

ANALISIS EFISIENSI PENGELOLAAN INVENTORI PRIMER BATU BARA DI PT PLN INDONESIA POWER UBP SURALAYA: STUDI PERAMALAN KEBUTUHAN BATU BARA MENGGUNAKAN METODE *TIME SERIES* SERTA STRATEGI PENATAAN *STOCKPILE* BERBASIS 5S UNTUK MENDUKUNG OPTIMALISASI RANTAI PASOK

¹Rommel Otniel Pangihutan Manik, ²Manik Mahachandra

^{1,2}Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Permasalahan dalam pengelolaan inventori batu bara sebagai energi primer di PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya kerap memunculkan deviasi antara perencanaan dan realisasi penerimaan, yang berdampak pada biaya penyimpanan dan efisiensi pembangkitan listrik. Penelitian ini bertujuan menganalisis efisiensi pengelolaan inventori menggunakan indikator Inventory Turnover dan Days of Inventory Outstanding (DIO), melakukan peramalan kebutuhan batu bara menggunakan empat metode time series (SMA, DMA, SES, dan DES), serta memberikan rekomendasi strategi penataan stockpile berbasis metode 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke). Data yang digunakan adalah data penerimaan dan pemakaian batu bara selama periode Januari–Desember 2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi pengelolaan inventori masih belum optimal, dengan nilai Inventory Turnover yang cenderung rendah dan DIO yang cukup tinggi. Peramalan menunjukkan bahwa metode Double Exponential Smoothing memiliki nilai error terkecil. Rekomendasi berbasis 5S diberikan untuk memperbaiki penataan gudang dan mendukung pengelolaan yang lebih ramping dan efisien.

Kata kunci: inventori batu bara; forecasting; Inventory Turnover; Days of Inventory Outstanding; 5S; time series; PLTU.

Abstract

[Analysis of Inventory Efficiency for Primary Coal at PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya: A Forecasting Study Using Time Series Methods and a 5S-Based Stockpile Arrangement Strategy to Support Supply Chain Optimization] Inefficiencies in coal inventory management as a primary energy source at PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya often result in deviations between planned and actual receipts, leading to increased storage costs and reduced operational effectiveness. This study aims to evaluate inventory efficiency using Inventory Turnover and Days of Inventory Outstanding (DIO), forecast coal demand using four time series methods (SMA, DMA, SES, and DES), and propose a stockpile arrangement strategy based on the 5S method (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke). The research uses coal receipt and usage data from January to December 2024. The results show that inventory efficiency is still suboptimal, with low turnover and high DIO values. Among the forecasting methods, Double Exponential Smoothing yields the lowest error rate, making it the most accurate for projecting future demand. The 5S-based recommendation supports better stockpile management by improving orderliness, accessibility, and operational readiness to align with demand forecasts

Keywords: coal inventory; forecasting; Inventory Turnover; Days of Inventory Outstanding; 5S; time series; power plant.

1. Pendahuluan

Permintaan energi listrik di Indonesia mengalami pertumbuhan yang signifikan seiring dengan meningkatnya aktivitas ekonomi, urbanisasi, dan industrialisasi. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) masih menjadi tulang punggung dalam sistem kelistrikan nasional, dengan kontribusi sekitar 50% terhadap total produksi energi listrik. PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya merupakan salah satu unit pembangkit terbesar di Indonesia, dengan kapasitas terpasang mencapai 3.400 MW, dan memiliki peran vital dalam mendukung sistem kelistrikan di wilayah Jawa-Bali. Operasional pembangkit ini sangat bergantung pada ketersediaan batu bara sebagai energi primer, sehingga efisiensi pengelolaan inventori batu bara menjadi faktor kunci dalam menjaga kelancaran rantai pasok dan keandalan sistem pembangkitan.

Sebagai energi primer utama, batu bara memegang peranan krusial dalam keberlangsungan operasional PLTU. Batu bara didefinisikan sebagai bahan bakar fosil padat yang terbentuk dari tumbuhan yang mengalami proses geokimia selama jutaan tahun (McHugh, 2017). Sementara menurut sumber lain, batu bara terbentuk dari tumbuhan purba di rawa yang mengalami proses karbonisasi bertahap, menghasilkan kandungan karbon tinggi yang cocok digunakan sebagai bahan bakar pembangkit (Zhao, 2019).

