

PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN MATERIAL MENGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO DAN EOQ PROBABILISTIK (STUDI KASUS: PT PLN UP3 KEDIRI)

Febrina Dzuldah Yudistira ¹⁾, Aisyah Larasati ²⁾, Rudi Nurdiansyah ³⁾

^{1,2,3)} Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

Email : Febrinadzuldah@gmail.com

Abstrak, Pada data historis permintaan menunjukkan adanya *stockout* pada material utama dalam pelayanan pelanggan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan permintaan material per hari pada bulan Januari–Desember 2023 dengan Simulasi Monte Carlo, menentukan kuantitas pemesanan yang ekonomis, *reorder point* dan *safety stock* menggunakan metode EOQ probabilistik dan membandingkan total biaya persediaan material hasil penelitian dengan kondisi saat ini. Analisis dilakukan dengan dua metode yang mengkombinasikan metode Simulasi Monte Carlo untuk memprediksi jumlah permintaan pelanggan listrik 3 fasa harian di masa yang akan datang dan EOQ Probabilistik untuk menentukan kuantitas pemesanan yang ekonomis, titik pemesanan kembali dan persediaan pengaman. Berdasarkan hasil penelitian dengan metode Simulasi Monte Carlo pada material kWh METER 5-80 A, MCB 16 A, MCB 25 A, CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70 berturut-turut diperoleh 1076 unit, 321 unit, 340 unit, 99.020 meter. Pada analisis EOQ Probabilistik diketahui kuantitas pemesanan yang ekonomis pada kWh METER 5-80 A, MCB 16 A, MCB 25 A, CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70 berturut-turut sejumlah 72 unit, 47 unit, 48 unit 4000 meter. Selanjutnya, pada persediaan pengaman material kWh METER 5-80 A, MCB 16 A, MCB 25 A, CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70 berturut-turut sejumlah 12 unit, 5 unit, 7 unit dan 1518 meter. Serta titik pemesanan kembali material kWh METER 5-80 A, MCB 16 A, MCB 25 A, CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70 berturut-turut sejumlah 73 unit, 54 unit, 53 unit. Pada material kWh METER 5-80 A, MCB 16A, MCB 25A, CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70 penurunan biaya persediaan berturut-turut sebesar Rp9.400.394, Rp117.629, Rp87.462, Rp2.575.183. Total biaya persediaan dan frekuensi pemesanan lebih rendah dibandingkan dengan kebijakan Perusahaan. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat meningkatkan efisiensi operasional dengan mengurangi total biaya persediaan dan meningkatkan layanan bagi pelanggan.

Kata kunci : Pengendalian Persediaan, Simulasi Monte Carlo, Economic Order Quantity Probabilistik

PENDAHULUAN

Permintaan energi terkait instalasi jaringan listrik semakin meningkat sejalan pula dengan kebutuhan material yang terus meningkat. Permintaan yang tidak menentu akibat dari kondisi lapangan yang tidak dapat diprediksi secara pasti menyebabkan ketidakseimbangan antara jumlah material dan pemakaian di lapangan.



Gambar 1. Permintaan Pelanggan 3 Fasa

Gambar 1 menunjukkan permintaan pelayanan pelanggan pasang baru dan perubahan daya pada tahun 2022 yang menunjukkan bahwa permintaan pelayanan pelanggan 3 fasa tidak menentu pada setiap bulannya.

Material utama pada kegiatan pelayanan pelanggan adalah kWh METER 5-80 A, MCB 16 A, MCB 25 A, CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70. Jika material tersebut mengalami *stock out* proses instalasi pelayanan pelanggan akan terhambat. Selama ini perusahaan melakukan pemesanan material didasarkan pada jumlah pelanggan yang masuk pada daftar potensi, ulasan persediaan akhir material serta rata-rata data permintaan pada 3 bulan sebelumnya. Hal ini menyebabkan kurang optimalnya perencanaan dan pengendalian material, sehingga menyebabkan *stockout* pada material tertentu. Kekurangan persediaan material menyebabkan PT PLN UP3 Kediri menunda kesempatan untuk

memperoleh keuntungan penjualan energi (kWh) dan tidak mencapai standar waktu pelayanan. Oleh karena itu, perencanaan dan pengendalian material perlu dilakukan untuk menganalisis kebutuhan material. Model simulasi Monte Carlo merupakan bentuk simulasi probabilistik, dapat digunakan untuk memprediksi serta menyimulasikan permintaan pelanggan listrik 3 fasa di masa yang akan datang.

Kemudian dilanjutkan perhitungan Economic Order Quantity. Permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan terkait adalah berapa banyak material yang harus dipesan dan kapan harus memesan material yang optimal, untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan metode yang dapat memberikan jumlah pemesanan yang optimal (Limansyah and Lesmono 2019). Namun penggunaan metode EOQ dibatasi oleh asumsi yang menganggap semua parameter diketahui secara pasti sedangkan permintaan berfluktuasi dan *lead time* tidak diketahui secara pasti memerlukan pendekatan model probabilistik (Diniaty, dkk.,2020).

