasa pemrograman yang dimengerti oleh sistem berdasarkan rancangan yang telah dibuat.
- Cutover (Implementasi dan Finalisasi)  
Pada langkah terakhir perlu untuk menambah kekurangan yang mungkin terjadi ketika proses pengembangan aplikasi. Tugas ini termasuk melakukan optimasi untuk stabilitas aplikasi, memperbaiki interface, melakukan maintenance dan menyusun dokumentasi.

### 2.4 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem adalah rencana atau kerangka kerja yang mendefinisikan struktur, komponen, interaksi, dan prinsip-prinsip desain dari suatu sistem komputer atau perangkat lunak. Arsitektur sistem merujuk pada cara bagaimana komponen-komponen sistem diatur dan dihubungkan satu sama lainnya untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Arsitektur sistem biasanya menggambarkan hubungan antara hardware, software, dan jaringan, serta cara mereka berinteraksi dalam menjalankan fungsi yang diinginkan. Berikut adalah arsitektur dari sistem yang akan peneliti buat:



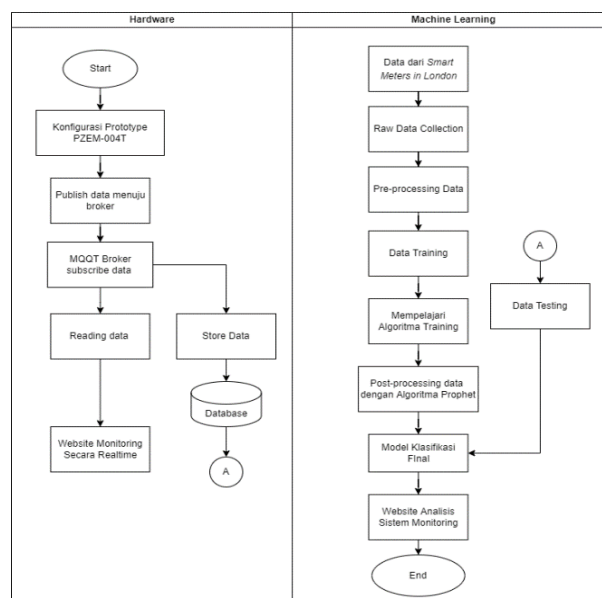
**Gambar 1.** Arsitektur system

Arsitektur system pada gambar 1 menggambarkan tentang device IoT yang dihubungkan dengan MQTT Broker. Fungsi utama dari MQTT Broker adalah mengontrol dan mengatur pengiriman pesan antara perangkat-perangkat yang terhubung ke dalam jaringan MQTT. MQTT Broker memungkinkan perangkat-perangkat tersebut untuk berkomunikasi satu sama lain secara efisien dan efektif, bahkan jika perangkat-perangkat tersebut berada di lokasi yang jauh atau terpisah satu sama lain. Selain itu, MQTT Broker juga dapat memastikan keamanan dan integritas data dengan melakukan otentikasi dan otorisasi pengguna serta memastikan pesan yang dikirimkan hanya dapat diakses oleh perangkat yang ditentukan. MQTT Broker berfungsi mempublish message ke website dan mensubscribe message dari website ke MQTT Broker.

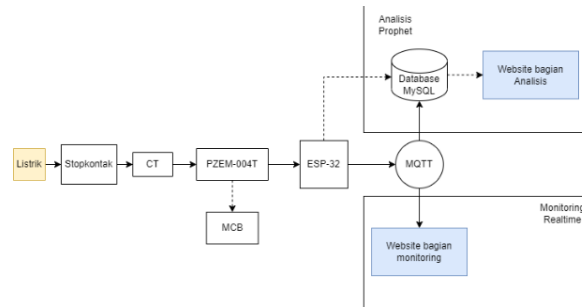
### 2.5 Flowchart Sistem

Flowchart sistem membantu dalam memvisualisasikan dan merancang proses bisnis atau operasional dalam suatu sistem. Dengan menggunakan flowchart sistem, pengguna dapat memahami alur kerja sistem secara visual dan memudahkan dalam melakukan perbaikan atau perubahan pada sistem tersebut. Pada proses sistem yang akan dibuat dijelaskan melalui flowchart pada Gambar 2. Pada gambar 2 terlihat bahwa flowchart system terdiri dari hardware dan machine learning. Hardware system terdiri dari penjelasan konfigurasi prototype kemudian pada MQTT Broker mensubscribe data untuk dimasukkan ke dalam store data dan reading data. Apabila data dimasukkan ke dalam reading data maka masuk ke dalam website monitoring. Flowchart sistem dan block diagram keduanya digunakan untuk merepresentasikan alur kerja atau proses dalam suatu sistem. Flowchart sistem digunakan untuk menggambarkan setiap langkah atau aktivitas dalam sistem, serta bagaimana data mengalir di antara aktivitas-aktivitas tersebut.