Dalam konteks PLTU, batu bara berfungsi sebagai bahan bakar utama dalam proses pembakaran di boiler untuk menghasilkan uap bertekanan tinggi yang kemudian digunakan untuk memutar turbin dan menghasilkan energi listrik (Heizer, 2014). Oleh karena itu, keberlangsungan pasokan batu bara yang efisien dan tepat waktu sangat menentukan kinerja pembangkitan. Ketidakefisienan dalam pengelolaan inventori dapat berdampak pada pemborosan biaya penyimpanan, gangguan distribusi, hingga penurunan efisiensi termal akibat kualitas bahan bakar yang menurun karena penyimpanan terlalu lama (Stevenson, 2017).

Berdasarkan pengolahan data perencanaan, penerimaan, dan konsumsi batu bara di PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya periode 2024, hasil yang ditemukan menunjukkan bahwa terdapat rendahnya nilai *Inventory Turnover* (0,694) dan tingginya *Days of Inventory Outstanding* (43,235 hari). Hal inilah yang menjadi indikator utama adanya permasalahan dalam pengelolaan persediaan energi primer di PLTU. Nilai *Inventory Turnover* yang rendah menunjukkan bahwa stok batu bara jarang berputar, sedangkan *DIO* yang tinggi mengindikasikan bahwa batu bara terlalu lama disimpan sebelum digunakan (Wahyudi, 2020). Hal ini juga diperkuat dengan penelitian lainnya yang mengemukakan bahwa tingginya deviasi antara rencana dan realisasi penerimaan batu bara dapat mengakibatkan *stockout*

maupun *overstock*, yang keduanya merugikan dalam konteks manajemen rantai pasok (Widodo, 2022).

Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian ini menggunakan dua pendekatan strategis. Pertama, dilakukan peramalan kebutuhan batu bara dengan pendekatan kuantitatif melalui empat metode deret waktu, yaitu *Simple Moving Average* (SMA), *Double Moving Average* (DMA), *Single Exponential Smoothing* (SES), dan *Double Exponential Smoothing* (DES). *Forecasting* adalah seni dan ilmu memperkirakan kejadian di masa depan, yang menjadi landasan utama dalam pengambilan keputusan operasional (Heizer, 2014). *Forecasting* penting dalam rantai pasok karena berfungsi mengantisipasi kebutuhan sehingga stok dapat direncanakan lebih akurat dan efisien (Stevenson, 2017).

Kedua, diterapkan pendekatan penataan *stockpile* berbasis metode 5S, yaitu *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu*, dan *Shitsuke*. Hal ini dilakukan untuk mengintegrasikan keberhasilan perencanaan yang baik oleh *forecasting* dengan sistem penyimpanan fisik yang efisien. Berdasarkan hasil pengamatan penulis, pengelolaan *stockpile* dihadapkan pada sejumlah kendala, seperti kondisi cuaca ekstrem *La Niña* yang menyebabkan naiknya permukaan air laut dan area *stockpile* menjadi becek, sehingga menghambat aktivitas bongkar muat batu bara. Selain itu, kebijakan penyaluran batu bara ke pembangkit masih menerapkan sistem *Last-In, First-Out* (LIFO), yang membuat stok lama berisiko tertimbun dan menurunkan kualitas bahan bakar. Batu bara juga tidak lagi diklasifikasikan secara fisik berdasarkan vendor atau tanggal masuk, yang memperbesar peluang deviasi pemakaian dan mempersulit pelacakan material. Oleh karena itu, strategi penataan *stockpile* berbasis metode 5S menjadi penting. Dengan 5S, pengelolaan gudang dapat dilakukan secara sistematis, tertib, dan efisien, sehingga mendukung hasil peramalan yang telah disusun (Hirano, 1995). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan 5S di sektor energi mampu menurunkan *lead time* distribusi dan meningkatkan efisiensi pemanfaatan ruang penyimpanan (Sugiono, 2019).