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas Penelitian ini bertujuan untuk menentukan permintaan material per hari pada bulan Januari–Desember 2023 dengan Simulasi Monte Carlo, Selain itu, menentukan kuantitas pemesanan yang ekonomis, reorder point dan safety stock menggunakan metode EOQ probabilistik terhadap material dan membandingkan total biaya persediaan material hasil penelitian dengan kondisi saat ini.

METODE

Data yang diperlukan pada penelitian ini berupa data mutasi masuk dan keluar per hari pada periode 2022, biaya persediaan, prosedur melakukan perencanaan dan pengendalian material, prosedur mengatasi kekurangan material, proses pemenuhan permintaan pelanggan saat terjadi *stockout*

material. Langkah pengolahan dan analisis data yang dilakukan sebagai berikut :

- Penentuan jumlah permintaan, distribusi probabilitas, distribusi kumulatif, interval bilangan acak, pembangkitan bilangan acak, dan penentuan hasil Simulasi Monte Carlo.
- Tahapan selanjutnya validasi dan verifikasi hasil simulasi.
- Selanjutnya dilakukan perhitungan akurasi hasil Simulasi Monte Carlo. Adapun dalam menghitung keakurasian hasil Simulasi Monte Carlo dapat menggunakan MAD (Mean Absolute Deviation), MSE (Mean Squared Error), MAPE (Mean Absolute Percent Error).
- Jika hasil simulasi telah valid dan akurat maka dapat dilanjutkan perhitungan EOQ Probabilistik untuk mengetahui kuantitas pemesanan, persediaan pengaman dan titik pemesanan kembali pada persediaan material.
- Selanjutnya dilakukan perhitungan total biaya persediaan material kondisi aktual dengan hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peramalan Permintaan Dengan Simulasi Monte Carlo

Tahap awal dalam metode Simulasi monte Carlo adalah Menetapkan Distribusi Probabilitas, Distribusi Kumulatif, Interval. Interval bilangan acak berperan sebagai pembatas dan acuan dari hasil simulasi berdasarkan bilangan acak yang dihasilkan.

- Material kWh METER 5-80 A

Permintaan material kWh METER 5-80 A pada tahun 2022 terjadi sebanyak 254 hari dengan jumlah 1034 unit dan rata-rata permintaan sejumlah 4 unit. Pada Tabel 1 disajikan distribusi probabilitas dan kumulatif secara keseluruhan pada permintaan harian lainnya.

Tabel 1. Distribusi Probabilitas dan Kumulatif kWh METER 5-80 A

Permintaan Harian (unit/hari)	Frekuensi Permintaan (kali/tahun)	Jumlah Permintaan (unit/tahun)	Distribusi Probabilitas	Distribusi Kumulatif	Interval Bilangan Acak
0	138	0	0,531	0,531	0-531
1	8	8	0,031	0,562	532-562
2	11	22	0,042	0,604	563-604
3	11	33	0,042	0,646	605-646
4	12	48	0,046	0,692	647-692
5	11	55	0,042	0,735	693-735

Permintaan Harian (unit/hari)	Frekuensi Permintaan (kali/tahun)	Jumlah Permintaan (unit/tahun)	Distribusi Probabilitas	Distribusi Kumulatif	Interval Bilangan Acak
6	9	54	0,035	0,769	736-769
7	9	63	0,035	0,804	770-804
8	7	56	0,027	0,831	805-831
9	6	54	0,023	0,854	832-854
10	6	60	0,023	0,877	855-877
11	3	33	0,012	0,888	878-888
12	4	48	0,015	0,904	889-904
13	3	39	0,012	0,915	905-915
14	4	56	0,015	0,931	916-931
15	1	15	0,004	0,935	932-935
16	3	48	0,012	0,946	936-946
17	1	17	0,004	0,950	947-950
18	2	36	0,008	0,958	951-958
19	2	38	0,008	0,965	959-965
20	1	20	0,004	0,969	966-969
22	2	44	0,008	0,977	970-977
23	1	23	0,004	0,981	978-981
26	1	26	0,004	0,985	982-985
30	1	30	0,004	0,988	986-988
32	1	32	0,004	0,992	989-992
33	1	33	0,004	0,996	993-996
43	1	43	0,004	1,000	997-1000
Jumlah	260	1034	1,000		

Pada permintaan variasi 1 unit/hari diketahui frekuensinya sebesar 8 kali dan diketahui bahwa distribusi probabilitasnya sebesar 0,031 atau sebesar 3% juga distribusi kumulatifnya sebesar 0,562 maka intervalnya 532-562 terdiri dari (532, ... , 561, 562) begitu seterusnya.

b. Material MCB 16 A

Permintaan pada material MCB 16 A pada tahun 2022 selama 260 hari dengan jumlah permintaan 307 unit dan rata-rata permintaan sebanyak 1 unit/hari. Pada Tabel 2 disajikan hasil perhitungan dari distribusi probabilitas material MCB 16 A.

