

# Sistem Pengendalian Persediaan Bahan Bakar Solar Dengan Simulasi *Monte Carlo* Di PT. Willy Dwi Perkasa

*Diesel Fuel Inventory Control System with Monte Carlo Simulation at PT. Willy Dwi Perkasa*

**Margareta Marisa Magdalena Manurung<sup>a,1</sup>, Yuli Setiawannie<sup>b,2</sup>**

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Potensi Utama, Jl. K.L. Yos Sudarso KM 6.5 Tj.Mulia, Medan, 20241, Indonesia  
marisamanurung764@gmail.com<sup>1</sup>, setiawannie79@gmail.com<sup>2</sup>

## ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di PT. Willy Dwi Perkasa merupakan salah satunya agen resmi dari PT. Pertamina Patra Niaga yang mengelola dan menyalurkan bahan bakar solar ke perusahaan-perusahaan besar yang membutuhkan bahan bakar tersebut. Metode yang digunakan penelitian ini adalah metode Monte Carlo. Metode Monte Carlo diterapkan untuk memprediksi permintaan bahan bakar solar berdasarkan data historis. Simulasi ini menggunakan distribusi probabilitas dan angka acak untuk menghasilkan skenario yang memungkinkan. Hasil simulasi Monte Carlo menunjukkan bahwa permintaan bahan bakar bervariasi secara acak dengan kisaran antara 400 hingga 800 liter per iterasi. Dengan model ini, perusahaan dapat memperkirakan kebutuhan bahan bakar lebih akurat berdasarkan probabilitas, sehingga pengelolaan persediaan dapat direncanakan lebih baik untuk menghindari kekurangan stok. Probabilitas kumulatif menunjukkan bahwa kemungkinan permintaan bahan bakar berada dalam rentang 0-100 liter sebesar 17,39%, sementara probabilitas mencapai 91,31% untuk kebutuhan yang tidak melebihi 700 liter. Hal ini menandakan bahwa sistem pengendalian bahan bakar perlu disesuaikan agar dapat mengantisipasi permintaan tinggi dan menghindari risiko kehabisan stok. Permintaan bahan bakar harian berkisar antara 114 hingga 761 liter, dengan rata-rata 533,57 liter dan standar deviasi 178,57 liter. Sebagian besar permintaan berada dalam rentang 493 hingga 650 liter per hari, namun tetap terdapat kemungkinan variasi ekstrem. Biaya pembelian bahan bakar harian berkisar antara Rp 1,3 juta hingga Rp 8,8 juta, dengan rata-rata Rp 6,18 juta dan standar deviasi Rp 2,07 juta. Sebagian besar biaya harian berada dalam kisaran Rp 5,7 juta hingga Rp 7,5 juta. Model simulasi Monte Carlo dinyatakan valid karena hasil simulasi menunjukkan pola yang sesuai dengan data historis. Rata-rata permintaan dari simulasi sebesar 540,87 liter mendekati rata-rata historis, dengan standar deviasi yang rendah, menunjukkan kestabilan dalam fluktuasi permintaan. Dengan penerapan model simulasi yang akurat, perusahaan dapat mengoptimalkan sistem pengendalian bahan bakar solar untuk mengurangi risiko kehabisan stok serta memastikan ketersediaan bahan bakar dalam berbagai kondisi operasional.

**Kata Kunci:** Pengendalian Persediaan, Simulasi Monte Carlo, Bahan Bakar Solar, PT. Willy Dwi Perkasa.

## ABSTRACT

This research was conducted at PT Willy Dwi Perkasa, one of the official agents of PT Pertamina Patra Niaga, which manages and distributes diesel fuel to large companies that require such fuel. The method used in this study is the Monte Carlo method. The Monte Carlo method was applied to predict diesel fuel demand based on historical data. This simulation uses probability distributions and random numbers to generate possible scenarios. The Monte Carlo simulation results show that fuel demand varies randomly, ranging between 400 and 800 liters per iteration. With this model, the company can estimate fuel requirements more accurately based on probability, allowing for better inventory management planning to avoid stock shortages. The cumulative probability analysis indicates that the likelihood of fuel demand being within the range of 0–100 liters is 17.39%, while the probability reaches 91.31% for demand not exceeding 700 liters. This suggests that the fuel control system needs to be adjusted to anticipate high demand and avoid the risk of stockouts. Daily fuel demand ranges from 114 to 761 liters, with an average of 533.57 liters and a standard deviation of 178.57 liters. Most of the demand falls within the range of 493 to 650 liters per day, although extreme variations may still occur. Daily fuel purchase costs range from IDR 1.3 million to IDR 8.8 million, with an average of IDR 6.18 million and a standard deviation of IDR 2.07 million. Most daily costs fall within the range of IDR 5.7 million to IDR 7.5 million. The Monte Carlo simulation model is declared valid, as the simulation results show patterns consistent with historical data. The average simulated demand of 540.87 liters is close to the historical average, with a low standard deviation, indicating stability in demand.

---

*fluctuations. By implementing an accurate Monte Carlo simulation model, the company can optimize its diesel fuel control system to reduce the risk of stockouts and ensure fuel availability under various operational conditions.*

*Keywords : Raw material, MRP, CV Tino Mebel*

---

*Disubmit: 10 Juni 2025*

*Info Artikel :  
Direview: 13 Juli 2025*

*Diterima : 02 Agustus 2025*

---

*Copyright © 2025 – Journal UPU . All rights reserved.*

---

## 1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi saat ini persediaan bahan baku sangatlah penting bagi suatu perusahaan manufaktur agar tidak terjadinya penumpukan bahan baku yang dapat menimbulkan kerugian perusahaan dan kekurangan stock yang mengakibatkan kebutuhan konsumen tidak terpenuhi. Oleh sebab itu, setiap pelaku bisnis harus memiliki pengendalian persediaan bahan baku karena mempengaruhi suatu aliran proses produksi yang optimal. Jenis persediaan bahan baku dapat dibedakan menjadi lima yaitu persediaan bahan mentah, persediaan komponen-komponen rakitan, persediaan bahan pembantu, persediaan barang dalam proses, dan persediaan barang jadi. Untuk melaksanakan pengendalian persediaan bahan baku yang dapat diandalkan dan terpercaya, maka perusahaan harus memperhatikan beberapa faktor yaitu perkiraan pemakaian bahan baku, harga bahan baku, biaya persediaan, dan waktu menunggu pemesanan. Jika pengelolaan persediaan bahan baku tidak dilaksanakan dengan baik maka akan terjadi pemborosan biaya persediaan bahan baku pada saat melakukan pemesanan bahan baku kepada supplier. Penelitian ini dilakukan di PT. Willy Dwi Perkasa merupakan salah satunya agen resmi dari PT. Pertamina Patra Niaga yang mengelola dan menyalurkan bahan bakar solar ke perusahaan-perusahaan besar yang membutuhkan bahan bakar tersebut. Pengendalian persediaan adalah aspek penting dalam manajemen rantai pasokan karena berkaitan dengan pemeliharaan tingkat persediaan yang optimal untuk memenuhi permintaan pelanggan sambil meminimalkan biaya.

Simulasi *Monte Carlo* adalah metode statistik yang digunakan untuk memecahkan masalah dengan mengandalkan pengulangan acak dan analisis probabilistik. Dalam konteks pengendalian bahan bakar solar, simulasi *Monte Carlo* dapat membantu mengatasi tantangan dalam perencanaan dan pengelolaan persediaan, fluktuasi harga, dan ketidakpastian permintaan yang sering terjadi di sektor energi dan transportasi[1].

Dalam mengembangkan penelitian mengenai analisis pengendalian bahan bakar solar dengan simulasi *Monte Carlo*, terdapat beberapa studi yang menjadi acuan penting. Sistem pengendalian persediaan bahan bakar minyak solar dengan *Simulasi Monte Carlo* oleh M. Hudori. Artikel ini mengkaji penggunaan simulasi *Monte Carlo* untuk mengendalikan persediaan bahan bakar minyak solar pada perusahaan perkebunan kelapa sawit. Dengan menerapkan simulasi *Monte Carlo*, penelitian ini mampu memodelkan ketidakpastian dalam permintaan dan pasokan, sehingga membantu dalam pengambilan keputusan terkait pengadaan dan penyimpanan bahan bakar[2].