Dengan kombinasi metode *forecasting* dan strategi 5S, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam mengoptimalkan pengelolaan inventori batu bara serta memperkuat integrasi sistem rantai pasok energi primer di lingkungan PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif diterapkan untuk menganalisis efisiensi pengelolaan inventori batu bara melalui perhitungan *Inventory Turnover*, *DIO*, dan melakukan peramalan (*forecasting*) terhadap permintaan batu bara. Sementara itu, pendekatan kualitatif digunakan untuk memahami kendala dan peluang perbaikan melalui wawancara dengan mentor.

*Penulis Korespondensi.

E-mail: rommelmanik6@gmail.com

Penelitian dimulai dari identifikasi masalah berdasarkan observasi langsung di perusahaan, dilanjutkan dengan perumusan masalah dan tujuan, pengumpulan data, peramalan kebutuhan batu bara, pemberian rekomendasi 5S, hingga penarikan kesimpulan. Objek penelitian adalah pengelolaan inventori energi primer (batu bara) di *stockpile* batu bara PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya. Fokus penelitian mencakup data perencanaan, realisasi penerimaan, dan konsumsi batu bara untuk periode tahun 2024.

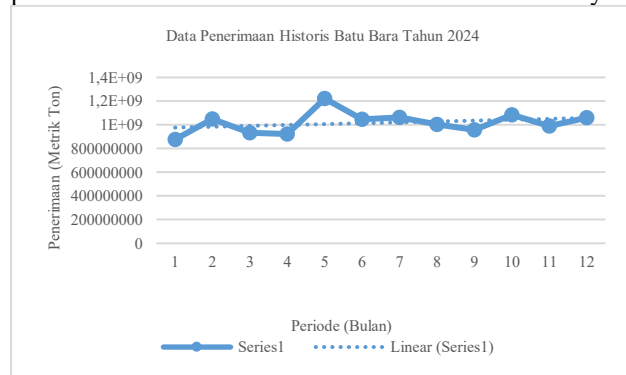
Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: (1) Data primer berupa data historis perencanaan, realisasi penerimaan, dan konsumsi batu bara periode tahun 2024 yang diterima secara langsung dari perusahaan, serta informasi dari wawancara dengan mentor divisi inventori energi primer; (2) Data sekunder berupa dokumen perusahaan langsung dari perusahaan, seperti jadwal pengiriman dan laporan stok, serta literatur tentang metode pengelolaan inventori dan *forecasting*.

Berikut merupakan data historis perencanaan, realisasi penerimaan, dan konsumsi batu bara periode tahun 2024 yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Data historis perencanaan, realisasi penerimaan, dan konsumsi batu bara periode tahun 2024 (satuan dalam metrik ton).

Periode	Bulan	Total		Stock Tersisa (Inventory)
		Penerimaan	Pemakaian	
1	Januari	876.660.677	938.620.862	1.039.173.723
2	Februari	1.049.597.934	918.983.192	1.169.788.465
3	Maret	932.173.231	952.459.754	1.149.501.942
4	April	921.824.978	910.966.718	1.160.360.202
5	Mei	1.221.412.131	995.254.270	1.386.518.063
6	Juni	1.045.888.165	859.453.755	1.572.952.473
7	Juli	1.062.006.398	985.132.893	1.649.825.978
8	Agustus	1.002.317.361	959.305.843	1.692.837.496
9	September	958.316.050	979.565.145	1.671.588.401
10	Oktober	1.085.002.517	1.146.484.617	1.610.106.301
11	November	990.446.427	1.030.871.779	1.569.680.949
12	Desember	1.060.100.000	1.194.000.000	1.435.780.949
Total		12.205.745.869	11.871.098.828	17.108.114.942

Berdasarkan data permintaan pada Tabel 1, berikut merupakan grafik yang menunjukkan fluktuasi dari penerimaan batu bara PT Indonesia Power UBP Suralaya.



Gambar 1. Pola Data Penerimaan Batu Bara PT Indonesia Power UBP Suralaya periode tahun 2024.