Tabel 2. Hasil Distribusi Probabilitas dan Kumulatif MCB 16 A

Permintaan Harian (unit/hari)	Frekuensi Permintaan (kali/tahun)	Jumlah Permintaan (unit/tahun)	Distribusi Probabilitas	Distribusi Kumulatif	Interval Bilangan Acak
0	181	0	0,696	0,696	0-696
1	23	23	0,088	0,785	697-785
2	18	36	0,069	0,854	786-854
3	7	21	0,027	0,881	855-881
4	9	36	0,035	0,915	882-915
5	7	35	0,027	0,942	916-942
6	3	18	0,012	0,954	943-954
7	3	21	0,012	0,965	955-965
8	3	24	0,012	0,977	966-977
9	2	18	0,008	0,985	978-985
10	1	10	0,004	0,988	986-988
13	1	13	0,004	0,992	989-992
22	1	22	0,004	0,996	993-996
30	1	30	0,004	1,000	997-1000
Jumlah	260	307	1,000		

Pada permintaan variasi 1 unit/hari diketahui frekuensinya sebesar 23 kali dan diketahui bahwa distribusi probabilitasnya sebesar 0,088 juga distribusi kumulatifnya sebesar 0,785

maka intervalnya 697 - 785 (terdiri dari 697, 698, 699, ..., 784, 785), begitu seterusnya.

c. Material MCB 25 A

Pada data permintaan diketahui material MCB 25 A pada tahun 2022 selama 260 hari

dengan jumlah permintaan 328 unit dan rata-rata sebanyak 1 unit/hari dan terdapat 11 varian permintaan. Pada Tabel 3 disajikan hasil

perhitungan dari distribusi probabilitas material MCB 25 A.

Tabel 3. Hasil Distribusi Probabilitas dan Kumulatif MCB 25 A

Permintaan Harian (unit/hari)	Frekuensi Permintaan (unit/hari)	Jumlah Permintaan (unit/tahun)	Distribusi Probabilitas	Distribusi Kumulatif	Interval Bilangan Acak
0	165	0	0,635	0,635	0-635
1	33	33	0,127	0,762	636-762
2	18	36	0,069	0,831	763-831
3	18	54	0,069	0,900	832-900
4	11	44	0,042	0,942	901-942
5	6	30	0,023	0,965	943-965
6	4	24	0,015	0,981	966-981
7	2	14	0,008	0,988	982-988
8	1	8	0,004	0,992	989-992
30	1	30	0,004	0,996	993-996
55	1	55	0,004	1,000	996-1000
Jumlah	260	328	1,000		

Pada permintaan variasi 1 unit/hari diketahui frekuensinya sebesar 33 kali dan diketahui bahwa distribusi probabilitasnya sebesar 0,127 juga distribusi kumulatifnya sebesar 0,762 maka intervalnya 636 - 762 (terdiri dari 636, 637, 638, ..., 760, 751), begitu seterusnya.

d. Material CABLE POWER NFA2X-3X70+1X70

Pada data permintaan diketahui bahwa permintaan pada material CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70 pada tahun 2022 sebanyak 260 hari dengan jumlah permintaan sebanyak 94.792 meter dan rata-rata sejumlah 390 meter/hari. Pada Tabel 4 ditunjukkan interval kelas material CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70.

Tabel 4. Hasil Distribusi Probabilitas dan Kumulatif Material CABLE POWER NFA2X-T X70+1X70

Interval Kelas	Nilai Tengah	Frekuensi (kali/tahun)	Distribusi Probabilitas	Distribusi Kumulatif	Interval Bilangan Acak
0-27	14	159	0,612	0,612	0-612
28-748	388	66	0,254	0,865	613-865
749-1469	1109	16	0,062	0,927	866-927
1470-2189	1830	7	0,027	0,954	928-954
2190-2910	2550	3	0,012	0,965	955-965
2911-3631	3271	2	0,008	0,973	966-973
3632-4352	4012	4	0,015	0,988	974-988
4353-5073	4713	1	0,004	0,992	989-992
5074-5794	5434	0	0,000	0,992	993-993
Jumlah		260 meter/tahun			

Pada permintaan interval 28 – 748 dengan nilai tengah sebesar 388 diketahui frekuensinya sebesar 66 kali dan diketahui bahwa distribusi probabilitasnya sebesar 0,272 atau sebesar 27% juga distribusi kumulatifnya sebesar 0,856 maka intervalnya 585 - 856 (terdiri dari 585, 586, 587, ..., 855, 856), begitu seterusnya.