Selanjutnya pada Gambar 3 menunjukkan block diagram dari sebuah perangkat IoT untuk monitoring energi listrik pada rumah. Dimana listrik menjadi sumber utama untuk menjalankan perangkat IoT monitoring. Dengan bantuan stopkontak dan CT untuk menahan tegangan listrik. PZEM-004T yang dilengkapi dengan MCB digunakan untuk membaca nilai besaran tegangan, arus, daya dan energi. ESP-32 sebagai mikrokontroler IoT yang sudah tersedia modul WiFi akan mengirimkan data dari PZEM-004T menuju database MySQL untuk disimpan dan protokol MQTT untuk menampilkan data.



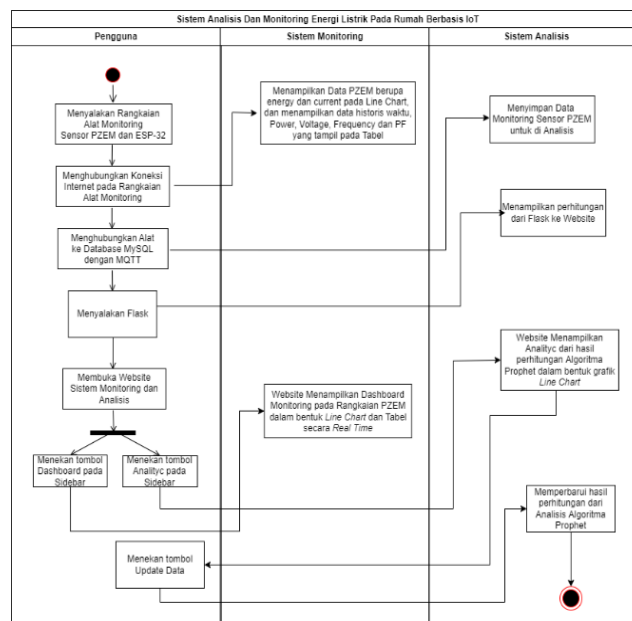
**Gambar 2.** Flowchart Sistem



**Gambar 3.** Block Diagram

## 2.6 Activity Diagram

Activity diagram adalah salah satu jenis diagram UML (Unified Modeling Language) yang digunakan untuk merepresentasikan alur kerja atau aktivitas dalam suatu sistem atau proses bisnis. Activity diagram dapat digunakan untuk menggambarkan alur kerja dari awal hingga akhir, termasuk bagaimana data atau objek bergerak antara aktivitas-aktivitas tersebut. Activity diagram juga dapat digunakan untuk menggambarkan aliran logika dan alur kerja dari sebuah fungsi atau metode dalam suatu program. Gambar 4 menunjukkan activity diagram dalam system.



**Gambar 4.** Activity Diagram Sistem Monitoring dan Analisis

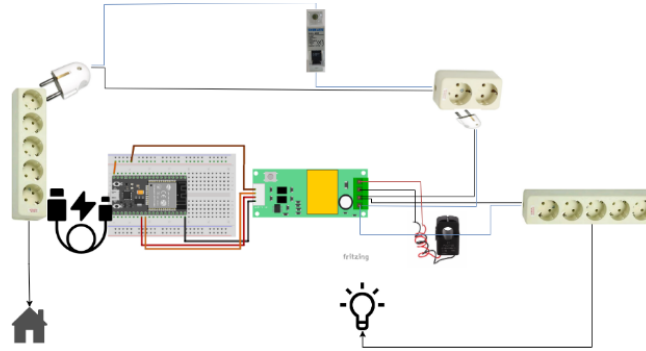
Gambar 4 adalah activity diagram system monitoring dan analisis yang digunakan dalam system yang terdiri dari pengguna, system monitoring dan system analisis. aktivitas umum yang terjadi ketika pengguna melakukan Monitoring PZEM dan Analisis Prophet. Aktivitas dalam activity diagram tersebut dimulai ketika pengguna pertama kali menyalakan terlebih dahulu alat monitoring modul sensor PZEM dan menghubungkan dengan koneksi internet. Kemudian alat akan terhubung dengan database yang terpasang, data PZEM yang diperoleh akan disimpan ke database dengan menggunakan protocol MQTT. Pengguna kemudian dapat membuka website dan melihat tampilan awal yakni dashboard yang menampilkan monitoring secara real time modul sensor PZEM. Tampilan tersebut dalam bentuk grafik Energy dan Current serta tabel semua data yang di monitoring dari PZEM berupa data waktu, Energy, Power, Current, Frequency, Voltage dan Power Factor (PF). Pengguna kemudian dapat menyalakan Flask untuk menghitung Algoritma Prophet. Pada tampilan analytic, pengguna perlu menekan tombol 'Update Data' dan akan melihat hasil analisis perhitungan Algoritma Prophet.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Implementasi Perangkat Keras