Pada Gambar 2, terlihat bahwa pola data penerimaan mengalami *trend* kenaikan hingga akhir periode. Selain itu, dapat dilihat juga bahwa tidak terdapat

fluktuasi secara signifikan dari visualisasi grafik. Untuk melakukan sebuah peramalan tanpa fluktuasi dengan adanya tren, metode terbaik peramalan terbaik yang dapat digunakan adalah menggunakan metode *Double Moving Average* (DMA). Meskipun demikian, pada penelitian ini tetap dilakukan peramalan dengan menggunakan 4 metode *time series*. Hasil peramalan metode terpilih, yaitu dengan menggunakan DMA, diharapkan dapat digunakan sebagai perencanaan penerimaan batu bara periode tahun 2025 (12 periode peramalan).

Berikut merupakan persamaan dalam perhitungan metode *Double Moving Average* (DMA) (Heizer, 2014).

$$S'_t = \frac{X_1 + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-N+1}}{N} \quad (1)$$

$$S''_t = \frac{S_1 + S_{t-1} + S_{t-2} + \dots + S_{t-N+1}}{N} \quad (2)$$

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t \quad (3)$$

$$b_t = \frac{2}{N-1}(S'_t - S''_t) \quad (4)$$

Keterangan:

S'_t = Pergerakan pertama pada periode ke-t

S''_t = Pergerakan kedua pada periode ke-t

N = Jumlah periode dalam *Moving Average*

a_t = Koefisien a ke-t

b_t = Koefisien b ke-t

F_t = Hasil peramalan pada periode ke-t

m = Jumlah periode ke depan yang diramalkan

Setelah melakukan peramalan menggunakan metode DMA, dilakukan analisis kualitatif metode 5S. Analisis dilakukan dengan menginterpretasikan wawancara untuk memahami hambatan dalam pengelolaan rantai pasok dan menyusun rekomendasi. Selanjutnya, dilakukan identifikasi masalah utama penyebab kurang optimalnya pengelolaan inventori untuk dikaji lebih lanjut menggunakan *management tools* 5S.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Efisiensi Pengelolaan Inventori

Analisis efisiensi pengelolaan inventori dilakukan untuk mengetahui performansi dari kecepatan pemakaian batu bara dan rata-rata lama konsumsi batu bara di *stockpile* PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya. Seperti yang telah disebutkan, dua parameter yang hendak dianalisis keandalannya adalah *Inventory Turnover* dan *Days of Inventory Outstanding*. Berikut merupakan hasil perhitungan *Inventory Turnover*.

$$\text{Inventory Turnover} = \frac{\text{Total Consumption}}{\text{Remaining Inventory}}$$

$$\text{Inventory Turnover} = \frac{11.871.098.828}{17.108.114.942}$$

$$\text{Inventory Turnover} = 0,693887016$$

$$\text{Inventory Turnover} \approx 0,694$$

Nilai tersebut merupakan nilai *Inventory Turnover* yang cenderung rendah karena nilainya yang kurang dari 1. Hal tersebut menandakan bahwa perputaran inventori batu bara pada tahun 2024 terbilang lambat sehingga

dapat menghambat efisiensi dari pengelolaan inventori dan rantai pasok.

Berikut merupakan hasil perhitungan *Days of Inventory Outstanding*.

$$DIO = \frac{\text{Remaining Inventory}}{\text{Total Consumption}} \times 30$$

$$DIO = \frac{17.108.114.942}{11.871.098.828} \times 30$$

$$DIO = 43,23470436 \text{ hari}$$

$$DIO \approx 43,235 \text{ hari}$$

Nilai tersebut merupakan nilai *Days of Inventory Outstanding* yang cenderung besar, yaitu lebih dari 43 hari. Hal ini menandakan proses perubahan batu bara dari inventori hingga ke tahap hendak dikonsumsi unit pembangkit membutuhkan waktu yang lama. Oleh karena waktu proses yang lama, efisiensi dari pengelolaan inventori dan rantai pasok batu bara terganggu sehingga kurang optimal. Sebagai tambahan, angka tiga puluh merupakan asumsi dari jumlah hari di dalam satu bulan.

