

PENERAPAN METODE *FORECASTING* PENGADAAN MATERIAL KWH METER DAN MCB PADA ULP SEMARANG

Novena Yora Pratiwi¹, Chaterine Alvina Prima Hapsari²

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

PT PLN merupakan BUMN yang menyelenggarakan usaha penyediaan tenaga listrik untuk kepentingan umum serta memupuk keuntungan pemerintah. PT PLN UP3 Semarang memiliki fokus dalam pemenuhan kebutuhan pasang baru, penambahan daya, serta distribusi material listrik untuk tujuh Unit Layanan Pengadaan (ULP) di Semarang. Dua material listrik yaitu KWH meter dan MCB merupakan material yang paling banyak digunakan dan sering kekurangan stok karena merupakan material yang wajib digunakan ketika akan melakukan pemasangan baru maupun penambahan daya listrik. Permasalahan yang terjadi yaitu kebutuhan konsumen setiap bulan yang cenderung sulit untuk diprediksi dan fluktuatif sehingga pengadaan material juga sulit diperkirakan. Hal ini menimbulkan permasalahan yaitu ketika ada permintaan material dari ULP, tetapi persediaan material pada gudang PT PLN UP3 kurang, maka konsumen perlu menunggu lebih lama untuk pemasangan listrik. Hal ini akan berpengaruh kepada pendapatan perusahaan yang besarnya dipengaruhi jumlah listrik yang didistribusikan ke pelanggan. Sedangkan, listrik tidak dapat didistribusikan apabila material listrik belum terpasang. Saat ini belum ada metode forecasting yang diterapkan untuk memperkirakan pengadaan material. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan usulan metode forecasting yang tepat untuk diterapkan pada masing-masing material agar pengadaan material KWH meter dan MCB pada tujuh ULP dapat diperkirakan dengan lebih baik untuk periode 2023. Data yang digunakan yaitu data pengadaan material listrik untuk tujuh ULP Semarang tahun 2021 dan 2022. Metode forecasting yang digunakan yaitu metode Double Exponential Smoothing, Holts Winter Multiplikatif, dan Dekomposisi Multiplikatif. Dilakukan juga metode perhitungan error menggunakan metode MAD, MAPE, dan MSD serta validasi moving range dan uji T untuk menentukan metode forecasting terbaik. Didapatkan hasil yaitu metode forecasting terbaik untuk material KWH meter, MCB 4A, MCB 6A, dan MCB 10A berdasarkan nilai error terkecil dan telah lolos uji validasi adalah metode Dekomposisi Multiplikatif.

Kata kunci: peramalan; material listrik; pengadaan

Abstract

[IMPLEMENTATION OF FORECASTING METHOD FOR PROCUREMENT OF KWH METERS AND MCB MATERIALS AT ULP SEMARANG] *The PT PLN is a state-owned enterprise that provides electricity for public purposes and generates profits for the government. PT PLN UP3 Semarang focuses on meeting the needs of new installations, power additions, and distributing electrical materials for seven Unit Layanan Pengadaan (ULP) in Semarang. Two electrical materials, KWH meters and MCBs, are most commonly used and often face stock shortages because they are mandatory for new installations and power additions. The problem lies in monthly consumer demand, which is difficult to predict and fluctuate, making it challenging to estimate material procurement. This issue leads to situations where there is a demand for materials from the ULP, but the stock at the PT PLN UP3 warehouse is insufficient, causing customers to wait longer for electrical installations. This, in turn, affects the company's revenue, which is influenced by the amount of electricity distributed to the customers. However, electricity cannot be distributed if the electrical materials are not installed. Currently, there is no applied forecasting method for estimating material procurement. Therefore, this study aims to propose an appropriate forecasting method to be implemented for each material, enabling better estimation of the KWH meter and MCB material procurement for the seven ULPs for the period of 2023. The data used consisted of electrical material procurement data for the seven ULPs in Semarang for 2021 and 2022. The forecasting methods employed were Double Exponential Smoothing, Holt's Winter Multiplicative, and Multiplicative Decomposition.*

Error calculations were performed using the MAD, MAPE, and MSD methods along with moving range validation and t-tests to determine the best forecasting method. The results show that the best forecasting method for the KWH meters, MCB 4A, MCB 6A, and MCB 10A, based on the smallest error values and passing the validation test, is the Multiplicative Decomposition method.

Keywords: *forecasting; electrical materials; procurement*

1. Pendahuluan

Listrik merupakan kebutuhan seluruh lapisan masyarakat yang digunakan setiap hari. Mulai dari aktivitas-aktivitas rumah tangga, industri, perkantoran, swasta, hingga pemerintah semuanya memerlukan daya listrik dalam keberjalanannya. PT PLN merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang menyelenggarakan usaha penyediaan tenaga listrik untuk kepentingan umum dalam jumlah dan kualitas yang memadai serta memupuk keuntungan dan melaksanakan tugas Pemerintah di bidang ketenagalistrikan guna menunjang pembangunan dengan menerapkan prinsip Perseroan Terbatas. Sebagai perusahaan tunggal dalam penyedia jasa listrik milik negara, PT PLN mendapat banyak tuntutan untuk dapat melayani konsumen sebaik mungkin sebagai bukti atas kinerja perusahaan.