#### 3.1.1 Prototype

Prototype digunakan untuk mensimulasikan monitoring Energi Listrik yang digunakan di rumah. Selain output Energi, prototipe ini juga dilengkapi monitoring Voltage, Current, Power, Frequency dan PF (Power Factor).



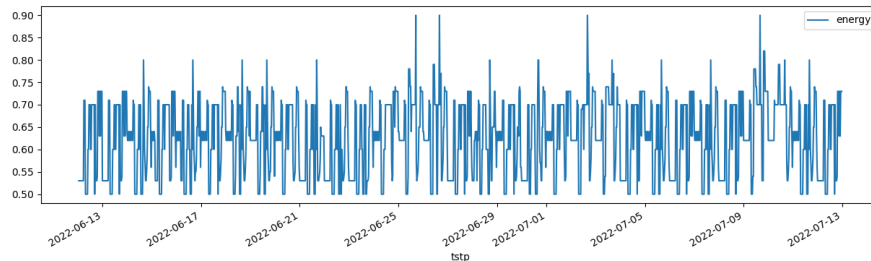
**Gambar 5.** Desain Prototype

Gambar 5 didesain sebagai prototype sistem embedded meliputi modul ESP-32, PZEM-004T, Open-Close CT, MCB dan stopkontak untuk memasukan beban penggunaan daya listrik. Rangkaian perangkat sistem monitoring dihubungkan dengan kabel yang terhubung langsung pada listrik rumah. Untuk menghambat arus yang pendek pada PZEM maka ditambahkan perangkat MCB 2 Ampere, agar jika menyebabkan listrik

Rangkaian PZEM terhubung dengan ESP-32 dan untuk menghambat arus yang tinggi, disini menggunakan Open-Close CT yang digunakan pada kabel yang terhubung dengan stopkontak digunakan beban penggunaan daya listrik.

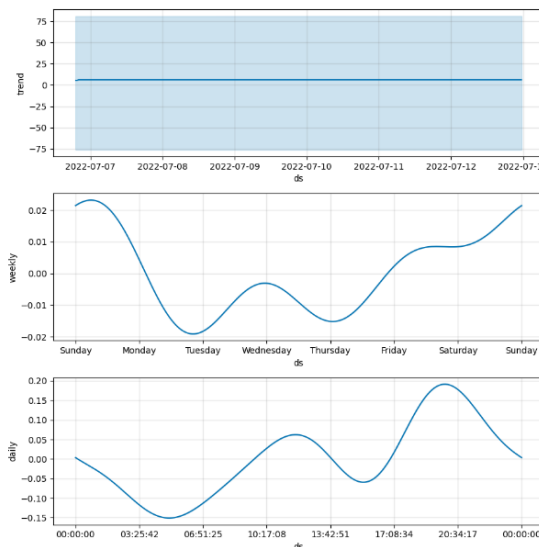
### 3.2 Implementasi Metode Algoritma Prophet

Implementasi metode Algoritma Prophet dilakukan pada Flask Python dengan mengambil data yang tersimpan dalam database dan menghubungkannya dengan sistem monitoring dan analisis. Dilihat pada gambar 6, terdapat data harian konsumsi energi listrik yang dilakukan di rumah pada tanggal 12 juni 2022 hingga 12 juli 2022.



**Gambar 6.** Data Konsumsi Energi Pada Rumah

Gambar 6 menampilkan data konsumsi energi pada rumah berupa grafik yang dimana Algoritma Prophet membutuhkan 2 input dataframe berupa “tstp” yakni datetime, dan “y” nilai yang ingin diprediksi yakni energy.