3.2 Peramalan

Peramalan kebutuhan batu bara dibuat untuk memperkirakan penerimaan batu barapada 12 periode mendatang. Dalam penelitian ini peramalan dilakukan untuk memperkirakan permintaan pada bulan Januari 2025 sampai dengan Desember 2025. Peramalan kebutuhan batu bara dilakukan dengan menggunakan data penerimaan batu bara periode tahun sebelumnya (2024) menggunakan bantuan *software* Microsoft Excel. Proses peramalan dilakukan dengan pendekatan kuantitatif.

Hasil Peramalan Penerimaan Batu Bara menggunakan metode DMA dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Hasil Peramalan Penerimaan Batu Bara menggunakan metode DMA (dalam satuan MT).

Periode	Demand	S'	S''	a
1	876.660.677			
2	1.049.597.934			
3	932.173.231			
4	921.824.978			
5	1.221.412.131	1.000.333.790		
6	1.045.888.165	1.034.179.288		
7	1.062.006.398	1.036.660.981		
8	1.002.317.361	1.050.689.807		
9	958.316.050	1.057.988.021	1.035.970.377	1.080.005.665
10	1.085.002.517	1.030.706.098	1.042.044.839	1.019.367.358
11	990.446.427	1.019.617.751	1.039.132.531	1.000.102.970
12	1.060.100.000	1.019.236.471	1.035.647.629	1.002.825.313
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
Total	12205745869	8249412206	4152795377	4102301305

Tabel 2. Hasil Peramalan Penerimaan Batu Bara menggunakan metode DMA (dalam satuan MT) (Lanjutan).

Periode	Demand	b	Ft	Error
1	876.660.677			
2	1.049.597.934			
3	932.173.231			
4	921.824.978			
5	1.221.412.131			
6	1.045.888.165			
7	1.062.006.398			
8	1.002.317.361			
9	958.316.050	11008821,88		
10	1.085.002.517	-5669370,32	1091014487	-6011969,64
11	990.446.427	-9757390,4	1013697987	-23251560,24
12	1.060.100.000	-8205579,24	990345579,400	69754420,64
13			994619733,280	
14			986414154,040	
15			978208574,800	
16			970002995,560	
17			961797416,320	
18			953591837,080	
19			945386257,840	
20			937180678,600	
21			928975099,360	
22			920769520,120	
23			912563940,880	
24			904358361,640	
Total	12205745869	-12623518,08	14488926623	40490890,72

Tabel 2. Hasil Peramalan Penerimaan Batu Bara menggunakan metode DMA (dalam satuan MT) (Lanjutan).

Periode	Demand	Error	Error^2	PE
1	876.660.677			
2	1.049.597.934			
3	932.173.231			
4	921.824.978			
5	1.221.412.131			
6	1.045.888.165			
7	1.062.006.398			
8	1.002.317.361			
9	958.316.050			
10	1.085.002.517	6011969,64	3,61438E+13	0,55%
11	990.446.427	23251560,24	5,40635E+14	2,35%
12	1.060.100.000	69754420,6	4,86568E+15	6,58%
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
Total	12205745869	99017950,48	5,44246E+15	9,48%

Berikut merupakan contoh perhitungan manual metode peramalan dengan menggunakan *Double Moving Average* dengan T=5 untuk periode 13.

$$- T = 5$$

$$- S'_t = \frac{X_1 + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-N+1}}{N}$$

$$S'_{12} = 1.019.236.471$$

$$- S''_t = \frac{S'_1 + S'_{t-1} + S'_{t-2} + \dots + S'_{t-N+1}}{N}$$

$$S''_{12} = 1.035.647.629$$

$$- a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t$$

$$a_{12} = S'_{12} + (S'_{12} - S''_{12}) = 2S'_{12} - S''_{12}$$

$$a_{12} = 2 (1019236471) - 1035647629$$

$$a_{12} = 1.002.825.313$$

$$- b_t = \frac{2}{N-1} (S'_t - S''_t)$$

$$b_{13} = \frac{2}{5-1} (1019236471 - 1035647629)$$

$$\begin{aligned}
b_{13} &= -8.205.579,24 \\
- F_{t+m} &= a_t + b_t m \\
F_{12+1} &= F_{13} = 1002825313 + (-8205579,24) \times 1 \\
F_{13} &= 994.619.733,280 \text{ MT} \\
- e_t &= X_t - F_t \\
e_{12} &= X_{12} - F_{12} = 69.754.420,64 \\
- e_t^2 &= (X_t - F_t)^2 \\
e_{12}^2 &= (X_{12} - F_{12})^2 = 4,86568E + 15 \\
- PE_t &= \frac{X_t - F_t}{X_t} \times 100\% \\
PE_{12} &= \frac{|X_{12} - F_{12}|}{X_{12}} \times 100\% = 6,58\%
\end{aligned}$$