PT PLN UP3 Semarang merupakan salah satu perwakilan PLN yang mengelola seluruh kebutuhan listrik pelanggan di wilayah Semarang. PT PLN UP3 Semarang memiliki fokus dalam pemenuhan kebutuhan pasang baru dan penambahan daya. PT PLN UP3 Semarang memiliki tujuh Unit Layanan Pelanggan (ULP) di tujuh kawasan yang berfungsi sebagai perwakilan di setiap kawasan Semarang untuk memudahkan akses ke konsumen. Kawasan tersebut meliputi Semarang Tengah, Semarang Timur, Semarang Barat, Semarang Selatan, Kendal, Boja, dan Weleri.

Bagian yang diamati adalah perencanaan pengadaan material listrik PT PLN UP3 Semarang bagi tujuh kawasan di area Semarang. Perencanaan kebutuhan material dilakukan agar distribusi kebutuhan material tujuh wilayah dapat terpenuhi. Perencanaan dilakukan untuk menentukan arah awal tindakan yang akan diambil di masa depan, apa yang harus dilakukan, berapa banyak dan kapan melakukannya, serta kegiatan perencanaan dalam bentuk produk atau layanan (Nasution et al, 2008).

Dalam pemenuhan kebutuhan, material listrik dibedakan menjadi dua kelompok yaitu Material Dasar Umum (MDU) dan aksesoris. MDU terdiri atas KWH Meter, *Miniature Circuit Breaker* (MCB), kabel, trafo, konduktor, isolator, dan kubikel. KWH meter adalah alat yang digunakan untuk menghitung daya listrik pengguna setiap bulan dan akan menentukan besar pembayaran

listrik setiap bulannya (Sentosa, 2020). MCB adalah perangkat pengaman listrik yang dirancang untuk melindungi sirkuit listrik dari kerusakan yang disebabkan oleh arus lebih atau korsleting. Fungsi dasarnya adalah memutus aliran arus untuk melindungi peralatan dan mencegah risiko kebakaran (Sagita, 2022). Sedangkan, aksesoris merupakan peralatan yang mendukung pemasangan MDU seperti segel KWH meter, *cross arm*, serandang trafo, *ground luck*, *ground rod*, dan *terminating*.

Berdasarkan wawancara dan observasi yang dilakukan pada bagian konstruksi PT PLN UP3 Semarang, diketahui bahwa dua material MDU yaitu KWH meter dan MCB merupakan material yang paling banyak digunakan. Hal tersebut disebabkan karena kedua material inilah yang menjadi material utama ketika pelanggan ingin melakukan pemasangan baru maupun penambahan daya listrik. Sesuai dengan fungsinya yaitu KWH meter untuk mengukur penggunaan daya listrik dan MCB sebagai alat pengaman yang dapat memutus aliran listrik serta mencegah risiko kebakaran, membuat kedua material ini menjadi material utama yang wajib dipasang. Oleh sebab itu, dibandingkan material listrik lainnya yang hanya berfungsi sebagai pendamping kedua material utama ini, KWH meter dan MCB sering terjadi *out-of-stock*. Selain itu, penggunaan KWH meter dan MCB juga berbeda-beda antar ULP karena dipengaruhi oleh kebutuhan konsumen di masing-masing wilayah.

Permasalahan yang terjadi yaitu kebutuhan konsumen setiap bulan yang cenderung sulit untuk diprediksi dan fluktuatif. Hal ini menimbulkan permasalahan yaitu ketika ada permintaan material dari ULP, tetapi persediaan material pada gudang kurang, maka konsumen perlu menunggu lebih lama hingga sebulan agar listriknya dapat terpasang atau bertambah daya. Selain itu, pemasangan baru maupun penambahan daya tidak dapat dilakukan apabila semua kuantitas kebutuhan KWH meter dan MCB tidak tersedia saat bersamaan. Apabila ada salah satu saja material yang jumlahnya kurang, maka pemasangan baru atau penambahan daya tidak dapat dilakukan. Ketika pemasangan baru maupun penambahan daya tertunda, hal ini akan menyebabkan pemasukan keuangan ke PLN karena penjualan energi listrik juga terhambat.

Pada keadaan saat ini, pengadaan material disamakan nilainya dengan pengadaan tahun sebelumnya atau sesuai kebijakan perusahaan yaitu turunya anggaran untuk pembelian material. Saat ini belum ada

*Penulis Korespondensi

E-mail: novenayoraprawati@students.undip.ac.id

metode *forecasting* yang diterapkan untuk memperkirakan pengadaan material. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan usulan metode *forecasting* yang tepat untuk diterapkan pada masing-masing material agar pengadaan material KWH meter dan MCB pada tujuh ULP dapat diperkirakan dengan lebih baik untuk periode berikutnya.

2. Studi Pustaka

Supply Chain Management

Supply chain adalah terintegrasinya suatu proses dimana sejumlah entitas bekerja bersama demi mendapatkan *raw material*, mengubah *raw material* menjadi produk jadi, dan mengirimkannya ke *retailer* dan *customer* (Haudi et al, 2022). *Supply chain* adalah sekumpulan aktivitas terkait jaringan fasilitas dan pilihan distribusi yang mencakup keseluruhan interaksi antara pemasok, perusahaan, manufaktur, distributor, dan konsumen yang menjalankan fungsi dari pengadaan material, pengolahan material tersebut menjadi barang setengah jadi maupun barang jadi, dan pendistribusian barang jadi tersebut kepada pelanggan (Esmaeilian et al, 2020). Tujuan dari *supply chain management* adalah untuk memaksimalkan nilai total yang diciptakan untuk memenuhi kebutuhan dan persyaratan pelanggan. Di sisi lain, ini bertujuan untuk meminimalkan biaya keseluruhan seperti biaya pemesanan, penyimpanan, dan transportasi (Chopra & Meindl, 2013).