HASIL SIMULASI MONTE CARLO

Pada Tabel 5 pada hari kerja 1 ditunjukkan bilangan acak sebesar 239 yang berada pada interval 0-531 yang dapat dilihat pada Tabel 1 yang pada interval tersebut ditunjukkan permintaan historis sebesar 0,

maka hasil simulasinya adalah 0 unit, begitu seterusnya.

Tabel 5. Hasil Simulasi Permintaan kWh METER 5-80 A

Hari Kerja	Bilangan Acak	Hasil Simulasi Permintaan (unit)
1	239	0
.	.	.
258	840	9
260	569	2
Jumlah		1076
Rata-rata per hari		4

Pada material MCB 16 A, berdasarkan Tabel 6 ditunjukkan pada hari 1 bilangan acak sebesar 306 yang berada pada interval 0-696 yang dapat dilihat pada Tabel 2 yang pada interval tersebut ditunjukkan permintaan historis sebesar 0, maka hasil simulasinya adalah 0 unit, begitu seterusnya.

Tabel 6. Hasil Simulasi Permintaan MCB 16A

Hari Kerja	Bilangan Acak	Hasil Simulasi Permintaan (Unit)
1	306	0
.	.	.
258	243	0
259	865	3
Jumlah		321
Rata-rata per hari		2

Pada material MCB 25 A, berdasarkan Tabel 7 pada hari 1 ditunjukkan bilangan acak sebesar 172 yang berada pada interval 0-635 yang dapat dilihat pada Tabel 3 yang pada interval tersebut ditunjukkan permintaan historis sebesar 0, maka hasil simulasinya adalah 0 unit, begitu seterusnya.

Tabel 7. Hasil Simulasi Permintaan MCB 25 A

Hari Kerja	Bilangan Acak	Hasil Simulasi Permintaan (Unit)
1	172	0
2	112	0
.	.	.
258	219	0
Jumlah		340
Rata-rata per hari		2

Pada material CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70, berdasarkan Tabel 8 ditunjukkan bilangan acak sebesar 593 yang berada pada interval 0-612 yang dapat dilihat pada Tabel 4 yang pada interval tersebut ditunjukkan permintaan historis sebesar 14m, maka hasil simulasinya adalah 14m, begitu seterusnya.

Tabel 8. Hasil Simulasi Permintaan CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70

Hari Kerja	Bilangan Acak	Hasil Simulasi Permintaan (meter)
1	593	14
2	648	388
.	.	.
258	215	14
Jumlah		99.022
Rata-rata per hari		381

Menentukan Nilai Ekspektasi Kekurangan Permintaan yang Tidak Dipenuhi (N)

Perhitungan nilai ekspektasi kekurangan permintaan yang tidak dipenuhi (N) membutuhkan perhitungan dari standar deviasi permintaan (S_d) serta standar deviasi selama lead time (S_L). Berikut ini adalah tahapan dalam menghitung nilai N.

1. Perhitungan standar deviasi Permintaan
 Perhitungan permintaan kWh METER 50-80 A menggunakan rumus dibawah ini.

$$\begin{aligned}
 S_d &= \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n}} \\
 &= \sqrt{\frac{14219}{260}} \\
 &= \sqrt{55} \\
 &= 7,4 \\
 &= 7 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan standar deviasi selama *lead time*

Diketahui bahwa *lead time* pada material kWh METER 5-80A sejumlah 15 hari. Perhitunganya dapat dihitung dengan rumus dibawah ini.

$$\begin{aligned}
 S_L &= S_d \times \sqrt{L} \\
 &= 7 \times \sqrt{\frac{15}{365}} \\
 &= 7 \times 0,20 \\
 &= 2 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

3. Menentukan nilai ekspektasi kekurangan permintaan yang tidak dipenuhi (N).

Perusahaan menetapkan kemungkinan terjadinya

kekurangan persediaan α tidak lebih dari 5% maka dapat diketahui bahwa nilai (Z_α) = 1,65, $f(Z_\alpha)$ = 0,1023 dan $\psi(Z_\alpha)$ = 0,0206. Maka N pada material kWh METER 5-80A dapat dihitung dengan rumus di bawah

$$\begin{aligned}
 N &= S_L [f(Z_\alpha) Z_\alpha \psi(Z_\alpha)] \\
 &= 2 [0,1023 \times 1,65 \times 0,0206] \\
 &= 0,005 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa nilai ekspektasi kekurangan permintaan yang tidak dipenuhi (N) pada material kWh METER 5-80A sebesar 0,005. Hasil Perhitungan nilai N lainnya dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 9. Ekspektasi kekurangan permintaan yang tidak dipenuhi (N)

Nama Material	Nilai Ekspektasi Kekurangan Permintaan Yang Tidak Dipenuhi (N)
MCB 16 A	0,003 unit
MCB 25 A	0,004 unit
CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70	0,60 meter

Pada material MCB 16 A, MCB 25 A dan CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70 nilai ekspektasi kekurangan permintaan yang tidak dipenuhi 0,003; 0,004; 0,60.