**Gambar 7.** Components Plot Energy

Dapat diamati plot komponen perkiraan pada gambar 7 yang dimana terdapat trend, weekly, dan daily. Trend component terlihat mengarah ke atas. Weekly seasonality component menunjukkan bahwa energy yang

digunakan pada akhir pekan (weekend) semakin meningkat, dan mengalami penurunan pada hari senin hingga jumat. Ini mungkin menunjukkan efek liburan (holiday). Daily seasonality component menunjukkan bahwa energy yang digunakan mengalami kenaikan pada jam-jam tertentu terutama di jam malam.

	ds	yhat	yhat_lower	yhat_upper	y	cutoff
0	2012-10-19 10:00:00	0.358224	0.146628	0.557347	0.083	2012-10-19 09:30:00
1	2012-10-19 10:30:00	0.386579	0.185458	0.600848	0.119	2012-10-19 09:30:00
2	2012-10-19 11:00:00	0.401921	0.183670	0.600750	0.095	2012-10-19 09:30:00
3	2012-10-19 11:30:00	0.400903	0.182327	0.607872	0.105	2012-10-19 09:30:00
4	2012-10-19 12:00:00	0.382599	0.175392	0.596813	0.108	2012-10-19 09:30:00

**Gambar 8.** Cross Validation Energy

Algoritma Prophet menerapkan fungsi Cross Validation atau validasi silang deret waktu untuk mengukur kesalahan perkiraan dengan membandingkan nilai prediksi dengan nilai actual. Untuk menerapkan fungsi `cross_validation`, perlu parameter horizon, dan parameter tambahan seperti initial, period dan parameter lainnya. Tetapi dapat juga hanya dengan horizon. Dan pada gambar 11 merupakan cross validation dari energy yang dikonsumsi dirumah.

Pada Algoritma Prophet juga tersedia `performance_metric` yang dapat dilihat pada table 1 untuk mengukur nilai error. Dan terlihat pada MAPE, nilai kesalahan sekitar 0,68 adalah tipikal untuk prediksi selama 1 hari ke depan, dan kesalahan itu bertambah menjadi sekitar 0,80 untuk prediksi yang keluar selama 1 hari.

**Tabel 1.** Performance Metric

horizon	mse	rmse	mae	mape	mdape	coverage
0 days 02:30:00	0.06	0.24	0.15	0.69	0.46	0.8772
0 days 03:00:00	0.05	0.23	0.15	0.67	0.42	0.8822
0 days 03:30:00	0.05	0.22	0.14	0.66	0.41	0.8866
0 days 04:00:00	0.04	0.21	0.13	0.64	0.4	0.8945
0 days 04:30:00	0.04	0.2	0.12	0.62	0.41	0.9001
0 days 05:00:00	0.04	0.19	0.12	0.6	0.42	0.9081
0 days 05:30:00	0.03	0.17	0.11	0.58	0.42	0.9219
0 days 06:00:00	0.03	0.16	0.1	0.56	0.42	0.9353
0 days 06:30:00	0.02	0.15	0.09	0.55	0.43	0.944
0 days 07:00:00	0.02	0.15	0.09	0.56	0.43	0.9519
0 days 07:30:00	0.02	0.15	0.09	0.59	0.46	0.955
0 days 08:00:00	0.02	0.15	0.09	0.62	0.49	0.9512
0 days 08:30:00	0.02	0.16	0.1	0.66	0.52	0.9445
0 days 09:00:00	0.03	0.17	0.11	0.69	0.55	0.933
0 days 09:30:00	0.04	0.21	0.13	0.72	0.56	0.8946
0 days 10:00:00	0.05	0.23	0.15	0.74	0.57	0.869
0 days 10:30:00	0.07	0.26	0.17	0.76	0.57	0.8329
0 days 11:00:00	0.08	0.28	0.18	0.78	0.59	0.801
0 days 11:30:00	0.08	0.28	0.19	0.8	0.6	0.7872
0 days 12:00:00	0.07	0.27	0.19	0.8	0.61	0.7987
0 days 12:30:00	0.07	0.26	0.19	0.79	0.6	0.8077
0 days 13:00:00	0.06	0.25	0.18	0.77	0.59	0.8285
0 days 13:30:00	0.06	0.25	0.17	0.74	0.54	0.848
0 days 14:00:00	0.06	0.24	0.16	0.72	0.5	0.8619
0 days 14:30:00	0.06	0.24	0.15	0.69	0.47	0.8738
0 days 15:00:00	0.05	0.23	0.15	0.68	0.43	0.879
0 days 15:30:00	0.05	0.22	0.14	0.66	0.41	0.8853
0 days 16:00:00	0.04	0.21	0.13	0.64	0.41	0.8938
0 days 16:30:00	0.04	0.2	0.12	0.62	0.42	0.8992
0 days 17:00:00	0.04	0.19	0.12	0.61	0.43	0.9059
0 days 17:30:00	0.03	0.18	0.11	0.59	0.43	0.9191
0 days 18:00:00	0.03	0.16	0.1	0.57	0.43	0.9315
0 days 18:30:00	0.02	0.16	0.09	0.56	0.44	0.9385
0 days 19:00:00	0.02	0.15	0.09	0.57	0.44	0.9463
0 days 19:30:00	0.02	0.15	0.09	0.6	0.46	0.9494
0 days 20:00:00	0.02	0.15	0.1	0.63	0.49	0.9455
0 days 20:30:00	0.03	0.16	0.1	0.66	0.52	0.9386
0 days 21:00:00	0.03	0.17	0.11	0.7	0.55	0.9271