Persediaan

Persediaan adalah sebagai suatu aktivitas yang meliputi barang-barang milik perusahaan dengan maksud untuk dijual dalam suatu periode usaha normal, atau persediaan barang masih dalam pengerjaan, atau persediaan bahan baku (Vikaliana et al, 2020). Persediaan adalah stok barang berupa aset fisik yang terlihat, terukur, dan dapat dihitung yang masih menunggu proses lebih lanjut (Tersine, 1994).

Peramalan

Fungsi dari persediaan yaitu untuk memprediksi keadaan yang berubah-ubah sehingga perencanaan dapat dilakukan untuk memenuhi keadaan di masa mendatang (Tersine, 1994). Dalam menentukan kuantitas persediaan, banyak hal yang perlu dipertimbangkan karena keadaan masa depan yang tidak menentu. Metode *forecasting* dapat membantu untuk memperkirakan persediaan tersebut.

Peramalan (*forecasting*) adalah kegiatan yang berhubungan dengan meramalkan atau kegiatan atau memproyeksikan hal-hal yang terjadi di masa lampau ke masa depan (Ashari, 2013). Peramalan adalah proses memperkirakan permintaan barang atau jasa di masa depan, termasuk jumlah, kualitas, waktu, dan kebutuhan

lokasi yang diperlukan untuk memenuhi permintaan (Kushartini & Almahdy, 2013).

Pola Data Peramalan

Pola data peramalan di antaranya sebagai berikut (Seto et al, 2016):

1. *Trend* (T), terjadi bila ada kenaikan atau penurunan dari data secara gradual dari gerakan datanya dalam kurun waktu panjang.
2. *Seasonality* (S), pola musiman terjadi ketika pola data berulang setelah periode waktu tertentu (hari, minggu, bulan, kuartal, tahun).
3. *Cycles* (C), siklus adalah pola data yang terjadi setiap beberapa tahun dan biasanya dipengaruhi pada fluktuasi ekonomi jangka panjang yang terkait dengan siklus bisnis.
4. *Horizontal* (H), ini terjadi ketika nilai data berfluktuasi di sekitar rata-rata tertentu, stabil, atau dikatakan stasioner terhadap rata-rata tersebut.

Metode *Forecasting Time Series*

Metode *Time Series* adalah metode yang dipergunakan untuk menganalisis serangkaian data yang merupakan fungsi dari waktu (Ishak, 2010). Metode ini mengasumsikan bahwa pola atau kombinasi pola berulang dari waktu ke waktu dan bahwa pola yang mendasarinya dapat diidentifikasi hanya berdasarkan kumpulan data historis tersebut. Metode deret waktu berhubungan dengan nilai-nilai variabel yang ditentukan secara berkala selama periode waktu ramalan permintaan diproyeksikan, seperti minggu, bulan, kuartal, atau tahun (Lusiana & Yulianty, 2020).

Exponential Smoothing

Exponential smoothing adalah suatu metode peramalan rata-rata bergerak yang memberikan bobot secara eksponensial atau bertingkat pada data-data terbarunya sehingga data-data terbaru tersebut akan mendapatkan bobot yang lebih besar. Dengan kata lain, semakin baru atau semakin kini datanya, semakin besar pula bobotnya. Hal ini dikarenakan data yang terbaru dianggap lebih relevan sehingga diberikan bobot yang lebih besar (Pradistya & Nursyafitri, 2021).

Double Exponential Smoothing dibagi menjadi dua yaitu dengan satu parameter dan dua parameter, seperti berikut (Sofyan, 2013):

1. Satu Parameter (*Brown's linear method*), merupakan metode yang hampir sama dengan metode *linear moving average* dan disesuaikan yaitu dengan menambahkan satu parameter.

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1} \quad (1)$$

$$S''_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S''_{t-1} \quad (2)$$

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) \quad (3)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t) \quad (4)$$

$$Y'_{t+m} = a_t \cdot b_t \cdot m \quad (5)$$

Keterangan:

S'_t = *Single exponential smoothing*

S''_t = *Double exponential smoothing*

a_t = konstanta *smoothing*

b_t = konstanta *trend*

2. Dua Parameter (*Holt's method*), merupakan metode *double exponential smoothing* untuk *time series* dengan *trend linier*. Terdapat konstanta yaitu α dan β .

$$S_t = \alpha D_t + (1 - \alpha) (S_{t-1} + G_{t-1}) \quad (6)$$

$$G_t = \beta (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) G_{t-1} \quad (7)$$

$$Y'_{t+m} = S_t \cdot G_t \cdot m \quad (8)$$

Keterangan:

S_t = *intercept* pada waktu t

G_t = *slope* pada waktu t

Y'_{t+m} = ramalan untuk m periode ke depan

Dekomposisi

Metode dekomposisi adalah metode peramalan yang menggunakan empat komponen utama untuk memprediksi nilai masa depan. Keempat komponen tersebut antara lain *trend*, musiman, siklus, dan *error*. Metode dekomposisi didasarkan pada asumsi bahwa data yang ada merupakan kombinasi dari beberapa komponen, yang secara sederhana digambarkan sebagai berikut (Yuni et al, 2015):

$$\begin{aligned} \text{Data} &= \text{Pola} + \text{error} \\ &= f(\text{trend, siklus, musiman}) + \text{error} \end{aligned} \quad (9)$$

Persamaan umum matematis dari pendekatan dekomposisi adalah (Yuni et al, 2015):

$$X_t = f(T_t, S_t, C_t, I_t) \quad (10)$$

Keterangan:

X_t = nilai deret berkala (data aktual) pada periode t

T_t = komponen tren (*trend*) pada periode t

S_t = komponen musiman (*seasonal*) pada periode t

C_t = komponen siklus pada (*cyclic*) pada periode t

I_t = komponen kesalahan tidak beraturan (*irregular*) pada periode t

t = periode (*time*)

Metode Perhitungan Error

Beberapa metode yang digunakan untuk menguji kesalahan pada metode peramalan antara lain (Hartini, 2011):

- a. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

MAD digunakan untuk mengukur kesalahan ramalan dalam unit yang sama sebagai deret asli. MAD adalah nilai yang dihitung dengan mengambil jumlah nilai *absolute* dari setiap

kesalahan peramalan dibagi dengan jumlah periode data (n).

$$\text{MAD} = \frac{\sum |\text{Aktual} - \text{Peramalan}|}{n} \quad (11)$$

- b. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

MAPE merupakan ukuran kesalahan relatif. MAPE biasanya lebih berarti dibandingkan MAD karena MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah.

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|PE_i|}{n}}{n} \quad (12)$$

- c. *Mean Squared Deviation* (MSD)

Mean Squared Deviation (MSD) biasanya dipakai untuk mengukur akurasi dari nilai *time series* yang akan dihitung. MSD biasanya memiliki efek lebih besar dibandingkan MAD. Berikut rumus untuk menghitung MSD (Didik, 2018):

$$\text{MSD} = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|^2}{n} \quad (13)$$

Metode Validasi Peramalan

Metode *moving range* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bentuk dan jumlah data apakah memenuhi syarat atau tidak. Metode ini digunakan untuk membandingkan besarnya data yang sebenarnya dengan yang diramalkan (Jaqin, et al., 2022). Metode *moving range* diformulasikan sebagai berikut (Jaqin, et al., 2022):

$$\text{MR} = (S'_t - d_t) - (S'_{t-1} - d_{t-1}) \quad (14)$$

Keterangan:

S'_t = Data yang diramalkan

d_t = Data yang sebenarnya

$$\text{Nilai rata-rata moving range: } \overline{MR} = \frac{\sum MR}{n} \quad (15)$$

Batas-batas kontrolnya:

$$\text{UCL (Upper Control Limit)} = +2,66 \text{ MR} \quad (16)$$

$$\text{LCL (Lower Control Limit)} = -2,66 \text{ MR} \quad (17)$$

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT PLN (Persero) UP3 Semarang yang berlokasi di Jalan Pemuda No.93, Sekayu, Kec. Semarang Tengah, Kota Semarang, Jawa Tengah. Penelitian ini dilakukan pada 2 Januari hingga 31 Januari 2023. Cakupan topik pada penelitian ini adalah *case* karena topik yang diangkat merupakan hal yang sudah terjadi. Efek riset dari penelitian ini adalah *ex-post facto* karena peneliti tidak memiliki kontrol terhadap variabel yang diteliti. Penelitian ini hanya berfungsi untuk memberikan informasi berharga bagi pengambilan keputusan. Jenis penelitian adalah deskriptif karena bertujuan untuk memberikan deskripsi, penjelasan, serta

validasi suatu fenomena yang diteliti. Lingkungan riset adalah *field setting* karena penelitian dilakukan dalam kondisi yang sebenarnya. Persepsi pada penelitian yaitu *actual routine* karena penelitian ini berdasarkan rutinitas sehari-hari dan tidak ada rekayasa dalam penelitian.

Data primer didapatkan melalui wawancara dengan pihak karyawan bagian konstruksi PT PLN (Persero) UP3 Semarang. Wawancara yang dilakukan dengan pihak karyawan bagian konstruksi terkait dengan sistem pengadaan material listrik untuk tujuh ULP area Semarang. Selain itu, dilakukan observasi yaitu melakukan pengamatan secara langsung atau pengamatan lapangan penelitian. Data sekunder merupakan data historis yang didapatkan dari pihak PT PLN (Persero) UP3 Semarang yang akan diteliti terkait dengan pengadaan material listrik untuk tujuh ULP sewilayah kerja PT. PLN (Persero) UP3 Semarang tahun 2021 dan 2022.

Tahap pengolahan data dilakukan dengan membuat peramalan pengadaan material KWH meter dan MCB untuk tujuh ULP area Semarang pada periode

berikutnya berdasarkan data pemakaian periode sebelumnya dan melakukan perhitungan *error* terhadap hasil peramalan tersebut. Peramalan dilakukan dengan metode *double exponential smoothing*, *winter's method multiplicative*, dan *decomposition multiplicative*. Alasan pemilihan metode ini yaitu data agregat pengadaan material KWH meter dan MCB untuk tujuh ULP area Semarang fluktuatif tiap bulannya dan berbeda antara satu ULP dengan ULP lainnya. Perhitungan *error* dilakukan dengan tiga metode yaitu MAPE, MAD, dan MSD. Kemudian, dilakukan validasi untuk memastikan bahwa metode *forecasting* yang terpilih valid untuk digunakan dalam meramalkan material listrik. Metode validasi yang digunakan yaitu *Moving Range*. Apabila tidak lolos metode *Moving Range*, akan dilakukan uji T untuk memastikan apakah metode *forecasting* yang terpilih masih valid untuk digunakan.

Berikut Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 yang merupakan data historis material KWH meter, MCB 4A, MCB 6A, dan MCB 10A.