Menghitung Ukuran Pemesanan Ekonomis (Q^o)

Pada kWh METER 5-80 A, dalam melakukan perhitungan ukuran pemesanan

yang ekonomis diketahui permintaan hasil simulasi sebesar 1076 unit/tahun; biaya Pesanan (A) sebesar Rp600.000,00/pesanan; Biaya Simpan (H) sebesar Rp250.000,00/unit; N ($\alpha=5\%$) sebesar 0,005 unit; Ongkos Kekurangan (Cu) sebesar Rp650.000,00. Berikut adalah perhitungan (Q^o) pada material kWh METER 5-80 A.

$$Q^o = \sqrt{\frac{2D(A + C_u \times N)}{H}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 1076 (6.000.000. + 650.000 \times 0,005)}{250.000}}$$

$$= 72 \text{ unit/pesanan}$$

Berdasarkan perhitungan nilai Q^o di atas, maka didapatkan kuantitas pemesanan (Q^o) pada material kWh METER 5-80 A sebesar 72 unit.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Kuantitas Pemesanan EOQ Probabilistik

Nama Material	Permintaan (D)	biaya Pesan (A)	Biaya Simpan (H)	Ongkos Kekurangan (Cu)	N ($\alpha=5\%$)	Kuantitas Pemesanan (Q^o)
MCB 16 A	321 unit/tahun	Rp600.000 /pesan	Rp250.000 /unit	Rp650.000 /unit	0,003 unit	47 unit/pesanan
MCB 25 A	340 unit/tahun	Rp85.000 /pesan	Rp25.000 /unit	Rp100.000 /unit	0,004 unit	48 unit/pesanan
CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70	99.022 meter/tahun	Rp300.000 /pesan	Rp5.000 /unit	Rp10.000 /meter	0,60 meter	3481 meter/pesanan yang dibuatkan 4000/pesanan

Hasil Perhitungan Kuantitas Pemesanan EOQ Probabilistik dapat dilihat pada Tabel 11. Hasil Perhitungan kuantitas pemesanan EOQ Probabilistik pada material MCB 16 A sebesar 47 unit/pesanan, pada MCB 25 A sebesar 48 unit/pesanan, pada CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70 sebesar 3481 meter/pesanan yang dibuatkan 4000/pesanan

Menghitung Tingkat Pelayanan (η)

Pada Material kWh METER 5-80 A, dalam melakukan perhitungan tingkat pelayanan, perlu diketahui nilai tingkat permintaan yang permintaan tidak dipenuhi (N) sebesar 0,005; permintaan (D) sebesar 1076 unit/tahun dan *lead time* sebesar 0,041.

$$\eta = 1 - \frac{N}{D \times L}$$

$$= 1 - \frac{0,005}{1076 \times 0,041}$$

$$= 1 - \frac{0,005}{44116}$$

$$= 1 - 0,00000011$$

$$= 0,99$$

$$= 99\%$$

Hasil perhitungan Tingkat Pelayanan (η) pada material lainnya dapat dilihat pada Tabel 12. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui pada material MCB 16 A sebesar 99%, MCB 25 A sebesar 99% dan CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70 sebesar 99%.

Tabel 11. Tingkat Pelayanan Material

Nama Material	Permintaan tidak dipenuhi (N)	Permintaan	lead time	Tingkat Pelayanan (η)
MCB 16 A	0,003	321 (unit/tahun)	0,10	99%
MCB 25 A	0,004	340 (unit/tahun)	0,95	99%
CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70	0,60	99.022 (meter/tahun)	0,035	99%

Sehingga, disimpulkan bahwa perusahaan dapat mencapai tingkat pelayanan yang cukup tinggi yaitu 99%.

Frekuensi Pemesanan

Pada kWh METER 5-80 A diketahui permintaan hasil simulasi sejumlah 1076 unit/tahun dan kuantitas pemesanan yang ekonomis sejumlah 72 unit/pesan. Pada Tabel 13 ditunjukkan perbandingan frekuensi pemesanan hasil simulasi dengan kebijakan perusahaan.

$$I = \frac{D}{Q^o} = \frac{1076}{72} = 15 \text{ kali}$$

Tabel 12. Perbandingan Frekuensi Pemesanan

Nama Material	Hasil Penelitian (Kali)	Perusahaan (Kali)
MCB 16 A	7	9
MCB 25 A	7	11
CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70	24	33

Berdasarkan perhitungan diketahui bahwa frekuensi hasil simulasi lebih rendah dibandingkan kebijakan perusahaan.