Analisis manajemen persediaan dengan peramalan bahan bakar minyak pada pabrik PT. TH Indo Plantations POM Nyato dengan Menggunakan metode simulasi *Monte Carlo* oleh Hamdiyani, dimana penelitian ini fokus pada penerapan metode simulasi *Monte Carlo* untuk peramalan kebutuhan bahan bakar minyak pada pabrik kelapa sawit PT. TH Indo Plantations POM Nyato. Dengan menggunakan simulasi acak, penelitian ini dapat memproyeksikan kebutuhan bahan bakar di masa mendatang, sehingga memungkinkan perusahaan untuk melakukan perencanaan persediaan yang lebih baik dan mengurangi risiko kekurangan stok[3].

Kedua artikel tersebut menunjukkan bahwa simulasi *Monte Carlo* efektif dalam mengatasi ketidakpastian dalam pengelolaan persediaan bahan bakar. Metode ini memungkinkan perusahaan untuk membuat perencanaan yang lebih akurat dan responsif terhadap variabilitas permintaan dan pasokan.

Berdasarkan temuan dari penelitian-penelitian tersebut, penulis tertarik untuk mengeksplorasi lebih lanjut penerapan simulasi *Monte Carlo* dalam pengendalian bahan bakar solar. Hal ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar dan

mengembangkan model prediksi yang dapat membantu dalam pengelolaan persediaan yang lebih efisien. Penelitian akan berfokus pada penerapan simulasi *Monte Carlo* untuk menganalisis dan mengendalikan penggunaan bahan bakar solar, guna meningkatkan efisiensi operasional dan manajemen persediaan di sektor terkait.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Persediaan

Persediaan (*inventory*) adalah *stock* atau simpanan barang-barang yang disimpan perusahaan dalam persediaan yang berhubungan dengan bisnis yang dilakukan[4]. Persediaan merupakan salah satu elemen dari aktiva lancar dalam neraca karena diharapkan persediaan tersebut dapat segera dikonsumsi atau menjadi kas dalam waktu paling lama 12 bulan[5].

Pengendalian persediaan merupakan salah satu aspek penting dalam manajemen operasional suatu perusahaan, termasuk perusahaan yang bergerak di bidang distribusi bahan bakar solar. Ini menjadi fokus utama bagi manajemen perusahaan untuk menyusun strategi yang dapat mengendalikan persediaan dan bagaimana mengembangkan strategi tersebut agar dapat memenuhi permintaan bahan bakar solar dan meminimalkan biaya operasional.

### B. Simulasi *Monte Carlo*

Penggunaan simulasi *Monte Carlo* dalam pengendalian bahan bakar solar dapat membantu perusahaan memodelkan berbagai skenario terkait konsumsi bahan bakar, gangguan pasokan, dan perubahan harga pasar. Metode ini memungkinkan perusahaan untuk mengantisipasi risiko kekurangan atau kelebihan stok, sehingga dapat merumuskan strategi pengadaan yang lebih efisien[6].

Simulasi *Monte Carlo* digunakan untuk menganalisis pengendalian bahan bakar solar dengan memperkirakan kebutuhan berdasarkan variabel acak seperti permintaan, pasokan, dan harga. Tahapannya meliputi:

1. Definisi Masalah – Menentukan tujuan simulasi, misalnya optimasi stok bahan bakar.
2. Pengumpulan Data – Mengumpulkan data historis konsumsi, harga, dan faktor eksternal.
3. Identifikasi Variabel Acak – Menentukan faktor yang bersifat tidak pasti, seperti permintaan dan pasokan.
4. Pemilihan Distribusi Probabilitas – Menyesuaikan data dengan distribusi statistik (Normal, Poisson, Eksponensial, dll.). Probabilitas setiap interval dihitung dengan:

$$P_i = \frac{f_i}{n}$$

Dimana :

$P_i$  = Probabilitas kelas ke –  $i$

$f_i$  = Frekuensi kelas ke –  $i$

$n$  = Jumlah total data

5. Pembangkit Bilangan Acak – Menggunakan random number generator untuk mensimulasikan data. menggunakan fungsi random, seperti **RAND()** di Excel, untuk menghasilkan nilai antara 0 dan 1.
6. Simulasi dan Iterasi – Menjalankan ribuan percobaan untuk mendapatkan pola hasil yang stabil.
7. Analisis Hasil – Menentukan rata-rata, variansi, dan keputusan optimal dari hasil simulasi.

8. Validasi dan Implementasi – Membandingkan hasil dengan data aktual dan menerapkannya dalam pengelolaan bahan bakar.

Metode ini membantu mengelola ketidakpastian dalam stok bahan bakar agar lebih efisien dan terhindar dari kekurangan atau kelebihan. Rumus yang diberikan untuk menghitung *Simulasi Monte Carlo*.

$$X_i = (\alpha X_{i-1} + b) \bmod m \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

$X_i$  = bilangan bulat acak ke -i dari deretnya

$X_{i-1}$  = bilangan acak sebelumnya

$a$  = faktor pengali

$b$  = *increment*

$m$  = modulus

$$\varepsilon = \frac{3(s)}{\sqrt{N}} \dots\dots\dots (2.2)$$

Rumus 2.2 digunakan untuk memperkirakan total error dari hasil simulasi berdasarkan simpangan baku S dan jumlah iterasi N.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n}}{n-1}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Rumus 2.3 digunakan untuk menghitung simpangan baku dari data simulasi.

Keterangan :

$x_i$  = nilai rata-rata simulasi ke-i,

$n$  = jumlah data simulasi.

$\varepsilon$  = total error

S= simpangan baku data simulasi

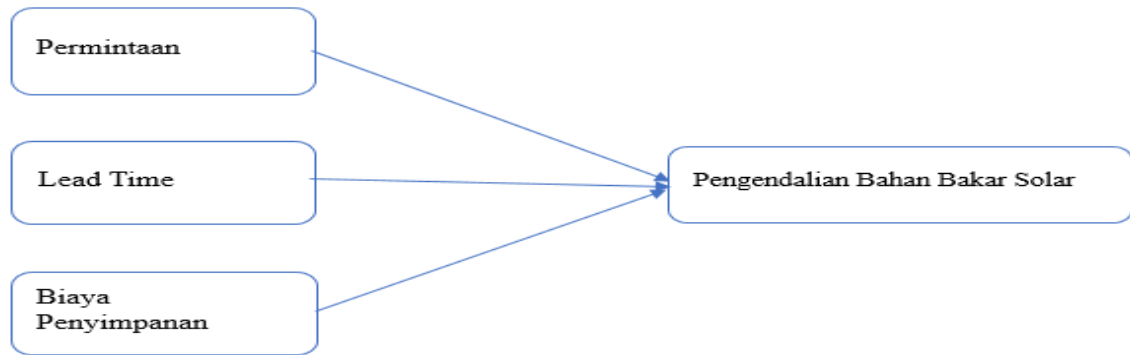
N = jumlah iterasi

$x_i$  = rata - rata simulasi ke – i

$n$  = jumlah data simulasi

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat aplikatif dan eksperimen simulasi. Aplikatif karena tujuannya adalah untuk menerapkan teori dan metode simulasi *Monte Carlo* pada masalah nyata, yaitu pengendalian bahan bakar solar dalam suatu perusahaan atau industri. Eksperimen simulasi dilakukan dengan menjalankan simulasi berkali-kali untuk menghasilkan data yang dapat dianalisis lebih lanjut. Penelitian ini dilakukan PT. Willy Dwi Perkasa di Jl. K.L Yos Sudarso KM. 18, 5 No. 27A, 27B, 27C, Kel. Pekan Labuhan, Kec. Medan Labuhan, Kota Medan, Sumatera Utara 20253. Kerangka konseptual pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 berikut