Tabel 1. Data Historis Material KWH Meter

Tahun	Bulan	Jumlah (Unit)	Tahun	Bulan	Jumlah (Unit)
2021	Januari	2.420	2022	Januari	3.248
	Februari	1.918		Februari	2.076
	Maret	4.297		Maret	3.166
	April	3.174		April	2.234
	Mei	2.810		Mei	606
	Juni	3.368		Juni	4.787
	Juli	3.508		Juli	3.442
	Agustus	3.702		Agustus	3.417
	September	4.024		September	2.922
	Oktober	4.328		Oktober	1.004
	November	3.877		November	5.076
	Desember	3.692		Desember	3.447

Tabel 2. Data Historis Material MCB 4A

Tahun	Bulan	Jumlah (Unit)	Tahun	Bulan	Jumlah (Unit)
2021	Januari	722	2022	Januari	1.163
	Februari	1.193		Februari	508
	Maret	987		Maret	583
	April	1.307		April	168
	Mei	411		Mei	286
	Juni	790		Juni	3.143
	Juli	1.562		Juli	2.191
	Agustus	1.562		Agustus	2.246
	September	2.317		September	1.858
	Oktober	2.123		Oktober	1.719
	November	1.865		November	2.047
	Desember	1.745		Desember	1.765

Tabel 3. Data Historis Material MCB 6A

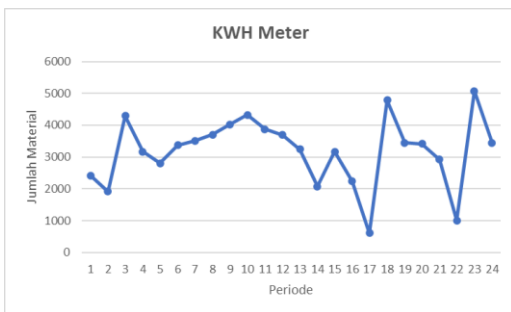
Tahun	Bulan	Jumlah (Unit)	Tahun	Bulan	Jumlah (Unit)
2021	Januari	992	2022	Januari	999
	Februari	874		Februari	987
	Maret	911		Maret	1.093
	April	815		April	651
	Mei	410		Mei	138
	Juni	733		Juni	249
	Juli	744		Juli	865
	Agustus	960		Agustus	267
	September	1.606		September	2.019
	Oktober	1.262		Oktober	1.355
	November	1.149		November	1.467
	Desember	1.041		Desember	916

Tabel 4. Data Historis Material MCB 10A

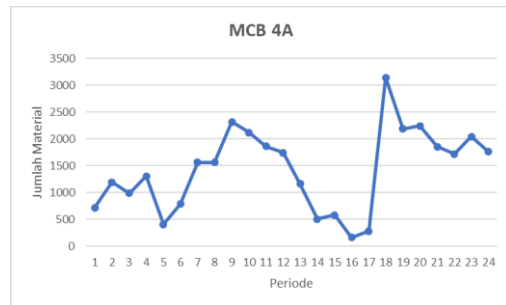
Tahun	Bulan	Jumlah (Unit)	Tahun	Bulan	Jumlah (Unit)
2021	Januari	352	2022	Januari	584
	Februari	216		Februari	320
	Maret	125		Maret	483
	April	28		April	515
	Mei	380		Mei	114
	Juni	271		Juni	353
	Juli	501		Juli	289
	Agustus	935		Agustus	330
	September	777		September	897
	Oktober	1.080		Oktober	579
	November	635		November	557
	Desember	531		Desember	622

**4. Hasil dan Pembahasan
Plot Data**

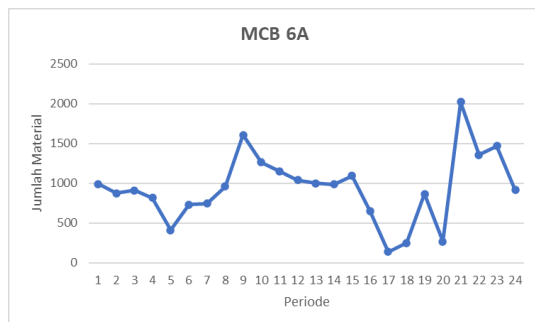
Sebelum dilakukan metode peramalan, perlu untuk membuat plot data untuk melihat pola data yang terjadi pada data historis serta digunakan untuk menentukan metode peramalan apa yang akan digunakan selanjutnya. Berikut Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 yang merupakan plot data historis masing-masing material.



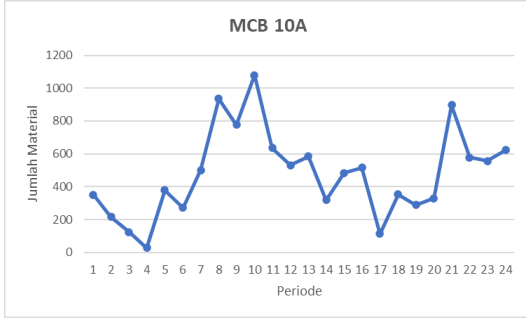
Gambar 1. Plot Data KWH Meter



Gambar 2. Plot Data MCB 4A



Gambar 3. Plot Data MCB 6A



Gambar 4. Plot Data MCB 10A

Berdasarkan pola data historis keempat material listrik pada Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4, diketahui bahwa data berpola musiman, berunsur *trend*, dan data fluktuatif. Oleh karena itu, metode *forecasting* yang digunakan ialah metode yang juga memperhitungkan ketiga hal tersebut. Metode yang tepat untuk digunakan adalah metode *Double Exponential Smoothing*, *Holt's Winter* Multiplikatif, dan Dekomposisi Multiplikatif.