horizon	mse	rmse	mae	mape	mdape	coverage
0 days 21:30:00	0.05	0.21	0.14	0.72	0.56	0.8888
0 days 22:00:00	0.05	0.23	0.15	0.74	0.56	0.865
0 days 22:30:00	0.07	0.26	0.17	0.77	0.57	0.83
0 days 23:00:00	0.08	0.28	0.19	0.79	0.58	0.7982
0 days 23:30:00	0.08	0.28	0.19	0.81	0.6	0.7869
1 days 00:00:00	0.07	0.27	0.19	0.81	0.61	0.797

### 3.3 Pembahasan

#### 3.3.1 Pembahasan Hasil Pengujian PZEM pada Sistem

Hasil pengujian PZEM dapat dilihat pada table 2 dilakukan dengan menyalakan alat monitoring PZEM dan menghubungkannya ke sumber listrik rumah untuk melihat perubahan energy, voltage, current, power, frequency dan power factor (PF) dengan waktu selama perdetik tetapi ditampilkan dalam periode waktu tertentu.

**Tabel 2.** Pembahasan Hasil Pengujian Sensor PZEM

Waktu	Pembacaan PZEM					
	Energi	Power	Voltage	Current	Frequency	PF
14/7/2022 21.03.37	0.07	17.4	231.6	0.15	50	0.51
14/7/2022 21.03.50	0.07	17.6	231.9	0.15	50	0.51
14/7/2022 21.03.53	0.07	17.6	231.2	0.15	50	0.51
14/7/2022 21.03.56	0.07	16.8	231.4	0.14	50	0.51

#### 3.3.2 Pembahasan Hasil Pengujian Kalibrasi Modul Sensor PZEM

Hasil pengujian kalibrasi modul sensor PZEM dilakukan dengan menyalakan alat monitoring PZEM dan menggunakan alat kalibrasi sensor yakni avometer/multimeter, yang dimana pada avo/multimeter dapat membaca arus (current) dan tegangan (voltage).

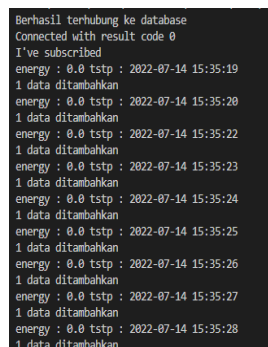


**Gambar 9.** Kalibrasi dengan avometer

Dilihat pada gambar 9 terlihat voltage yang keluar pada serial monitor mikrokontroller Arduino yakni 228,1 v dan yang keluar pada Avometer 226,8 v. Pengujian akurasi ini hanya selisih perbandingan sekitar 1v.

#### 3.3.3 Pembahasan Hasil Pengujian Subscribe Data dan Insert Database

Selama pengujian, sistem berhasil melakukan proses subscribe MQTT Broker dengan mengambil data dari Mikrokontroller ESP-32 dan berhasil melakukan insert data id, energi dan waktu dari hasil pembacaan PZEM ke dalam database MySQL. Hal ini menjadi fungsi dasar yang harus berjalan karena data tersebut akan digunakan dalam perhitungan analisis Algoritma Prophet.