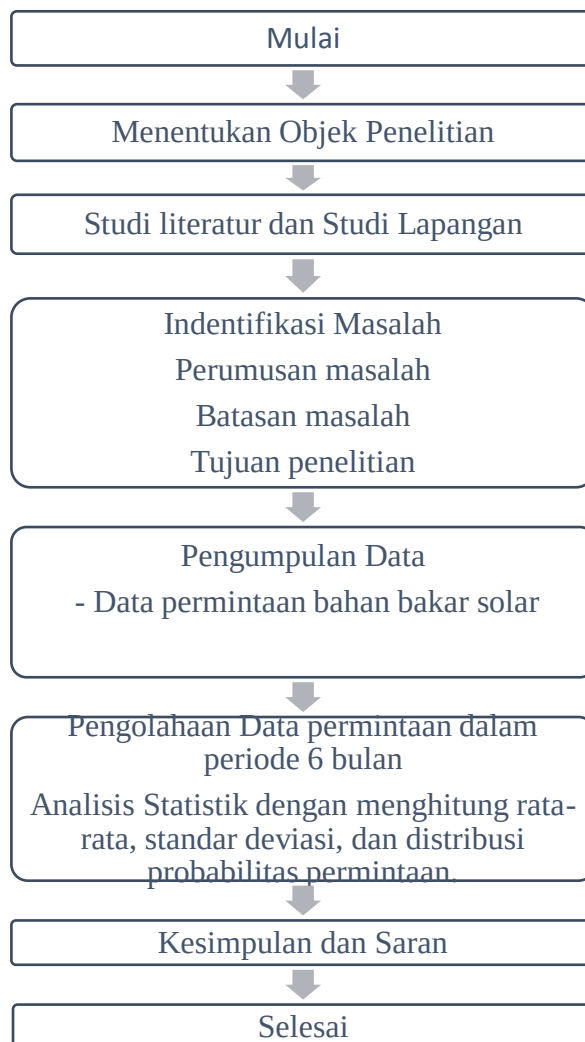


**Gambar 1. Kerangka Konseptual**

Dari gambar 1 di atas, dalam penelitian ini dapat dijelaskan tentang variabel terikat (*dependent*) dan variabel bebas (*independent*). Variabel terikat adalah variabel yang menjadi sebab akibat karena adanya variabel bebas. Sedangkan variabel bebas adalah variabel yang dipengaruhi menjadi sebab perubahannya atau variabel dependen (terikat). Variabel bebas (*independent*) yaitu :

1. Permintaan bahan bakar adalah jumlah bahan bakar solar yang dikonsumsi oleh perusahaan dalam jangka waktu tertentu.
2. *Lead time* adalah waktu yang diperlukan dari pemesanan bahan bakar hingga diterima oleh perusahaan dari pemasok.
3. Biaya penyimpanan adalah biaya yang timbul dari penyimpanan bahan bakar , termasuk biaya perawatan, risiko kerusakan, dan penyusutan nilai.

Tahap-tahap penelitian ini digambarkan dalam diagram alir atau *flowchart* pada gambar 2 berikut.



## Gambar 2. Flowchart Langkah Penelitian

Dari gambar 2 di atas, pengumpulan data dilakukan dengan dua teknik utama, yaitu observasi langsung ke lapangan dan wawancara mendalam dengan staf PT. Willy Dwi Perkasa. Teknik observasi digunakan untuk mengamati secara langsung kondisi dan aktivitas terkait persediaan bahan bakar solar selama tahun 2023, yang memungkinkan peneliti memperoleh data visual dan faktual mengenai jumlah, penempatan, serta distribusi bahan bakar di perusahaan. Selain itu, wawancara dilakukan untuk mendapatkan data yang lebih rinci dan spesifik dari pihak internal perusahaan, khususnya staf yang bertanggung jawab terhadap pengelolaan dan pencatatan persediaan bahan bakar. Dari metode ini, diperoleh informasi terkait jumlah persediaan, *Lead time*, serta biaya penyimpanan bahan bakar selama periode penelitian. Data sekunder dan primer dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Data Sekunder  
Dokumentasi perusahaan data historis persediaan bahan bakar solar pada periode 6 bulan tahun 2023
2. Data Primer, teknik pengumpulan datanya terdiri dari :
  - a. Observasi langsung memperoleh data tentang kondisi sistem pengendalian bahan bakar solar.
  - b. Wawancara dengan staf teknis, manajer, dan operator di PT. Willy Dwi Perkasa yang terlibat dengan sistem pengendalian bahan bakar solar, dengan memperoleh data permintaan bahan bakar solar.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data permintaan bahan bakar solar dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

**Tabel 1. Data Permintaan Bahan Bakar Solar**

| Tanggal | Januari (L) | Februari (L) | Maret (L) | April (L) | Mei (L) | Juni (L) |
|---------|-------------|--------------|-----------|-----------|---------|----------|
| 1       | 391,76      | 590.59       | 460       | 608.24    | 602.35  | 585.88   |
| 2       | 784,71      | 615.29       | 707.06    | 564.71    | 572.94  | 536.47   |
| 3       | 584,71      | 528.24       | 585.88    | 578.82    | 612.94  | 605.88   |
| 4       | 589,41      | 612.94       | 590.59    | 490.59    | 574.12  | 580      |
| 5       | 495,29      | 468.24       | 575.29    | 708.24    | 578.82  | 667.06   |
| 6       | 605,88      | 730.59       | 600       | 580       | 585.88  | 558.82   |
| 7       | 572,94      | 587.06       | 575.29    | 561.18    | 502.35  | 578.82   |
| 8       | 561,18      | 468.24       | 612.94    | 590.59    | 644.71  | 632.94   |
| 9       | 667,06      | 667.06       | 574.12    | 585.88    | 587.06  | 585.88   |
| 10      | 502,35      | 424.71       | 549.41    | 577.65    | 574.12  | 589.41   |
| 11      | 667,06      | 784.71       | 612.94    | 730.59    | 657.65  | 0        |
| 12      | 612,94      | 590.59       | 605.88    | 0         | 0       | 587.06   |
| 13      | 587,06      | 594.12       | 0         | 536.47    | 511.76  | 562.35   |
| 14      | 0           | 0            | 543.53    | 584.71    | 660     | 577.65   |
| 15      | 587.06      | 577.65       | 598.82    | 564.71    | 577.65  | 589.41   |
| 16      | 589.41      | 590.59       | 602.35    | 605.88    | 587.06  | 577.65   |
| 17      | 561.18      | 585.88       | 484.71    | 572.94    | 572.94  | 536.47   |
| 18      | 605.88      | 444.71       | 490.59    | 605.88    | 590.59  | 635.29   |
| 19      | 565.88      | 730.59       | 777.65    | 584.71    | 602.35  | 612.94   |
| 20      | 590.59      | 580          | 578.82    | 585.88    | 584.71  | 545.88   |
| 21      | 575.29      | 612.94       | 562.35    | 580       | 572.94  | 657.65   |

|                        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 22                     | 590.59 | 572.94 | 578.82 | 605.88 | 608.24 | 564.71 |
| 23                     | 572.94 | 602.35 | 562.35 | 584.71 | 536.47 | 584.71 |
| 24                     | 594.12 | 495.29 | 602.35 | 536.47 | 612.94 | 572.94 |
| 25                     | 589.41 | 667.06 | 565.88 | 648.24 | 575.29 | 648.24 |
| 26                     | 565.88 | 549.41 | 632.94 | 667.06 | 667.06 | 0      |
| 27                     | 636.47 | 615.29 | 587.06 | 0      | 0      | 577.65 |
| 28                     | 615.29 | 612.94 | 0      | 549.41 | 535.29 | 605.88 |
| 29                     | 0      | 0      | 575.29 | 602.35 | 602.35 | 589.41 |
| 30                     | 549.41 | 464.71 | 590.59 | 574.12 | 587.06 | 580    |
| 31                     | 0      | 720    | 561.18 | 0      | 589.41 | 0      |
| <b>Total Rata-rata</b> | 529,41 | 551,12 | 546,60 | 534,38 | 550,55 | 533,13 |

Sumber : PT. Willy Dwi Perkasa

Dari tabel 1 di atas, berdasarkan hasil analisis statistik permintaan bahan bakar solar di PT. Willy Dwi Perkasa selama periode Januari hingga Juni, terlihat bahwa rata-rata permintaan bulanan berkisar antara 529,41 liter hingga 551,12. Permintaan tertinggi terjadi pada bulan Februari dengan rata-rata 551,12 liter, sedangkan bulan Januari memiliki rata-rata permintaan terendah sebesar 529,41 liter. Variasi permintaan setiap bulan juga berbeda, yang ditunjukkan oleh standar deviasi. Bulan April memiliki variasi tertinggi dengan standar deviasi 155,83 liter, sementara bulan Mei menunjukkan variasi terendah dengan standar deviasi 116,38 liter.