Berikut merupakan perhitungan *error* metode peramalan DMA menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

$$MAPE = \frac{\sum |PE|}{n} = \frac{9,48\%}{3} = 3,16\%$$

Keterangan:

$|PE|$ = *Percentage Error* Mutlak

n = Jumlah periode hitung

Dari hasil perhitungan MAPE diatas, diperoleh presentase nilai *error* adalah sebesar 3,16%. Besar presentase tersebut termasuk ke dalam klasifikasi $x < 10\%$ atau yang dapat diartikan bahwa peramalan dengan menggunakan metode *Double Moving Average* sangat baik diterapkan dalam melakukan peramalan permintaan masa mendatang. Nilai klasifikasi tersebut dipilih berdasarkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Klasifikasi MAPE

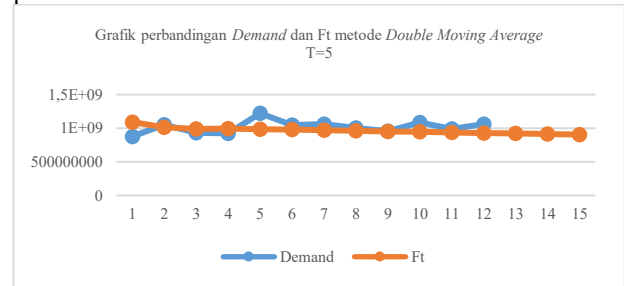
Nilai MAPE	Kriteria
$x < 10\%$	Kemampuan peramalan sangat baik
$10\% \leq x < 20\%$	Kemampuan peramalan baik
$20\% \leq x < 50\%$	Kemampuan peramalan cukup baik
$x \geq 50\%$	Kemampuan peramalan buruk

Berikut merupakan hasil peramalan 12 bulan ke depan dengan menggunakan metode DES dan verifikasi menggunakan metode MAPE.

Tabel 4. Hasil Peramalan DES dengan Verifikasi Menggunakan MAPE.

Periode	Ft
1	994.619.733,280
2	986.414.154,040
3	978.208.574,800
4	970.002.995,560
5	961.797.416,320
6	953.591.837,080
7	945.386.257,840
8	937.180.678,600
9	928.975.099,360
10	920.769.520,120
11	912.563.940,880
12	904.358.361,640
Total	11.393.868.570

Berikut merupakan grafik perbandingan data historis penerimaan batu bara dengan data hasil peramalan.



Gambar 2. Perbandingan Data Historis Penerimaan Batu Bara dengan Data Hasil Peramalan

Grafik diatas merupakan hasil perbandingan *demand* dengan Ft untuk perhitungan *forecasting* dengan menggunakan metode *Double Moving Average* pada batu bara. Dapat dilihat dalam grafik, garis biru digunakan untuk menginterpretasikan data *demand* historis dan garis berwarna jingga digunakan untuk menyatakan data *demand forecast*. Pada data *demand* hasil *forecasting*, diketahui bahwa grafik mengalami penurunan yang stabil pada setiap periodenya. Hal tersebut disebabkan oleh peramalan telah dipengaruhi nilai peramalan sebelumnya bukan kepada permintaan yang tersedia saat ini. Hal ini sejalan pula dengan kepentingan dari perusahaan untuk menghindari *overstock*, dengan melakukan pemesanan dan penerimaan batu bara yang lambat laun berkurang.