**Gambar 10.** Pembahasan Hasil Pengujian Subscribe Data

Gambar 10 merupakan hasil pengujian dari subscribe data, dimana data tersebut merupakan data yang berhasil terhubung dengan MQTT yang diambil dari modul PZEM-004T.

prophet_id	LCLid	tstp	energy
31	NF0001	2022-06-12 15:30:00	0.7
32	NF0001	2022-06-12 16:00:00	0.7
33	NF0001	2022-06-12 16:30:00	0.5
34	NF0001	2022-06-12 17:00:00	0.7
35	NF0001	2022-06-12 17:30:00	0.53
36	NF0001	2022-06-12 18:00:00	0.53
37	NF0001	2022-06-12 18:30:00	0.53
38	NF0001	2022-06-12 19:00:00	0.54
39	NF0001	2022-06-12 19:30:00	0.73
40	NF0001	2022-06-12 20:00:00	0.73
41	NF0001	2022-06-12 20:30:00	0.73

**Gambar 11.** Pembahasan Hasil Pengujian Insert Database

Pada gambar 11 terlihat data yang diambil melalui PZEM-004T juga menyimpan ke dalam sebuah database yang sudah dibuat pada database MySQL.

### 3.3.4 Pembahasan Hasil Pengujian Website Monitoring

Berdasarkan perencanaan dan pengujian yang sudah dilakukan, fungsi utama website monitoring adalah untuk menampilkan informasi semua data yang masuk secara realtime dari alat monitoring PZEM dan data energi yang didapat dari PZEM tersebut dianalisis oleh Algoritma Prophet. Data yang masuk pada monitoring meliputi data energi, voltage, current, power, frequency dan power factor (PF) dilengkapi dengan data id dan waktu. Selain monitoring, website juga berfungsi sebagai tampilan dari hasil analisis Algoritma Prophet yang sudah dijalankan melalui Flask Python dengan penyajian data berupa bentuk grafik line chart. Tampilan ini dapat dilihat pada gambar 12.



**Gambar 12.** Tampilan Hasil Pengujian Website Monitoring

Gambar 12 merupakan tampilan dari website localhost dengan alamat <http://localhost:3000/admin> dimana untuk membuka website local ini perlu menyalakan xampp sebagai local server dan menjalankan Flask python dengan cara mengetik flask run pada terminal sebagai backend dari analisis perhitungan prophet.

### 3.3.5 Pembahasan Hasil Pengujian Metode Algoritma Prophet

Pengujian ini ditujukan untuk mengetahui seberapa akurat metode Algoritma Prophet yang sudah diimplementasikan kedalam sebuah sistem. Untuk mengukur nilai error atau akurasi dari model yang di prediksi akan dibangun dengan membandingkan data uji dan latih yang telah ditentukan sebelumnya. Pada model prophet telah disediakan library fbprophet yang memiliki performance\_metrics dapat digunakan untuk menghitung beberapa statistik kinerja yang berguna (yhat\_lower, dan yhat\_upper dibandingkan dengan y), sebagai fungsi dari jarak cutoff/batas (seberapa jauh diperkirakan). Statistik yang dihitung adalah mean squared error (MSE), root mean squared error (RMSE), mean absolute error (MAE), mean absolute persen error (MAPE), median absolute persen error (MDAPE) dan estimasi rentang (coverage) yhat\_lower dan yhat\_upper. Tetapi pada pengujian kali ini menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Hasil dari pengujian ini dapat

menggambarkan seberapa akurat hasil dari prediksi yang dibuat oleh model yang menggunakan data latih berdasarkan data uji untuk perbandingan nilai prediksinya. Hasil pengujian performance metric dapat dilihat pada table 3.