Hal ini menunjukkan bahwa permintaan bahan bakar di bulan April lebih fluktuatif dibandingkan bulan-bulan lainnya. Beberapa hari dalam periode ini memiliki permintaan bahan bakar yang sangat rendah hingga nol, seperti yang terjadi pada bulan Januari, Februari, Maret, April, Mei, dan Juni. Nilai maksimum permintaan tertinggi tercatat pada bulan Januari dan Februari, yaitu sebesar 784,71 liter, sedangkan nilai maksimum terendah terjadi pada bulan Juni dengan 657,65 liter.

Hasil analisis distribusi statistik permintaan bahan bakar solar dengan rumus standar deviasi perbulan =  $STDEV.S(B2:B32)$  dan untuk rata rata perbulannya =  $AVERAGE(B2:B32)$  → *untuk Januari*; =  $AVERAGE(C2:C32)$  → *untuk Februari* . Distribusi statistik permintaan bahan bakar solar dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

**Tabel 2. Distribusi Statistik Permintaan Bahan Bakar Solar**

| Bulan    | Rata-rata (L) | Standar Deviasi (L) | Nilai Minimum (L) | Nilai Maksimum (L) |
|----------|---------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| Januari  | 529,41        | 153,8               | 0                 | 784,71             |
| Februari | 551,12        | 134,81              | 0                 | 784,71             |
| Maret    | 546,6         | 134,7               | 0                 | 777,65             |
| April    | 534,38        | 155,83              | 0                 | 730,59             |
| Mei      | 550,55        | 116,38              | 0                 | 667,06             |
| Juni     | 533,13        | 152,2               | 0                 | 657,65             |

Berdasarkan tabel 2 di atas, hasil analisis statistik permintaan bahan bakar solar di PT. Willy Dwi Perkasa selama periode Januari hingga Juni, terlihat bahwa rata-rata permintaan bulanan berkisar antara 529,41 liter hingga 551,12 liter. Permintaan tertinggi terjadi pada bulan Februari dengan rata-rata 551,12 liter, sedangkan bulan Januari memiliki rata-rata permintaan terendah sebesar 529,41 liter. Variasi permintaan setiap bulan juga berbeda, yang ditunjukkan oleh standar deviasi. Bulan April memiliki variasi tertinggi dengan standar deviasi 155,83 liter, sementara bulan Mei menunjukkan variasi terendah dengan standar deviasi 116,38 liter. Hal ini menunjukkan bahwa permintaan bahan bakar di bulan April lebih fluktuatif dibandingkan bulan-bulan lainnya.

Beberapa hari dalam periode ini memiliki permintaan bahan bakar yang sangat rendah hingga nol, seperti yang terjadi pada bulan Januari, Februari, Maret, April, Mei, dan Juni. Nilai maksimum permintaan tertinggi tercatat pada bulan Januari dan Februari, yaitu sebesar 784,71 liter, sedangkan nilai maksimum terendah terjadi pada bulan Juni dengan 657,65 liter. Untuk menghitung frekuensi dalam excel menggunakan rumus  $=COUNTIFS(A2:F32, ">=0", A2:F32, "<100")$  → *jumlah data permintaan 0-600 liter*.

Distribusi frekuensi dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

**Tabel 3. Distribusi Frekuensi Berdasarkan Interval Permintaan**

| Interval Permintaan (L) | Frekuensi  |
|-------------------------|------------|
| 0 – 100                 | 15         |
| 100 – 200               | 0          |
| 200 – 300               | 0          |
| 300 – 400               | 1          |
| 400 – 500               | 11         |
| 500 – 600               | 103        |
| 600 - 700               | 47         |
| 700 - 800               | 9          |
| <b>Total</b>            | <b>186</b> |

Dari tabel 3 di atas, hasil analisis distribusi frekuensi kebutuhan bahan bakar solar menunjukkan pola permintaan yang bervariasi sepanjang periode yang dianalisis. Dari total 186 observasi, permintaan bahan bakar solar paling umum berada pada interval 500 hingga 600 liter, dengan frekuensi mencapai 103 hari. Ini mengindikasikan bahwa sebagian besar permintaan harian berada di kisaran ini, yang dapat memberikan petunjuk penting untuk perencanaan pengadaan dan manajemen stok bahan bakar. Sementara itu, interval permintaan di bawah 100 liter mencatat frekuensi tertinggi kedua, yakni 15 hari, menunjukkan bahwa ada juga kebutuhan yang sangat rendah di beberapa hari. Sebaliknya, permintaan pada interval 700 hingga 800 liter tercatat hanya pada 9 hari, yang menandakan bahwa kebutuhan dalam rentang tersebut relatif jarang terjadi. Distribusi probabilitas berdasarkan distribusi frekuensi di atas adalah seperti terlihat pada tabel 4 berikut.

**Tabel 4. Distribusi Probabilitas Dan Kumulatif**

| Interval Permintaan (L) | Frekuensi | Probabilitas (%) | Kumulatif (%) | Interval Permintaan (L) | Frekuensi |
|-------------------------|-----------|------------------|---------------|-------------------------|-----------|
| 0 – 100                 | 15        | 8,06             | 8,06          | 0 - 100                 | 15        |
| 100 – 200               | 0         | 0                | 8,06          | 100 - 200               | 0         |
| 200 – 300               | 0         | 0                | 8,06          | 200 - 300               | 0         |
| 300 – 400               | 1         | 0,54             | 8,6           | 300 - 400               | 1         |
| 400 – 500               | 11        | 5,91             | 14,51         | 400 - 500               | 11        |
| 500 – 600               | 103       | 55,38            | 69,90         | 500 - 600               | 103       |
| 600 – 700               | 47        | 25,27            | 95,16         | 600 - 700               | 47        |

Dari tabel 4 di atas, berdasarkan data permintaan bahan bakar solar yang telah dikumpulkan, dilakukan analisis distribusi probabilitas dan probabilitas kumulatif untuk mengetahui pola permintaan yang terjadi pada PT. Willy Dwi Perkasa. Analisis ini dilakukan dengan mengelompokkan permintaan ke dalam interval tertentu, menghitung frekuensi kejadian, serta menentukan probabilitas dan probabilitas kumulatif dari masing-masing interval. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa permintaan dengan interval 500–600 liter memiliki frekuensi tertinggi, yaitu sebanyak 103 kali, yang setara dengan 55,38% dari total keseluruhan data. Hal ini menunjukkan bahwa lebih dari separuh kebutuhan harian bahan bakar berada dalam rentang tersebut. Sementara itu, interval 600–700 liter memiliki frekuensi sebanyak 47 kali atau sebesar 25,27%, dan interval 400–500 liter sebanyak 11 kali atau 5,91%.

Interval permintaan lainnya, seperti 0–100 liter, memiliki probabilitas sebesar 8,06%, sedangkan permintaan ekstrim seperti 700–800 liter hanya terjadi sebanyak 9 kali, atau sekitar 4,84% dari keseluruhan data. Interval dengan frekuensi nol (100–200 dan 200–300 liter) menunjukkan bahwa tidak terdapat permintaan pada rentang tersebut selama periode pengamatan. Selain itu, dari kolom probabilitas kumulatif, diketahui bahwa sekitar 95,16% dari total permintaan berada di bawah 700 liter, yang mengindikasikan bahwa kebutuhan bahan bakar melebihi jumlah tersebut tergolong jarang terjadi. Nilai kumulatif ini menjadi acuan penting dalam proses simulasi *Monte Carlo*, khususnya dalam pemetaan bilangan acak ke dalam nilai permintaan. Dengan demikian, tabel distribusi probabilitas dan kumulatif ini memberikan gambaran yang jelas mengenai pola dan kecenderungan permintaan bahan bakar solar di perusahaan, dan sangat bermanfaat dalam penentuan jumlah stok harian, batas minimum persediaan, serta pengambilan keputusan pengadaan yang lebih efisien dan tepat sasaran. Probabilitas kumulatif *lead time* dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