Perhitungan Error

Metode perhitungan *error* yang dilakukan pada masing-masing material listrik yaitu metode MAD, MAPE, MSE. Metode *forecasting* yang terpilih yaitu yang memiliki nilai *error* terkecil pada ketiga metode perhitungan *error*. Berikut Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7, dan Tabel 8 yang merupakan rekapitulasi hasil perhitungan *error* pada masing-masing material listrik.

Tabel 5. Rekapitulasi Error KWH Meter

Metode	MAD	MAPE	MSD
DES	902,52	44,41%	1.731.778,31
Holt's Winter	1.807,51	94,64%	5.182.427,42
Dekomposisi	593,14	27,01%	939.434,21

Tabel 6. Rekapitulasi Error MCB 4A

Metode	MAD	MAPE	MSD
DES	523,79	53,91%	682.686,10
Holt's Winter	1.253,24	139,79%	3.814.135,16
Dekomposisi	432,35	33,86%	413.756,24

Tabel 7. Rekapitulasi Error MCB 6A

Metode	MAD	MAPE	MSD
DES	333,83	55,74%	258.393,17
Holt's Winter	259,93	75,10%	108.185,05
Dekomposisi	149,82	25,35%	51.027,87

Tabel 8. Rekapitulasi Error MCB 10A

Metode	MAD	MAPE	MSD
DES	201,53	74,66%	72.603,39
Holt's Winter	1.117,50	596,85%	3.401.468,58
Dekomposisi	150,59	94,38%	50.268,07

Tabel 9. Rekapitulasi Metode *Forecasting* Terpilih pada Material Listrik

Material	Metode Terpilih
KWH Meter	Dekomposisi
MCB 4A	Dekomposisi
MCB 6A	Dekomposisi
MCB 10A	Dekomposisi

Metode *forecasting* terpilih untuk material KWH meter, MCB 4A, MCB 6A, dan MCB 10A adalah metode dekomposisi multiplikatif.

Hasil *Forecasting* Metode Terpilih

Berikut Tabel 10 merupakan hasil *forecasting* 12 periode berdasarkan metode terpilih yaitu Dekomposisi Multiplikatif untuk masing-masing material listrik pada tahun 2023.

Tabel 10. Hasil *Forecasting* Metode Terpilih

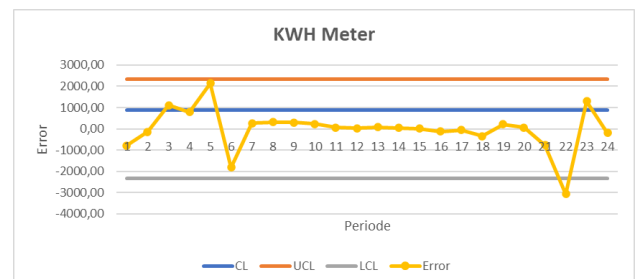
Bulan	KWH Meter	MCB 4A	MCB 6A	MCB 10A
Januari	3.144	1.541	1.137	621
Februari	2.018	662	1.162	368
Maret	3.130	770	1.314	586
April	2.343	232	770	655
Mei	655	405	162	155
Juni	5.095	4.501	291	486
Juli	3.194	2.395	843	659
Agustus	3.329	2.457	1.089	1.213
September	3.658	3.834	1.812	985
Oktober	4.032	3.753	1.433	1.301
November	3.755	3.498	1.339	763
Desember	3.610	3.094	1.264	656

Validasi Hasil *Forecasting*

Berdasarkan perhitungan *error*, metode terpilih pada keempat material adalah Dekomposisi. Selanjutnya, akan divalidasi menggunakan metode *Moving Range*, dan apabila belum valid akan dilanjutkan Uji T.

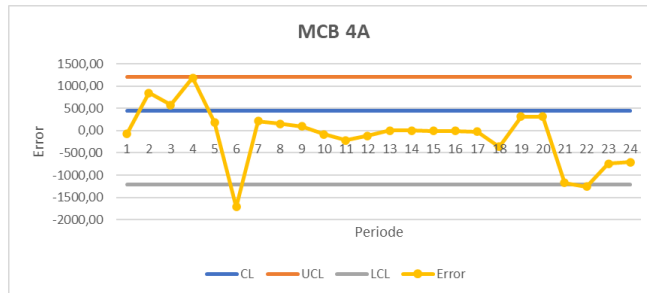
Moving Range

Berikut Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8 merupakan grafik validasi hasil perhitungan *moving range* pada masing-masing metode.



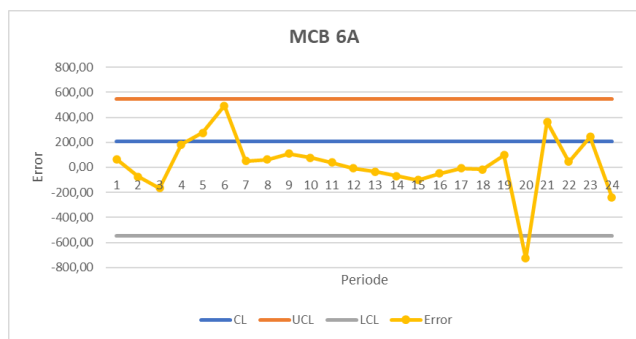
Gambar 5. *Moving Range* KWH Meter

Berdasarkan peta *Moving Range* pada Gambar 5 di atas, terlihat bahwa terdapat satu titik yang melewati *control line*, yaitu pada periode ke-22 melewati LCL. Maka selanjutnya akan dilakukan Uji T.