Safety Stock

Dengan menggunakan *service level* 95%, maka Z_α sebesar 1,65. Pada kWh METER 5-80 A diketahui nilai standar deviasi permintaan sebesar 7 unit. Berikut ini adalah perhitungan *safety stock* pada material kWh METER 5-80 A. Hasil perhitungan *Safety stock* pada material lainnya dapat dilihat pada Tabel 14.

$$Safety Stock = Z_\alpha \times S_d = 1,65 \times 7 = 12 \text{ unit}$$

Tabel 13. Hasil Perhitungan *Safety Stock*

Nama Material	Z_α	Standar Deviasi	Safety stock
MCB 16 A	1,65	3	5 unit
MCB 25 A	1,65	4	7 unit
CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70	1,65	920	1518 meter

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa pada material MCB 16A, MCB 25 A, dan CABLE POWER berturut-turut dibutuhkan 5 unit, 7 unit, 1518 meter sebagai persediaan pengaman untuk mengantisipasi kekurangan persediaan.

Menghitung Reorder Point

Reorder point digunakan sebagai penanda kapan melakukan pemesanan material ulang pada supplier. Berikut ini adalah perhitungan *reorder point* pada material kWh METER 5-80 A.

$$Reorder Point = (D \times L) + SS = (1064 \times 0,057) + 12 = 73 \text{ unit/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan diketahui bahwa pada material kWh METER 5-80A titik pemesanan kembali sebesar 73 unit artinya perusahaan harus memesan kembali saat material tersisa 73. Hasil Perhitungan *reorder point* pada material lainnya dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 14. Hasil Perhitungan Reorder Point Material

Nama Material	Lead Time	Safety Stock	Reorder Point
MCB 16 A	0,15	5 unit	54 unit
MCB 25 A	0,13	7 unit	53 unit
CABLE POWER NFA2X-T	0,05	1518 meter	6469 meter

Pada material MCB 16 A titik pemesanan kembali sebesar 54. Pada material MCB 25 A titik pemesanan kembali sebesar 53. Pada material CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70 titik pemesanan kembali sebesar 6469 meter.

Menghitung Total Biaya Persediaan

Berikut adalah perhitungan total biaya persediaan pada masing-masing material :

1. kWh METER 5-80 A

Dalam melakukan perhitungan total biaya persediaan perlu diketahui permintaan (D) sebesar 1076 unit/tahun; harga material (P) sebesar Rp. 1.655.000/unit; biaya pemesanan (A) sebesar Rp600.000,00/pesan; Biaya penyimpanan sebesar Rp250.000/unit; Jumlah pemesanan yang ekonomis (Q^o) sebesar 27 unit/pesan; *safety stock* sebesar 12 unit; biaya kekurangan material (C_u) sebesar Rp650.000/unit; Ekspektasi permintaan yang tak terpenuhi (N) sebesar 0,005 unit. Berikut ini

adalah perhitungan total biaya persediaan dengan harga pada material kWh METER 5-80 A. Hasil perhitungan total biaya persediaan pada material lain dapat dilihat pada Tabel 16.

$$\begin{aligned}
 TIC &= D \times P + \frac{A \cdot D}{Q^o} + H \left(\frac{Q^o}{2} + SS \right) + \frac{C_u \cdot D \cdot N}{Q^o} \\
 &= 1076 \times \text{Rp}1.655.000,00 \\
 &\quad + \frac{\text{Rp}600.000,00 \times 1076}{27} \\
 &\quad + \text{Rp}250.000,00 \left(\frac{27}{2} + 12 \right) \\
 &\quad + \frac{\text{Rp}650.000,00 \times 1076 \times 0,005}{27} \\
 &= \text{Rp}1.780.780.000,00 + \text{Rp}23.911.111,11 + \text{Rp}6.375.000,00 \\
 &\quad + \text{Rp}129.518,00 \\
 &= \text{Rp}1.811.195.630,00 / \text{tahun}
 \end{aligned}$$

Tabel 16. Hasil Perhitungan Total Biaya Persediaan Material

Nama Material	Total Biaya Persediaan
MCB 16 A	Rp56.507.080
MCB 25 A	Rp59.519.916
CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70	Rp5.471.375.183

Perbandingan Biaya Kondisi Awal dengan Hasil Penelitian

Hasil perhitungan dengan metode Simulasi Monte Carlo dan EOQ Probabilistik akan dibandingkan dengan kondisi awal perusahaan. Pada Tabel 17 ditunjukkan hasil perhitungan total biaya persediaan dengan harga material serta tanpa harga material. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui total biaya persediaan hasil penelitian lebih rendah dibandingkan dengan kondisi awal.