**Tabel 5. Probabilitas Kumulatif *Lead Time* Pemesanan**

| Interval Permintaan (L) | Frekuensi | Probabilitas (%) | Probabilitas Kumulatif (%) |
|-------------------------|-----------|------------------|----------------------------|
| 0 – 100                 | 15        | 8,06             | 8,06                       |
| 100 – 200               | 0         | 0                | 8,06                       |
| 200 – 300               | 0         | 0                | 8,06                       |
| 300 – 400               | 1         | 0,54             | 8,6                        |
| 400 – 500               | 11        | 5,91             | 14,51                      |
| 500 – 600               | 103       | 55,38            | 69,90                      |
| 600 – 700               | 47        | 25,27            | 95,16                      |
| 700 – 800               | 9         | 4,9              | 100                        |
| <b>Total</b>            | 186       | 100              | 312,37                     |

Dari tabel 5 di atas, pada interval pertama yaitu 0 – 100 bahwa frekuensi permintaan tercatat sebanyak 15 dengan probabilitas sebesar 8,06%. Artinya, terdapat kemungkinan sebesar 8,06% bahwa permintaan bahan bakar solar akan berada pada rentang 0 hingga 100 unit. Pada interval berikutnya, yaitu 100 - 200, frekuensinya adalah 0, sehingga probabilitas pada interval ini adalah 0%. Ini menunjukkan bahwa tidak ada kejadian permintaan yang tercatat dalam rentang tersebut selama periode observasi. Di interval 200 - 300, frekuensi yang tercatat juga 0, yang berarti tidak ada permintaan yang jatuh dalam rentang ini, dan probabilitasnya tetap 0%. Pada interval 300 - 400, terjadi sedikit peningkatan permintaan dengan frekuensi 1 dan probabilitas 0,54%. Meskipun frekuensinya kecil, probabilitas kumulatif mulai meningkat menjadi 8,6%. Interval 400 - 500 menunjukkan adanya peningkatan permintaan yang signifikan, dengan frekuensi 11 dan probabilitas 5,91%, sehingga probabilitas kumulatif mencapai 14,51%. Pada interval 500 - 600, frekuensi permintaan mencapai 103 dengan probabilitas yang sangat tinggi, yaitu 55,38%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar permintaan bahan bakar solar tercatat dalam rentang ini, dan probabilitas kumulatif naik pesat menjadi 69,90%. Selanjutnya, pada interval 600 - 700, dengan frekuensi permintaan sebanyak 47 dan probabilitas 25,27%, probabilitas kumulatif meningkat menjadi 95,16%. Ini menunjukkan bahwa hampir seluruh permintaan bahan bakar solar tercatat dalam rentang 0 hingga 700 unit. Pada interval 700 - 800, meskipun frekuensi permintaan menurun menjadi 9, probabilitas kumulatif mencapai 100%, menunjukkan bahwa seluruh permintaan yang tercatat berada dalam rentang 0 hingga 800 unit.

Hasil perhitungan simulasi *Monte Carlo* dapat dilihat pada tabel 6.

**Tabel 6. Hasil Simulasi *Monte Carlo***

| Iterasi | Angka Acak | Interval Permintaan (L) | Kebutuhan Bahan Bakar (L) |
|---------|------------|-------------------------|---------------------------|
| 1       | 0,73       | 600 – 700               | 644,71                    |
| 2       | 0,92       | 600 – 700               | 644,71                    |
| 3       | 0,75       | 600 – 700               | 644,71                    |
| 4       | 0,87       | 600 – 700               | 644,71                    |
| 5       | 0,47       | 500 – 600               | 575,29                    |

|    |      |           |        |
|----|------|-----------|--------|
| 6  | 0,03 | 0 – 100   | 100    |
| 7  | 0,77 | 600 – 700 | 644,71 |
| 8  | 0,14 | 400 – 500 | 468,24 |
| 9  | 0,99 | 700 – 800 | 784,71 |
| 10 | 0,34 | 500 – 600 | 575,29 |

Dari tabel 6 di atas, menunjukkan hasil simulasi *Monte Carlo* yang digunakan untuk menghitung kebutuhan bahan bakar berdasarkan angka acak yang dihasilkan pada setiap iterasi. Simulasi ini dilakukan untuk memodelkan ketidakpastian permintaan bahan bakar. Kolom pertama, *Iterasi*, menunjukkan urutan simulasi. Kolom kedua, Angka Acak, mencatat angka acak yang digunakan untuk menentukan interval permintaan bahan bakar. Kolom ketiga, Interval Permintaan (L), menunjukkan rentang volume permintaan bahan bakar yang dipilih berdasarkan angka acak. Kolom terakhir, Kebutuhan Bahan Bakar (L), adalah jumlah bahan bakar yang dihitung berdasarkan interval permintaan yang terpilih, yang dihitung sebagai nilai tengah dari interval tersebut. Sebagai contoh, pada iterasi pertama, angka acak 0,73 menghasilkan interval permintaan 600-700 liter, sehingga kebutuhan bahan bakar yang dihitung adalah 644,71 liter.

Simulasi ini mencerminkan variasi kebutuhan bahan bakar yang dipengaruhi oleh fluktuasi permintaan, memberikan gambaran lebih akurat tentang stok yang diperlukan. Data historis dan simulasi permintaan bahan bakar solar dapat dilihat pada tabel 7 berikut.

**Tabel 7. Data Historis dan Simulasi Permintaan Bahan Bakar Solar**

| Bulan    | Permintaan Historis (L) | Simulasi Permintaan (L) |
|----------|-------------------------|-------------------------|
| Januari  | 529,41                  | 575,29                  |
| Februari | 551,12                  | 612,94                  |
| Maret    | 546,6                   | 578,82                  |
| April    | 534,38                  | 707,06                  |
| Mei      | 550,55                  | 468,24                  |
| Juni     | 533,13                  | 644,71                  |

Berdasarkan tabel 7 di atas, menunjukkan bahwa data permintaan bahan bakar solar di PT. Willy Dwi Perkasa. Permintaan untuk setiap bulan dari Januari hingga Juni. Permintaan historis mencerminkan jumlah permintaan bahan bakar solar yang tercatat pada bulan-bulan sebelumnya, yang digunakan sebagai dasar untuk menganalisis pola permintaan di masa depan. Nilai angka acak digunakan dalam simulasi Monte Carlo untuk memperkenalkan ketidakpastian dalam permintaan, yang menggambarkan *fluktuasi* permintaan yang tidak dapat diprediksi secara pasti. Dalam simulasi ini, angka acak yang diberikan dikalikan dengan *deviasi standar* dari Permintaan historis untuk menghitung simulasi permintaan. Nilai simulasi permintaan yang dihasilkan memperkirakan berapa banyak bahan bakar solar yang akan dibutuhkan di masa depan, dengan mempertimbangkan ketidakpastian yang ada. Sebagai contoh, pada bulan Januari, permintaan historis menunjukkan permintaan sebesar 529,41 liter, dan dengan angka acak 0,05, simulasi permintaan disimulasikan menjadi 644,71 liter.

Demikian pula, simulasi ini diterapkan pada bulan-bulan lainnya, memberikan gambaran yang lebih realistis mengenai fluktuasi permintaan yang dapat terjadi, dan membantu dalam pengendalian persediaan bahan bakar solar di perusahaan. *Mean* dan standar deviasi permintaan dapat dilihat pada tabel 8 berikut.

**Tabel 8. Mean dan Standar Deviasi Permintaan**

| Statistik       | Nilai (L) |
|-----------------|-----------|
| <i>Mean</i>     | 540,87    |
| Standar Deviasi | 8,8       |

Berdasarkan tabel 8 di atas, analisis terhadap data permintaan bahan bakar solar di PT. Willy Dwi Perkasa, diperoleh nilai rata-rata (*mean*) permintaan sebesar 540,87 L. Nilai ini mencerminkan kebutuhan bahan bakar solar secara keseluruhan selama enam bulan terakhir.

Selain itu, standar deviasi yang diperoleh sebesar 8,80 L menunjukkan tingkat variasi atau penyebaran dari data permintaan. Nilai standar deviasi yang relatif rendah ini menunjukkan bahwa permintaan bahan bakar solar cenderung stabil dan tidak mengalami fluktuasi yang signifikan. Dengan memahami nilai mean dan standar deviasi ini, perusahaan dapat lebih baik dalam merencanakan persediaan dan mengelola risiko terkait permintaan bahan bakar solar. Setelah dibangun model simulasi sesuai keadaan nyatanya, dilakukan validasi untuk menyakinkan bahwa model yang dibuat sesuai dengan keadaan nyatanya. Hasil dari model yang dibuat dinyatakan valid. Kemudian dilakukan *inventory valuation* (penilaian persediaan). Metode ini digunakan untuk menetapkan nilai persediaan *inventory* (persediaan bahan bakar solar) pada akhir periode. *Stock card* pada persediaan terlihat pada tabel 9 berikut.