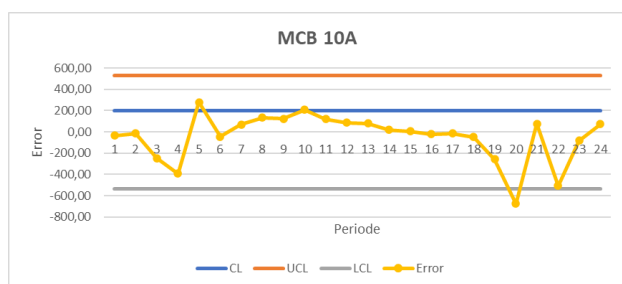
Gambar 6. Moving Range MCB 4A

Berdasarkan peta *Moving Range* pada Gambar 6 di atas, terlihat bahwa terdapat dua titik yang melewati *control line*, yaitu pada periode ke-6 dan periode ke-22 melewati LCL. Maka selanjutnya akan dilakukan Uji T.



Gambar 7. Moving Range MCB 6A

Berdasarkan peta *Moving Range* pada Gambar 7 di atas, terlihat bahwa terdapat satu titik yang melewati *control line*, yaitu pada periode ke-20 melewati LCL. Maka selanjutnya akan dilakukan Uji T.



Gambar 8. Moving Range MCB 10A

Berdasarkan peta *Moving Range* pada Gambar 8 diatas, terlihat bahwa terdapat satu titik yang melewati *control line*, yaitu pada periode ke-20 melewati LCL. Maka selanjutnya akan dilakukan Uji T.

Uji T

Berikut adalah perhitungan validasi Uji T metode Dekomposisi.

1. $H_0: \mu_1 = \mu_2$ (tidak terdapat perbedaan rata-ran antara y dan \hat{y})
2. $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ (terdapat perbedaan rata-ran antara y dan \hat{y})
3. $\alpha: 0,05$
4. Daerah kritis: $-t \text{ tabel} < t \text{ hitung} < t \text{ tabel}$
5. Perhitungan

Tabel 11, Tabel 12, Tabel 13, dan Tabel 14 merupakan perhitungan Uji T dengan *software* Excel.

Tabel 11. Uji T KWH Meter

	Variable 1	Variable 2
Mean	3.189,29	3.200,96
Variance	1.159.362,48	1.210.562,49
Observations	24,00	24,00
Pearson Correlation	0,59	
Hypothesized Mean Difference	0,00	
Df	23,00	
t Stat	-0,06	
P(T<=t) one-tail	0,48	
t Critical one-tail	1,71	
P(T<=t) two-tail	0,95	
t Critical two-tail	2,07	

Tabel 12. Uji T MCB 4A

	Variable 1	Variable 2
Mean	1.427,54	1.535,92
Variance	577.655,22	1.114.475,75
Observations	24,00	24,00
Pearson Correlation	0,79	
Hypothesized Mean Difference	0,00	
Df	23,00	
t Stat	-0,82	
P(T<=t) one-tail	0,21	
t Critical one-tail	1,71	
P(T<=t) two-tail	0,42	
t Critical two-tail	2,07	

Tabel 13. Uji T MCB 6A

	Variable 1	Variable 2
Mean	937,63	912,13
Variance	186.682,94	162.983,97
Observations	24,00	24,00
Pearson Correlation	0,85	
Hypothesized Mean Difference	0,00	
Df	23,00	
t Stat	0,55	
P(T<=t) one-tail	0,30	
t Critical one-tail	1,71	
P(T<=t) two-tail	0,59	
t Critical two-tail	2,07	

Tabel 14. Uji T MCB 10A

	Variable 1	Variable 2
Mean	478,08	522,01
Variance	69.947,91	63.718,61
Observations	24,00	24,00
Pearson Correlation	0,62	
Hypothesized Mean Difference	0,00	
Df	23,00	
t Stat	-0,96	
P(T<=t) one-tail	0,17	
t Critical one-tail	1,71	
P(T<=t) two-tail	0,35	
t Critical two-tail	2,07	

- Keputusan uji T material KWH meter, MCB 4A, MCB 6A, MCB 10A: Jangan tolak H_0 karena $-t$ tabel $< t$ hitung $< t$ tabel.
- Kesimpulan uji T material KWH meter, MCB 4A, MCB 6A, MCB 10A: Tidak terdapat perbedaan rata-rata antara data aktual dengan hasil *forecasting*.

Berdasarkan perhitungan validasi Uji T metode Dekomposisi pada Tabel 11, Tabel 12, Tabel 13, dan Tabel 14 di atas, diperoleh hasil bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata antara data aktual dengan hasil *forecasting* sehingga lolos Uji T. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa hasil pada metode *forecasting* Dekomposisi pada material KWH meter, MCB 4A, MCB 6A, dan MCB 10A valid.