3.3 Analisis Kualitatif Metode 5S

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, masalah utama yang menyebabkan terjadinya ketidakefisienan dari pengelolaan inventori batu bara di PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya adalah lingkungan sekitar *stockpile* yang tidak tertata dengan baik serta fenomena alam *La Nina* yang merupakan variabel tidak terkontrol. Ketidakefisienan pengelolaan inventori tersebut menyebabkan rendahnya nilai dari *Inventory Turnover* dan tingginya nilai dari *Days of Inventory Outstanding*. Untuk itu, penulis hendak memberikan beberapa rekomendasi perbaikan pengelolaan *stockpile* dengan menggunakan analisis kualitatif metode 5S, yaitu *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu*, *shitsuke*. Beberapa rekomendasi tersebut antara lain:

1. *Seiri* (Sort)

Perusahaan pada saat ini tidak menerapkan sistem pemisahan fisik ataupun pencatatan yang jelas terkait usia simpan batu bara. Seluruh batu bara dari berbagai vendor dan waktu kedatangan dicampur dalam satu area tanpa penanda. Akibatnya, batu bara yang datang lebih awal berisiko tidak segera digunakan dan tertimbun oleh batu bara baru. Oleh karena itu, perusahaan sebaiknya memisahkan tumpukan batu bara berdasarkan tanggal kedatangan (*unloading*)

dan/atau *supplier* menggunakan zona-zona khusus di area *stockpile*. Setiap tumpukan harus diberi label fisik (misalnya: papan penanda) yang mencantumkan tanggal dan vendor. Ini memungkinkan penerapan sistem *First-In, First-Out* (FIFO) agar stok lama digunakan lebih dulu.

2. *Seiton* (*Set in Order*)

Penulis melihat bahwa perusahaan melakukan penataan tumpukan batu bara yang tidak mengikuti alur yang tetap. *Loader* dan kendaraan pengangkut sering harus memutar atau memindahkan tumpukan lain untuk menjangkau batu bara tertentu. Hal ini menghambat efisiensi dan menimbulkan risiko tumpang tindih antar tumpukan. Oleh sebab itu, penulis menyarankan perusahaan untuk membuat *layout* tetap dengan jalur kendaraan satu arah, serta tetapkan zona penumpukan dan zona pengambilan secara terpisah. Setiap tumpukan disusun dalam format grid (misal: A1, A2...) dan dilengkapi dengan peta area. Prioritaskan tumpukan yang lebih lama di bagian depan (dekat dengan alat pengangkut) agar batu bara yang lebih dahulu sampai lebih cepat digunakan.

3. *Seiso* (*Shine*)

Dalam pelaksanaannya di lapangan, debu batu bara dan material berserakan tidak dibersihkan secara berkala. Selain mengganggu visibilitas dan akses, kondisi ini meningkatkan risiko kecelakaan dan mempercepat keausan alat berat. Perusahaan seharusnya membuat jadwal pembersihan rutin harian dan mingguan untuk hasil lebih optimal, khususnya di jalur *loader* dan sekitar *conveyor*. Terapkan sistem ceklis kebersihan untuk setiap shift. *Checklist* dapat disusun berdasarkan:

- Area kerja kritis (misal: jalur *loader*, dekat *conveyor*, zona tumpukan aktif).
- Frekuensi penggunaan (semakin sering dilewati, semakin sering perlu dibersihkan).
- Potensi risiko jika tidak dibersihkan (misal: genangan lumpur, debu batu bara yang bisa menyebabkan gangguan pernapasan atau licin).

Berikut merupakan contoh *checklist Seiso* di *stockpile* Batu Bara.

Tabel 5. Contoh *Checklist Seiso* di *Stockpile* Batu Bara.

No	Area	Item Dicek	Status	Tindakan Perbaikan
1	Jalur masuk loader	Bebas dari batu tercecer dan lumpur	<i>Checklist</i> jika sudah	Sapu, semprot air
2	Sekitar conveyor	Tidak ada debu menumpuk	<i>Checklist</i> jika sudah	Bersihkan <i>blower</i>
3	Tumpukan aktif batu bara	Ada label yang terlihat dan bersih	<i>Checklist</i> jika sudah	Bersihkan papan, atau ganti label jika sudah tidak memungkinkan
4	Drainase area timbunan	Bebas dari sumbatan dan air yang tergenang	<i>Checklist</i> jika sudah	Korek atau sedot
5	Tempat parkir <i>dump truck</i>	Bebas oli dan serpihan material	<i>Checklist</i> jika sudah	Bersihkan manual

Sebagai tambahan, *checklist* diisi oleh petugas operasional setiap *shift* (misalnya: pagi, siang, dan sore) serta dicek oleh *supervisor* tiap minggu untuk memastikan konsistensi.