**Tabel 9. Stock Card Bahan Bakar Solar**

| Tanggal    | Keterangan         | Masuk (L) | Keluar (L) | Saldo (L) |
|------------|--------------------|-----------|------------|-----------|
| 1/1/2024   | Saldo Awal         |           |            | 1000      |
| 1/1/2024   | Penerimaan Bulanan | 529,41    |            | 1529,41   |
| 1/2/2024   | Penerimaan Bulanan | 551,12    |            | 2080,53   |
| 1/3/2024   | Penerimaan Bulanan | 546,6     |            | 2627,13   |
| 1/4/2024   | Penerimaan Bulanan | 534,38    |            | 3161,51   |
| 1/5/2024   | Penerimaan Bulanan | 550,55    |            | 3712,06   |
| 1/6/2024   | Penerimaan Bulanan | 533,13    |            | 4245,19   |
| 5/1/2024   | Penggunaan         |           | 400        | 3845,19   |
| 10/1/2024  | Penggunaan         |           | 500        | 3345,19   |
| 15/01/2024 | Penggunaan         |           | 600        | 2745,19   |
| 20/01/2024 | Penggunaan         |           | 300        | 2445,19   |
| 25/01/2024 | Penggunaan         |           | 500        | 1945,19   |
| 30/01/2024 | Penggunaan         |           | 600        | 1345,19   |
| 5/2/2024   | Penggunaan         |           | 300        | 1045,19   |
| 10/2/2024  | Penggunaan         |           | 400        | 645,19    |
| 15/02/2024 | Penggunaan         |           | 500        | 145,19    |
| 20/02/2024 | Penggunaan         |           | 145,19     | 0         |
| 1/3/2024   | Penerimaan Bulanan | 546,6     |            | 54,6      |
| 5/3/2024   | Penerimaan Bulanan | 550,55    |            | 109,15    |
| 10/3/2024  | Penggunaan         |           | 400        | 697,15    |
| 15/03/2024 | Penggunaan         |           | 300        | 397,15    |
| 20/03/2024 | Penggunaan         |           | 397,15     | 0         |
| 1/4/2024   | Penerimaan Bulanan | 534,38    |            | 534,38    |
| 5/4/2024   | Penggunaan         |           | 300        | 234,38    |
| 10/4/2024  | Penggunaan         |           | 200        | 34,38     |
| 15/04/2024 | Penggunaan         |           | 34,38      | 0         |
| 1/5/2024   | Penerimaan Bulanan | 550,55    |            | 550,55    |
| 5/5/2024   | Penggunaan         |           | 200        | 350,55    |
| 10/5/2024  | Penggunaan         |           | 200        | 150,55    |
| 15/05/2024 | Penggunaan         |           | 150,55     | 0         |
| 1/6/2024   | Penerimaan Bulanan | 533,13    |            | 533,13    |

Dari tabel 9 di atas, *stock card* bahan bakar solar di PT. Willy Dwi Perkasa mencatat secara rinci penerimaan dan penggunaan bahan bakar solar dari Januari hingga Juni 2024. Setiap bulan, ada penerimaan bahan bakar yang bervariasi, misalnya pada 1 Januari sebesar 529,41 liter dan pada 1 Juni sebesar 533,13 liter, yang menambah saldo awal perusahaan. Penggunaan bahan bakar tercatat secara periodik dengan jumlah yang bervariasi pula, seperti penggunaan 400 liter pada 5 Januari dan 150,55 liter pada 15 Mei 2024. Melalui pencatatan ini, perusahaan dapat memantau ketersediaan bahan bakar secara efektif, memastikan operasional berjalan dengan lancar. Selain

itu, tabel ini juga membantu untuk mengidentifikasi kapan stok bahan bakar mendekati nol, seperti yang terjadi pada 20 Februari dan 20 Maret 2024, sehingga memudahkan perencanaan penerimaan berikutnya agar tidak terjadi kekurangan bahan bakar. Tabel berikut menyajikan rincian komponen biaya yang digunakan dalam perhitungan simulasi, yang terdiri dari biaya tetap dan biaya variabel per unit. Biaya tetap meliputi sewa gudang, gaji karyawan tetap, biaya administrasi, serta biaya peralatan dan pemeliharaan, dengan total sebesar Rp20.000.000. Sementara itu, biaya variabel per unit mencakup harga bahan bakar solar, biaya distribusi, dan biaya administrasi per transaksi, dengan total sebesar Rp12.500 per liter. Rincian lengkapnya disajikan pada tabel 10 berikut.

**Tabel 10. Biaya Permintaan**

| Jenis Biaya                          | Jumlah (Rp)       |
|--------------------------------------|-------------------|
| <b>Biaya Tetap</b>                   |                   |
| Sewa Gudang                          | 5.000.000         |
| Gaji Karyawan Tetap                  | 10.000.000        |
| Biaya Administrasi                   | 2.000.000         |
| Biaya Peralatan dan Pemeliharaan     | 3.000.000         |
| <b>Total Biaya Tetap</b>             | <b>20.000.000</b> |
| <b>Biaya Variabel per Unit</b>       |                   |
| Harga Bahan Bakar Solar per Liter    | 10.000            |
| Biaya Distribusi per Liter           | 2.000             |
| Biaya Administrasi per Transaksi     | 500               |
| <b>Total Biaya Variabel per Unit</b> | <b>12.500</b>     |

Dan permintaan simulasi dan biaya simulasi dapat dilihat pada tabel 11 berikut.

**Tabel 11. Permintaan simulasi dan Biaya Simulasi**

| Angka Acak     | Permintaan Simulasi      | Biaya Simulasi |
|----------------|--------------------------|----------------|
| 0.12           | 530,53                   | 6.631.626,45   |
| 0.46           | 539,99                   | 6.749.827,29   |
| 0.59           | 542,89                   | 6.785.904,95   |
| 0.14           | 531,37                   | 6.642.039,87   |
| 0.06           | 527,19                   | 6.589.849,91   |
| 0.92           | 553,23                   | 6.915.432,87   |
| 0.98           | 558,94                   | 6.986.787,38   |
| 0.41           | 538,87                   | 6.735.845,05   |
| 0.52           | 541,31                   | 6.766.391,89   |
| 0.5            | 540,87                   | 6.760.875,00   |
| Total Variabel | <b>Rp. 67.564.580,66</b> |                |
| Biaya Tetap    | <b>Rp. 20.000.000,00</b> |                |
| Total Biaya    | <b>Rp. 87.564.580,66</b> |                |

Berdasarkan tabel 11 di atas, hasil simulasi *Monte Carlo* terhadap permintaan bahan bakar solar, diperoleh sepuluh nilai angka acak yang menghasilkan permintaan simulasi dengan kisaran antara 527,19 liter hingga 558,94 liter. Setiap nilai permintaan tersebut dikalikan dengan biaya variabel sebesar Rp12.500 per liter untuk memperoleh total biaya variabel pada masing-masing simulasi. Hasilnya menunjukkan bahwa biaya variabel tertinggi terjadi pada permintaan sebesar 558,94 liter, yaitu sebesar Rp6.986.787,38, dan biaya terendah pada permintaan 527,19 liter sebesar Rp. 6.589.849,91. Total biaya variabel dari seluruh simulasi adalah sebesar Rp. 67.564.580,66. Dengan menambahkan biaya tetap sebesar Rp. 20.000.000,00, maka total biaya simulasi keseluruhan yang dibutuhkan perusahaan untuk memenuhi permintaan bahan bakar berdasarkan hasil simulasi adalah sebesar Rp. 87.564.580,66. Statistik permintaan dapat dilihat pada tabel 12 berikut.