Kesimpulan

Berikut ini merupakan kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian yang telah dilakukan:

- Pada material KWH meter, MCB 4A, MCB 6A, dan MCB 10A, didapatkan bahwa metode Dekomposisi Multiplikatif memiliki nilai *error* terkecil pada metode *error* yang digunakan yaitu MAPE, MAD, dan MSD. Pada metode *Moving Range*, penggunaan metode Dekomposisi Multiplikatif pada material KWH meter, MCB 4A, MCB 6A, dan MCB 10A tidak lolos uji. Terdapat satu hingga dua titik yang berada di luar batas kendali UCL dan LCL. Oleh karena itu, perlu dilakukan Uji T. Pada Uji T, penggunaan metode Dekomposisi Multiplikatif pada material KWH meter, MCB 4A, MCB 6A, dan MCB 10A lolos uji karena nilai t hitung berada dalam batas tabel. Sehingga, didapatkan bahwa metode Dekomposisi Multiplikatif merupakan metode *forecasting* yang tepat dan diusulkan untuk peramalan material KWH meter, MCB 4A, MCB 6A, dan MCB 10A pada tahun 2023.
- Hasil peramalan material listrik KWH meter, MCB 4A, MCB 6A, dan MCB 10A berdasarkan metode terpilih yaitu Dekomposisi Multiplikatif dapat membantu PT PLN UP3 Semarang untuk mendapatkan gambaran serta dapat menjadi dasar pengambilan keputusan terkait seberapa banyak pengadaan material yang diperlukan untuk 12 periode pada tahun 2023. Jika peramalan menunjukkan peningkatan kebutuhan material, PT PLN UP3 Semarang mungkin perlu meningkatkan persediaan untuk menghindari kekurangan material. Sebaliknya, jika peramalan menunjukkan penurunan kebutuhan material, PT PLN UP3 Semarang dapat mengurangi persediaan agar tidak mengalami kelebihan stok.
- Pembuatan alat bantu perhitungan *forecasting* menggunakan *software* Excel yang dilengkapi fitur Macro diharapkan dapat membantu pihak PT PLN UP3 Semarang untuk melakukan peramalan pengadaan material listrik pada tahun 2023. Peramalan untuk tahun-tahun berikutnya juga dapat dilakukan menggunakan *software* Excel tersebut karena memiliki fitur yang fleksibel dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan peramalan PT PLN UP3 Semarang.

Daftar Pustaka

- Ashari. (2013). Penerapan metode *time series* dalam simulasi *forecasting* perkembangan akademik mahasiswa. AKBA.
- Chen, Shum, & Levi (2012). Stable and Coordinating Contracts for a Supply Chain with Multiple Risk-Averse Suppliers. To Appear in Production and Operations Management.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Supply Chain Management : Strategy, Planning, and Operation*. New Jersey: Pearson Education, Inc.

- Didik, E. (2018). Mengukur Error dalam Forecasting. Retrieved from sis.binus.ac.id: <https://sis.binus.ac.id/2018/12/18/mengukur-error-dalam-forecasting/>
- Esmaeilian, Sarkis, Lewis, & Behdad (2020). Blockchain for the future of sustainable supply chain management in Industry 4.0. *Resources, Conservation and Recycling*, 163, 105064.
- Hartini, S. (2011). *Teknik Mencapai Produksi Optimal*. Bandung: CV Lubuk Agung.
- Haudi, Rahadjeng, Santamoko, Putra, Purwoko, Nurjannah, & Purwanto (2022). The role of e-marketing and e-CRM on e-loyalty of Indonesian companies during Covid pandemic and digital era. *Uncertain Supply Chain Management*, 10(1), 217-224.
- Ishak, A. (2010). *Manajemen Operasi*. Yogyakarta: PT Graha Ilmu.
- Jaqin, C., & Santa, H. (2022). PROSES PRODUKSI DAN PERAMALAN JUMLAH PRODUKSI DI DEPARTEMEN TWO PIECE CANPADA PT UNITED CAN CO. Ltd. *Jurnal Ilmiah PASTI Volume VI Edisi 1*.
- Kushartini, D., & Almahdy, I. (2013). Sistem Persediaan Bahan Baku Produk Dispersant di Industri Kimia. *PASTI*.
- Lusiana, A., & Yuliarty, P. (2020). PENERAPAN METODE PERAMALAN (FORECASTING) PADA PERMINTAAN ATAP di PT X. *Jurnal Teknik Industri ITN Malang*.
- Nasution, Hakim, & Prasetyawan. (2008). Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Pradistya, R. M., & Nursyafitri, G. D. (2021). *Data Analisis di Excel dengan Exponential Smoothing*. Retrieved from dqlab.id: <https://dqlab.id/data-analisis-excel-dengan-exponential-smoothing>
- Sagita, I. O. (2022). www.anakteknik.co.id. Retrieved from https://www.anakteknik.co.id/ish_sagita/articles/bagaimana-cara-kerja-mcb-beserta-fungsinya-di-instalasi-listrik.
- Sentosa, B. A. (2020). Retrieved from badjaabadisentosa.com: <https://badjaabadisentosa.com/fungsi-kwh-meter-dan-prinsip-kerjanya/detail>
- Seto, Nita, & Triana. (2016). Manajemen Farmasi : Lingkungan Apotek, Farmasi Rumah Sakit, Indutri Farmasi. Retrieved from Pedagang Besar Farmasi: <https://books.google.co.id>.
- Sofyan, D. K. (2013). *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Lhoksemawe NAD: Graha Ilmu.
- Sumangkut, A. (2013). Kinerja *Supply Chain Management* dan Strategi Informasi Pada Pt. Multi Food Manado. *Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 914–920.
- Tersine, J. R. (1994). *Principles of Inventory and Materials Management*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Vikaliana, R., Sofian, Y., Solihati, N., & Dimas Bayu Adji, S. S. (2020). Manajemen Persediaan. Bandung: MEDIA SAINS INDONESIA.
- Yuni, Talakua, & Lesnussa. (2015). PERAMALAN JUMLAH PENGUNJUNG PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS PATTIMURA AMBON MENGGUNAKAN METODE DEKOMPOSISI. *Barekeng : Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 41-50.