**Tabel 3.** Performance Metric

horizon	mse	rmse	mae	mape	mdape	coverage
0 days 02:30:00	0.06	0.24	0.15	0.69	0.46	0.8772
1 days 00:00:00	0.07	0.27	0.19	0.81	0.61	0.797

Terlihat pada MAPE di table 3 dimana nilai kesalahan sekitar 6,87% adalah tipikal untuk prediksi selama 1 hari ke depan, dan kesalahan itu bertambah menjadi sekitar 8,09% untuk prediksi yang keluar selama 1 hari. Kriteria MAPE jika nilai <10% maka Sangat Akurat.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan mengenai Sistem Analisis Dan Monitoring Energi Listrik Pada Rumah Menggunakan Algoritma Prophet Berbasis IoT, dapat di ambil beberapa kesimpulan bahwa perancangan Sistem Analisis Dan Monitoring Energi Listrik Pada Rumah Menggunakan Algoritma Prophet Berbasis IoT dengan data energi dan waktu pengambilan data tersebut dapat dijadikan sebagai parameter dalam sistem monitoring penggunaan energi listrik pada rumah. Untuk perancangan, prototype ini menggunakan beberapa komponen seperti ESP-32, Modul sensor PZEM yang sudah dilengkapi sensor tegangan dan sensor arus (CT) yang sudah terintegrasi, stopkontak serta ditambahkan dengan komponen MCB agar tidak terjadi konslet pada rumah. Dan sudah diuji kalibrasi dengan multimeter/Avometer. Berdasarkan hasil pengujian alat yang sudah dirancang dan di kalibrasi mendapat presentase keberhasilan 90% karena hasil yang ditunjukkan hanya selisih 1V/0,1A. Rancangan tersebut dapat melakukan monitoring melalui website Sistem Analisis Dan Monitoring Energi Listrik Pada Rumah Menggunakan Algoritma Prophet Berbasis IoT. Proses pertukaran data yang terjadi didalam keseluruhan sistem menggunakan protokol MQTT dan Analisis Algoritma Prophet dengan data yang diambil dari monitoring energi listrik berupa data energi dan waktu pengambilan data yang tersimpan di dalam database MySQL. Dari hasil pengujian Mean Absolute Percentage Error (MAPE), prediksi yang dibuat oleh Algoritma Prophet jika dilihat pada kriteria penilaian MAPE dengan ketentuan <10% maka nilai tersebut sangat akurat. Prediksi pada penelitian ini mendapatkan nilai error kurang dari 10% yakni 6,87% yang berarti sangat akurat dalam memprediksi algoritma prophet pada rumah.

#### REFERENCES

- [1] A. Bindra, "Utilizing Energy Harvesting to Power IoT Devices [From the Editor]," *IEEE Power Electron. Mag.*, vol. 8, no. 3, pp. 4–6, 2021, doi: 10.1109/mpel.2021.3099911.
- [2] L. Minh Dang, K. Min, H. Wang, M. Jalil Piran, C. Hee Lee, and H. Moon, "Sensor-based and vision-based human activity recognition: A comprehensive survey," *Pattern Recognit.*, vol. 108, p. 107561, 2020, doi: 10.1016/j.patcog.2020.107561.
- [3] V. A. H. Firdaus, P. Y. Saputra, and D. Suprianto, "Intelligence chatbot for Indonesian law on electronic information and transaction," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 830, no. 2, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/830/2/022089.
- [4] I. Setiono et al., "Hubungan Antara Besarnya Daya Listrik Terpasang Dengan Banyaknya Pemakaian Listrik Dalam Skala Rumah Tangga," pp. 978–979, 2019.
- [5] R. H. Yoga Perdana, N. Hidayati, A. W. Yulianto, V. Al Hadid Firdaus, N. N. Sari, and D. Suprianto, "Jig detection using scanning method base on internet of things for smart learning factory," *IEMTRONICS 2020 - Int. IOT, Electron. Mechatronics Conf. Proc.*, pp. 0–4, 2020, doi: 10.1109/IEMTRONICS51293.2020.9216392.
- [6] S. Suryaningsih, S. Hidayat, and F. Abid, "Rancang Bangun Alat Pemantau Penggunaan Energi Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet," vol. V, pp. SNF2016-ERE-87-SNF2016-ERE-90, 2016, doi: 10.21009/0305020617.
- [7] N. A. Hussien, A. A. D. Al Magsoosi, A. A. D. Al Magsoosi, H. T. Salim AlRikabi, and F. T. Abed, "Monitoring the Consumption of Electrical Energy Based on the Internet of Things Applications," *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, vol. 15, no. 7, pp. 17–29, 2021, doi: 10.3991/ijim.v15i07.20183.
- [8] "Membuat analisis komparatif arima & prophet pada peramalan penjualan - Salsabila Vebi Natasya, Rolly Maulanan Awangga - Google Books." [https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=1xquEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Algoritma+Prophet+bekerja+dengan+sangat+baik+menggunakan+data+deret+waktu+dengan+efek+musiman+yang+kuat+dan+kumpulan+data+dengan+banyak+data&ots=pgPIGbcv2&sig=W\\_8LedKLHOkxBI1jltMzPX2hzMY&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=1xquEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Algoritma+Prophet+bekerja+dengan+sangat+baik+menggunakan+data+deret+waktu+dengan+efek+musiman+yang+kuat+dan+kumpulan+data+dengan+banyak+data&ots=pgPIGbcv2&sig=W_8LedKLHOkxBI1jltMzPX2hzMY&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false) (accessed Feb. 27, 2023).
- [9] S. J. Taylor and B. Letham, "Forecasting at Scale," *Am. Stat.*, vol. 72, no. 1, pp. 37–45, 2018, doi: 10.1080/00031305.2017.1380080.
- [10] L. Yuliana, "Analisis Perencanaan Penjualan Dengan Metode Time Series (Studi Kasus Pada Pd. Sumber Jaya Aluminium)," *J. Mitra Manaj.*, vol. 3, no. 7, pp. 780–789, 2019, doi: 10.52160/ejmm.v3i7.255.
- [11] A. H. Suhaib Ibadurrahman, "Rancang Bangun Smart Home Dengan Konsep Internet of Things (iot) Berbasis Android," 2020.
- [12] Z. B. Abilovani, W. Yahya, and F. A. Bakhtiar, "Implementasi Protokol MQTT Untuk Sistem Monitoring Perangkat