**Tabel 12. Statistik Permintaan**

|          | count | Mean   | std  | Min    | 25%    | 50%    | 75%    | max    |
|----------|-------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>0</b> | 10    | 540,41 | 9,84 | 527,18 | 533,23 | 540,42 | 542,49 | 558,94 |

Berdasarkan tabel 12 di atas, hasil simulasi yang dilakukan sebanyak 10 kali, diperoleh nilai rata-rata (*mean*) permintaan bahan bakar solar sebesar 540,41 liter dengan standar deviasi sebesar 9,84 liter. Nilai minimum permintaan tercatat sebesar 527,18 liter, sedangkan nilai maksimum mencapai 558,94 liter. Kuartil pertama (Q1) berada pada 533,23 liter, median atau kuartil kedua (Q2) sebesar 540,42 liter, dan kuartil ketiga (Q3) sebesar 542,49 liter. Statistik ini menunjukkan bahwa sebagian besar nilai permintaan simulasi berada dalam rentang yang relatif dekat dengan nilai rata-ratanya, yang menandakan variasi permintaan yang tidak terlalu besar. Tabel 14 berikut menyajikan ringkasan statistik dari hasil simulasi *Monte Carlo* yang digunakan untuk mengestimasi biaya bahan bakar solar. Statistik biaya permintaan dapat dilihat pada tabel 13 berikut.

**Tabel 13. Statistik Biaya Permintaan**

|          | count | Mean (Rp)   | Std       | Min (Rp0)   | 25%         | 50%       | 75%         | Max         |
|----------|-------|-------------|-----------|-------------|-------------|-----------|-------------|-------------|
| <b>0</b> | 10    | 6.756.458,8 | 123.041,9 | 6.589.849,9 | 6.665.391,6 | 6.760.875 | 6.832.431,1 | 6.986.787,4 |

Dari tabel 13 di atas, statistik biaya permintaan menyajikan ringkasan hasil perhitungan biaya berdasarkan permintaan simulasi *Monte Carlo*. Dari sepuluh kali simulasi, diperoleh rata-rata (*mean*) biaya permintaan sebesar Rp. 6.756.458,07 dengan standar deviasi sebesar Rp. 123.041,86. Nilai standar deviasi yang relatif kecil menunjukkan bahwa variasi biaya antar simulasi tidak terlalu besar. Biaya terendah yang tercatat sebesar Rp. 6.589.849,91, sedangkan biaya tertinggi mencapai Rp. 6.986.787,38. Kuartil pertama (Q1) berada pada Rp. 6.665.391,60 yang menunjukkan bahwa 25% data berada di bawah nilai tersebut. Median (Q2) sebesar Rp. 6.760.875,00 menandakan bahwa separuh data berada di bawah dan di atas nilai tersebut secara seimbang. Sementara itu, kuartil ketiga (Q3) berada pada Rp. 6.832.431,13, yang berarti 75% data berada di bawah nilai tersebut. Statistik ini memberikan gambaran bahwa sebagian besar biaya permintaan berada dalam kisaran yang cukup konsisten, yang dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan terkait perencanaan dan pengendalian biaya pengadaan bahan bakar solar di perusahaan. Untuk mengetahui besarnya biaya penyimpanan yang ditimbulkan akibat kelebihan stok bahan bakar solar, maka dilakukan simulasi selama 10 hari. Simulasi ini menggunakan data stok tersedia dan permintaan harian yang bervariasi, dan dihitung menggunakan pendekatan sederhana dengan asumsi biaya simpan sebesar Rp. 500 per liter per hari. Biaya penyimpanan dapat dilihat pada tabel 14 berikut.

**Tabel 14. Biaya Penyimpanan**

| Hari ke- | Permintaan (L) | Stok Awal (L) | Stok Akhir (L) | Biaya Simpan per Liter (Rp) | Biaya Penyimpanan (Rp) |
|----------|----------------|---------------|----------------|-----------------------------|------------------------|
| 1        | 644,71         | 1000          | 355.29         | 500                         | 177,645                |
| 2        | 644,71         | 1355,29       | 710.58         | 500                         | 355,290                |
| 3        | 644,71         | 1710,58       | 1065.87        | 500                         | 532,935                |
| 4        | 644,71         | 2065,87       | 1421.16        | 500                         | 710,580                |
| 5        | 575,29         | 2421,16       | 1845.87        | 500                         | 922,935                |
| 6        | 100            | 2845,87       | 2745.87        | 500                         | 1.372,935              |
| 7        | 644,71         | 3745,87       | 3101.16        | 500                         | 1.550,580              |
| 8        | 468,24         | 4101,16       | 3632.92        | 500                         | 1.816,460              |
| 9        | 784,71         | 4632,92       | 3848.21        | 500                         | 1.924,105              |
| 10       | 575,29         | 4848,21       | 4272.92        | 500                         | 2.136,460              |

Dari tabel 14 di atas, memperlihatkan perhitungan biaya penyimpanan bahan bakar solar selama 10 hari di PT. Willy Dwi Perkasa. Biaya penyimpanan dihitung dari stok akhir harian dikalikan biaya simpan Rp. 500 per liter. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa semakin besar stok akhir, semakin tinggi biaya penyimpanan yang harus ditanggung, dengan biaya tertinggi terjadi pada hari ke-10 sebesar Rp. 2.136.460. Temuan ini menegaskan pentingnya pengelolaan persediaan untuk meminimalkan biaya penyimpanan. Dalam Skenario Pertama (*Baseline Scenario*) menggunakan data historis tanpa perubahan besar, stok bahan bakar tetap dengan distribusi konsumsi normal dan tidak ada gangguan eksternal seperti keterlambatan suplai. Simulasi *Monte Carlo* skenario pertama dapat dilihat pada tabel 15 berikut.

**Tabel 15. Simulasi Monte Carlo Skenario Pertama**

| Hari Rando<br>m | Angka Acak | Permintaan (L) | Stok Bahan Bakar Solar Awal (L) | Stok Bahan Bakar Solar Akhir (L) | Lead Time (Hari) | Stok Produk Jadi Awal (L) | Stok Produk Jadi Akhir (L) | Shortage (L) | Status Pemesanan |
|-----------------|------------|----------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|----------------------------|--------------|------------------|
| 1               | 0.88       | 644,71         | 1000                            | 35529                            |                  | 300                       | 300                        | 0            | Tersedia         |
| 2               | 0.66966    | 644,71         | 355,29                          | -289,42                          |                  | 300                       | 300                        | 289,42       | Pesan            |
| 3               | 0.620459   | 644,71         | -289,42                         | -934,13                          |                  | 300                       | 300                        | 934,13       | Pesan            |
| 4               | 0.818875   | 644,71         | -934,13                         | -1.578,84                        |                  | 300                       | 300                        | 1.578,84     | Pesan            |
| 5               | 0.112571   | 575,29         | -1578,84                        | -2.154,13                        |                  | 300                       | 300                        | 2.154,13     | Pesan            |
| 6               | 0.006491   | 100            | -2154,13                        | -2.254,13                        |                  | 300                       | 300                        | 2.254,13     | Pesan            |
| 7               | 0.379811   | 644,71         | -2254,13                        | -2.898,84                        |                  | 300                       | 300                        | 2.898,84     | Pesan            |
| 8               | 0.810856   | 468,24         | -2898,84                        | -3.367,08                        |                  | 300                       | 300                        | 3.367,08     | Pesan            |
| 9               | 0.081718   | 784,71         | -3367,08                        | -4.151,79                        |                  | 300                       | 300                        | 4.151,79     | Pesan            |
| 10              | 0.391704   | 575,29         | -4151,79                        | -4.727,08                        |                  | 300                       | 300                        | 4.727,08     | Pesan            |

Berdasarkan tabel 15 di atas, dapat dilihat bahwa selama 10 hari terjadi akumulasi kekurangan stok bahan bakar solar akibat tingginya permintaan yang tidak diimbangi dengan persediaan yang cukup. Pada awalnya, stok tersedia sebesar 1.000 liter, namun seiring berjalannya waktu, stok menjadi negatif sejak hari ke-2 dan terus membesar hingga mencapai kekurangan sebesar 4.727,08 liter pada hari ke-10. Kondisi ini menunjukkan bahwa perusahaan mengalami shortage yang terus meningkat tanpa adanya tindakan pemesanan ulang, sehingga mengakibatkan ketidakmampuan dalam memenuhi kebutuhan permintaan. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengendalian persediaan yang efektif untuk menghindari kekurangan stok di masa mendatang. Simulasi *Monte Carlo* skenario kedua dapat dilihat pada tabel 16 berikut.