Tabel 17. Perbandingan Total Biaya Persediaan Material

Nama Material	Tanpa Harga				Dengan Harga			
	Kondisi Awal	Hasil Penelitian	Selisih	Efisiensi (%)	Kondisi Awal	Hasil Penelitian	Selisih	Efisiensi (%)
kWh METER 5-80 A	Rp30.415.629	Rp21.015.236	Rp9.400.394	31%	Rp1.811.195.629	Rp1.801.795.236	Rp9.400.394	0,52%
MCB 16 A	Rp1.412.710	Rp1.295.080	Rp117.629	8%	Rp56.624.710	Rp56.507.080	Rp117.629	0,21%
MCB 25 A	Rp1.467.378	Rp1.379.916	Rp87.462	6%	Rp59.607.378	Rp59.519.916	Rp87.462	0,15%
CABLE POWER	Rp27.740.366	Rp25.165.183	Rp2.575.183	9%	Rp5.473.950	Rp5.471.375.183	Rp2.575.183	0,05%
Jumlah	Rp61.036.084	Rp48.855.416	Rp12.180.667	100 %	Rp7.401.378.084	Rp7.389.197.416	Rp12.180.667	100 %

PEMBAHASAN

Analisis Peramalan Permintaan Dengan Simulasi Monte Carlo

Pada Tabel 5 hingga 8 ditunjukkan hasil simulasi pada masing-masing material. Berdasarkan hasil Simulasi didapatkan permintaan material kWh METER 5-80 A sejumlah 1076 unit dengan rata-rata 4 unit per hari, material MCB 16 A sejumlah 321 unit dengan rata-rata 2 unit per hari, material MCB 25 A sejumlah 340 unit dengan rata-rata 2 unit per hari, material CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70 sejumlah 99.022 dengan rata-rata 381 meter per hari.

Tabel 18. Akurasi Hasil Simulasi Permintaan

Nama Material	Data Aktual	Hasil Simulasi	MAPE
kWh METER 5-80 A	1034 unit/tahun	1076 unit/tahun	50%

Nama Material	Data Aktual	Hasil Simulasi	MAPE
MCB 16 A	307 unit/tahun	321 unit/tahun	30%
MCB 25 A	328 unit/tahun	340 unit/tahun	37%
CABLE POWER	94792 Meter/tahun	99.022 meter/tahun	62%

Pada Tabel 18 ditunjukkan hasil perhitungan MAPE. Berdasarkan kategori MAPE diketahui bahwa nilai akurasi peramalan permintaan termasuk pada kategori layak atau dapat diterima pada kWh METER 5-80 A, MCB 16 A, MCB 25 A dan buruk pada CABLE POWER NFA2X-3X70+1X70.

Analisis Metode Economic Order Quantity Probabilistik

EOQ Probabilistik adalah model pengendalian persediaan yang digunakan saat permintaan dan waktu tunggu tidak pasti (Istiningrum, dkk., 2021). Pada penelitian ini

menggunakan metode Economic Order Quantity Probabilistik.

Pada material kWh METER 5-80 A perhitungan kuantitas pemesanan EOQ Probabilistik sebesar 72 unit/pesan dapat mencapai keseimbangan di antara biaya persediaan sehingga total biaya persediaan menjadi ekonomis. *Safety stock* sebesar 12 unit

serta *reorder point* sebesar 73 unit, yang artinya perusahaan harus melakukan pemesanan kembali saat persediaan tersisa 73 unit dengan *Safety stock* sebesar 12 unit dan memesan sejumlah 72 unit kepada supplier. Pada Tabel 19 ditunjukkan Perbandingan Perhitungan EOQ Probabilistik dan Kebijakan Perusahaan

Tabel 19. Perbandingan perhitungan EOQ Probabilistik dan Kebijakan Perusahaan

Nama Material	Kuantitas Pemesanan		Frekuensi Pemesanan dalam setahun (Kali)		SS (Unit)	ROP (Unit)
	EOQ	Perusahaan	EOQ	Perusahaan		
kWh METER 5-80 A	72 unit	27 unit	15	39	12 unit	73 unit
MCB 16 A	46 unit	30 unit	7	9	6 unit	53 unit
MCB 25 A	46 unit	33 unit	7	11	7 unit	49 unit
CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70	4000 meter	2000 meter	25	33	1394 mter	6361 meter

Perbandingan Total Biaya Persediaan Hasil Penelitian Dan Perusahaan



Gambar 2. Perbandingan Total Biaya Persediaan kWh METER 5-80 A dan CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70.

Pada Gambar 2 ditunjukkan perbandingan biaya material kWh METER 5-80 A dan CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan total penurunan biaya persediaan pada material kWh METER 5-80 A sebesar Rp9.400.394. Penurunan total biaya memberikan efisiensi biaya. Efisiensi biaya tanpa harga material sebesar 31% dan dengan harga material sebesar 0.52% dari total biaya kebijakan kondisi awal.

Pada material CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70 terjadi penurunan biaya persediaan sebesar Rp2.575.183. efisiensi biaya tanpa harga sebesar 9% dan tanpa harga sebesar 0.05% dari total biaya kebijakan kondisi awal.