- IoT,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 12, pp. 7521–7527, 2018, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [13] M. F. Pela and R. Pramudita, “Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet of Things Pada Rumah Dengan Menggunakan Aplikasi Blynk,” *Infotech J. Technol. Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 47–54, 2021, doi: 10.37365/jti.v7i1.106.
- [14] F. Habibi, Nur, S. Setiawidayat, and M. Mukhsim, “Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T,” *Pros. Semin. Nas. Teknol. Elektro Terap.* 2017, vol. 01, no. 01, pp. 157–162, 2017, [Online]. Available: <https://prosiding.polinema.ac.id/sngbr/index.php/sntet/article/view/81/77>
- [15] W. Song, C. Gao, Y. Zhao, and Y. Zhao, “A time series data filling method based on lstm—taking the stem moisture as an example,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 18, pp. 1–21, 2020, doi: 10.3390/s20185045.
- [16] T. Kavzoglu, “Increasing the accuracy of neural network classification using refined training data,” *Environ. Model. Softw.*, vol. 24, no. 7, pp. 850–858, 2009, doi: 10.1016/j.envsoft.2008.11.012.
- [17] F. Gong, N. Han, D. Li, and S. Tian, “Trend Analysis of Building Power Consumption Based on Prophet Algorithm,” *2020 Asia Energy Electr. Eng. Symp. AEEES 2020*, pp. 1002–1006, 2020, doi: 10.1109/AEEES48850.2020.9121548.
- [18] A. E. dan M. N. A. R. Chopra, “Data Science with Python: Combine Python with machine learning principles to ... - Rohan Chopra, Aaron England, Mohamed Noordeen Alaudeen - Google Books,” 2019. [https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=RymkDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=R.+Chopra,+A.+England+dan+M.+N.+Alaudeen,+Data+Science+with+Python,+Birmingham:+Packt+Publishing+Ltd.,+2019.&ots=IbfPm2ENUh&sig=DC0ExNpmO\\_Jiy8bjqBhSNi86qM&redir\\_esc=y#v=snippet&q=transformation&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=RymkDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=R.+Chopra,+A.+England+dan+M.+N.+Alaudeen,+Data+Science+with+Python,+Birmingham:+Packt+Publishing+Ltd.,+2019.&ots=IbfPm2ENUh&sig=DC0ExNpmO_Jiy8bjqBhSNi86qM&redir_esc=y#v=snippet&q=transformation&f=false) (accessed Oct. 01, 2022).
- [19] P. M. Services, “The ‘Rapid Application Development’ Methodology Approach (RAD) -,” 2020. <https://cooens.com/knowledge-base/the-rapid-application-development-methodology-approach-rad/> (accessed Dec. 29, 2021).
- [20] B. L. Ruddell and P. Kumar, “Unified modeling language,” *Hydroinformatics Data Integr. Approaches Comput. Anal. Model.*, no. 10, pp. 9–20, 2005, doi: 10.4018/jdm.2001010103.