**Tabel 16. Simulasi Monte Carlo Skenario Kedua**

| Hari Rando<br>m | Angka Acak | Permintaan Awal (L) | % Kenaikan | Permintaan Setelah Kenaikan (L) | Stok Awal (L) | Stok Akhir (L) | Shortage (L) | Status Pemesanan |
|-----------------|------------|---------------------|------------|---------------------------------|---------------|----------------|--------------|------------------|
| 1               | 0,40       | 644,71              | 0,09       | 702,55                          | 1000          | 297,45         | 0            | Tersedia         |
| 2               | 0,93       | 644,71              | 0,05       | 678,74                          | 297,45        | -381,29        | 381,29       | Pesan            |
| 3               | 0,95       | 644,71              | 0,10       | 704,75                          | 297,45        | -407,30        | 407,30       | Pesan            |
| 4               | 0,58       | 644,71              | 0,08       | 693,31                          | 297,45        | -395,87        | 395,85       | Pesan            |
| 5               | 0,04       | 575,29              | 0,08       | 617,59                          | 297,45        | -320,13        | 320,13       | Pesan            |
| 6               | 0,67       | 100                 | 0,10       | 109,09                          | 297,45        | 188,35         | 0            | Tersedia         |
| 7               | 0,21       | 644,71              | 0,05       | 680,97                          | 297,45        | -383,51        | 383,51       | Pesan            |
| 8               | 0,79       | 468,24              | 0,05       | 492,51                          | 297,45        | -195,07        | 195,07       | Pesan            |
| 9               | 0,61       | 784,71              | 0,05       | 829,67                          | 297,45        | -532,21        | 532,21       | Pesan            |
| 10              | 0,35       | 575,29              | 0,09       | 629,97                          | 297,45        | -332,50        | 332,50       | Pesan            |

Berdasarkan tabel 16 di atas, menunjukkan hasil simulasi *Monte Carlo* dengan skenario peningkatan konsumsi bahan bakar sebesar 5%–10% secara acak. Pada hari pertama, stok awal sebanyak 1.000 liter mampu memenuhi permintaan sebesar 702,55 liter sehingga stok akhir masih tersedia. Namun, mulai hari kedua dan seterusnya, permintaan bahan bakar yang meningkat menyebabkan stok tidak mencukupi, ditunjukkan dengan nilai *shortage* yang positif, sehingga status pemesanan berubah menjadi "Pesanan". Simulasi ini menggambarkan bahwa kenaikan konsumsi secara acak dapat meningkatkan risiko kekurangan stok jika tidak disertai perencanaan persediaan yang memadai. Perbandingan *shortage* antar model berdasarkan hasil simulasi *Monte Carlo* untuk skenario pertama dan kedua dapat dilihat pada tabel 17 berikut.

**Tabel 17. Perbandingan *Shortage***

| Hari Random | Skenario 1 ( <i>Shortage</i> ) | Skenario 2 ( <i>Shortage</i> ) | Status Pemesanan |
|-------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|
| 1           | 0                              | 0                              | Tersedia         |
| 2           | 381,29                         | 381,29                         | Pesanan          |
| 3           | 407,30                         | 407,30                         | Pesanan          |
| 4           | 395,86                         | 395,86                         | Pesanan          |
| 5           | 320,13                         | 320,13                         | Pesanan          |
| 6           | 0                              | 0                              | Tersedia         |
| 7           | 383,52                         | 383,52                         | Pesanan          |
| 8           | 195,07                         | 195,07                         | Pesanan          |
| 9           | 532,21                         | 532,21                         | Pesanan          |
| 10          | 332,51                         | 332,51                         | Pesanan          |

Berdasarkan tabel 17 di atas, menunjukkan bahwa hasil perbandingan *shortage* antara dua skenario menunjukkan bahwa pada sebagian besar hari, model yang digunakan mengalami kekurangan stok bahan bakar solar. Pada Hari 1 dan Hari 6, stok yang tersedia cukup untuk memenuhi permintaan, sehingga tidak terjadi *shortage* dan status pemesanan menunjukkan "Tersedia". Namun, pada hari-hari lainnya, terjadi *shortage* yang bervariasi, dengan kekurangan terbesar terjadi pada Hari 9 (532,21 liter) dan Hari 3 (407,30 liter). Hal ini menunjukkan bahwa pada kedua hari tersebut, permintaan melebihi stok yang tersedia, sehingga perlu dilakukan pemesanan tambahan. *Shortage* juga terjadi pada hari 2, hari 4, hari 5, hari 7, hari 8, dan hari 10, dengan jumlah kekurangan antara 195,07 liter hingga 383,52 liter, yang berarti stok tidak cukup untuk memenuhi permintaan pada hari-hari tersebut.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bagian sebelumnya, maka kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Penerapan simulasi *Monte Carlo* berhasil membantu PT. Willy Dwi Perkasa dalam memperkirakan kebutuhan bahan bakar solar dengan lebih akurat, berdasarkan analisis probabilitas permintaan historis.
- Model simulasi yang dibangun menunjukkan validitas yang baik, dengan rata-rata simulasi mendekati rata-rata permintaan aktual dan standar deviasi rendah, sehingga dapat dipercaya untuk digunakan dalam pengelolaan persediaan.
- Pengendalian persediaan berbasis simulasi mampu mengurangi risiko kekurangan stok dan kelebihan stok, dengan fokus pada kisaran permintaan 500–700 liter yang dominan terjadi.
- Analisis biaya pembelian menunjukkan bahwa penggunaan model simulasi dapat membantu perusahaan dalam menjaga biaya pembelian dalam kisaran yang optimal, serta mengurangi fluktuasi biaya yang tidak perlu.

Berdasarkan kesimpulan dan hasil pengamatan yang telah diuraikan, maka penulis mencoba mengemukakan saran yang mungkin bermanfaat diantaranya:

- Bagi PT. Willy Dwi Perkasa, penting untuk mempertimbangkan penggunaan teknologi prediktif berbasis data, seperti *machine learning*, untuk memprediksi permintaan bahan bakar secara lebih akurat dan meningkatkan efisiensi pengelolaan stok. Selain itu, perusahaan disarankan untuk meningkatkan cadangan keamanan (*safety stock*) guna mengatasi ketidakpastian dalam lead time dan mencegah kekurangan bahan bakar yang dapat mengganggu operasional.
- Untuk penelitian di masa depan, peneliti dapat memperdalam analisis tentang dampak variabilitas permintaan dan ketidakpastian *lead time* terhadap efisiensi pengelolaan persediaan, khususnya dengan mempertimbangkan faktor-faktor eksternal seperti fluktuasi harga bahan bakar dan kebijakan rantai pasok yang lebih kompleks serta mengkaji penerapan strategi manajemen risiko dalam pengelolaan persediaan di PT. Willy Dwi Perkasa, serta dampaknya terhadap keberlanjutan operasional dan biaya logistik.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Potensi Utama yang telah memberikan kesempatan kepada penulis agar menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini. Penulis berharap Karya Tulis Ilmiah ini dapat diambil ilmu dan manfaatnya.

### REFERENSI

- [1] R. Munir, "Metode Monte Carlo dalam Optimasi Sistem," *Bandung: Informatika*, 2009.
- [2] M. Hudori, "Sistem Pengendalian Persediaan Bahan Bakar Minyak Solar Dengan Simulasi Monte Carlo," *Jurnal Citra Widya Edukasi*, vol. 6, no. 1, pp. 1-9, 2014.
- [3] Hamdiyani, "Analisis Manajemen Persediaan Dengan Peramalan Bahan Bakar Minyak Pada Pabrik PT. TH Indo Plantations Pom Nyato Dengan Menggunakan Metode Monte Carlo," *Riau : Penerbit Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau*, 2020.
- [4] W. J. Stevenson, *Operations Management*, 12th ed. *McGraw-Hill Education*, 2014.
- [5] B. Binilang, "Analisis Pengendalian Persediaan dalam Manajemen Operasional," *Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia*, 2017.
- [6] J. Smith, "Monte Carlo Simulation for Risk Analysis and Inventory Optimization," *Journal of Operations Research*, vol. 22, no. 4, pp. 301-315, 2014.