Pada Gambar 3 ditunjukkan perbandingan biaya material MCB 16 A dan MCB 25 A. Pada material MCB 16 A terjadi

penurunan biaya persediaan sejumlah Rp117.629.



Gambar 3. Perbandingan Total Biaya Persediaan MCB 16 A dan MCB 25 A.

Penurunan total biaya memberikan efisiensi biaya. Efisiensi biaya tanpa harga sebesar 8% dan dengan harga sebesar 0.21% dari total biaya kebijakan kondisi awal.

Pada material MCB 25 A terjadi penurunan biaya persediaan sebesar Rp87.462. Penurunan total biaya memberikan efisiensi biaya. Efisiensi biaya tanpa harga 6% dan tanpa harga sebesar 0.15% dari total biaya kebijakan kondisi awal.

Pada penelitian ini diketahui bahwa metode EOQ Probabilistik dapat menurunkan total biaya persediaan pada masing-masing material. Fenomena ini juga selaras dengan penelitian oleh Oktavia & Sugioko (2022) dimana perusahaan XYZ dapat menghemat biaya hingga menjadi Rp647.226 jika menggunakan metode EOQ Probabilistik.

Penurunan total biaya persediaan dengan Economic Order Quantity Probabilistik dapat memberikan efisiensi operasional pada manajemen persediaan yang meningkatkan

profitabilitas bagi perusahaan yang ditandai dengan penurunan total biaya persediaan. Selain itu, kuantitas pemesanan EOQ Probabilistik dapat mengurangi risiko *overstock* dan persediaan tersedia dalam jumlah yang cukup.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan berikut merupakan kesimpulan yang dapat diambil.

1. Berdasarkan hasil Simulasi Monte Carlo diketahui permintaan dan rata-rata per hari pada material kWh METER 5-80 A, MCB 16 A, MCB 25 A, CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70 berturut-turut sebesar 1076 unit/tahun dan 4 unit/hari, 321/tahun dan 2 unit/hari, 340 unit/tahun dan 2 unit/hari, 99.022 meter/tahun dan 381 meter/hari.
2. Dengan metode EOQ Probabilistik diketahui kuantitas pemesanan yang ekonomis material kWh METER 5-80 A adalah 72 unit; *reorder point* 73 unit dan *safety stock* 12 unit. Pada MCB 16 A kuantitas pemesanan yang ekonomis adalah 47 unit; *reorder point* 54 unit dan *safety stock* 5 unit. Pada material MCB 25 A diketahui kuantitas pemesanan yang ekonomis adalah 48 unit; *reorder point* sebesar 53 unit dan *safety stock* sebesar 7 unit. Pada CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70 diketahui kuantitas pemesanan yang ekonomis adalah 4000 meter; *reorder point* sebesar 6469 meter dan *safety stock* sebesar 1518 meter.
3. Perhitungan total biaya persediaan dilakukan dengan menggunakan metode Simulasi Monte Carlo dan EOQ Probabilistik pada material kWh METER 5-80 dengan penurunan biaya persediaan

sebesar Rp9.400.394; pada MCB 16 A dengan penurunan biaya persediaan sebesar Rp117.629; pada material MCB 25 A dengan penurunan biaya persediaan sebesar Rp87.462; pada material CABLE POWER NFA2X-T 3X70+1X70 dengan penurunan biaya persediaan sebesar Rp2.575.183. Total Penurunan total biaya persediaan hasil penelitian pada seluruh material sejumlah Rp12.180.667,79.

DAFTAR PUSTAKA

- Diniaty, Dewi. 2020. "Pengendalian Persediaan Barang Dagang Menggunakan Model Probabilistik (Studi Kasus: Toko XYZ) Merchandise Inventory Control Using Probabilistic Model (Case Study: XYZ Store)." *Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri* 18(1):87. doi: 10.24014/sitekin.v18i1.9809.
- Istiningrum Mau, Andian Ari, Laily Maudy Munandar, and _ Sono. 2021. "Reducing Spare Part Inventory Cost with Shortage Elimination through Probabilistic Economic Order Quantity." *Kinerja* 25(2):179–91. doi: 10.24002/kinerja.v25i2.4371.
- Limansyah, Taufik, and Dharma Lesmono. 2019. "Probabilistic Inventory Model with Expiration Date and All-Units Discount." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 546(5). doi: 10.1088/1757-899X/546/5/052042.
- Oktavia, Nurike, Rapni Nasution, and Wahyuni Amalia. 2022. "Penentuan Level Optimum Persediaan Spare Parts Di PT. XYZ Menggunakan Minimum Maximum Stock Level (MMSL)." *Tekinfo: Jurnal Ilmiah Teknik Industri Dan Informatika* 11(1):42–54. doi: 10.31001/tekinfo.v11i1.1686