4. *Seiketsu* (*Standardize*)

Penulis melihat bahwa tidak terdapat standar baku terkait sistem penataan, pelabelan, atau urutan penggunaan tumpukan. Praktik di lapangan bergantung pada kebiasaan operator dan bisa berbeda antar shift, sehingga memungkinkan pemakaian batu bara yang semakin acak dan tidak teratur. Perusahaan sebaiknya menyusun SOP penataan dan pengambilan batu bara berdasarkan prinsip FIFO. Terapkan kode warna label sesuai usia simpan (misal: hijau <7 hari, kuning 8–14 hari, merah >14 hari). Tempelkan peta dan aturan SOP di area strategis. Serta tidak lupa melakukan audit mingguan untuk memastikan konsistensi.

5. *Shitsuke* (*Sustain*)

Perusahaan tidak menerapkan sistem pelatihan atau penilaian disiplin dalam implementasi 5S. Praktik penataan hanya dijalankan secara sporadis dan tidak menjadi budaya kerja. Penulis menyarankan agar perusahaan membentuk tim *champion* 5S dari karyawan gudang, beri pelatihan rutin, dan libatkan mereka dalam evaluasi implementasi. Pasang *visual dashboard* untuk menunjukkan tingkat keteraturan tiap zona. Berikan penghargaan berkala untuk area paling disiplin dalam menjaga 5S. Dengan demikian, para karyawan akan semakin berdedikasi dalam menjalankan integritasnya.

Rekomendasi-rekomendasi tersebut diharapkan dapat diterapkan oleh PT PLN Indonesia Power secara disiplin dan berkelanjutan. Dengan penerapan rekomendasi perbaikan pengelolaan *stockpile* tersebut, kecepatan pemakaian batu bara akan semakin cepat dan nilai dari DIO akan semakin menyusut. Dengan mengombinasikan penerapan hasil peramalan penerimaan batu bara dan rekomendasi perbaikan analisis metode 5S, perusahaan diharapkan mampu menghindari keadaan *overstock* di masa yang akan datang.

4. **Kesimpulan**

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efisiensi pengelolaan inventori batu bara di PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya sebagai bagian dari rantai pasok energi primer yang berperan penting dalam keandalan pembangkitan listrik. Berdasarkan hasil analisis terhadap data penerimaan dan pemakaian batu bara tahun 2024, ditemukan bahwa pengelolaan inventori belum optimal, ditunjukkan oleh nilai *Inventory Turnover* yang relatif rendah dan *Days of Inventory Outstanding* (DIO) yang cukup tinggi. Nilai DIO rata-rata mencapai 43,235 hari, sementara nilai *turnover* tahunan bernilai 0,694, yang mengindikasikan perputaran stok berjalan

lambat dan berisiko menyebabkan akumulasi batu bara dalam jangka waktu lama.

Tujuan pertama penelitian, yaitu menganalisis efisiensi inventori, telah tercapai melalui penghitungan dua indikator kunci tersebut. Ketimpangan antara volume penerimaan dan tingkat konsumsi aktual menyebabkan terjadinya kelebihan stok, sehingga perlu dilakukan evaluasi sistem pengadaan yang lebih akurat dan terencana. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya penyusunan strategi prediktif berbasis data historis untuk meningkatkan keakuratan perencanaan kebutuhan batu bara di masa mendatang.

Tujuan kedua, yakni melakukan peramalan kebutuhan batu bara, juga berhasil dicapai melalui penerapan empat metode time series: SMA, DMA, SES, dan DES. Dari hasil pengujian akurasi menggunakan MAPE dan MAD, diperoleh bahwa metode *Double Moving Average* (DMA) menghasilkan tingkat kesalahan terkecil sebesar 3,16% dan mampu menggambarkan tren kebutuhan dengan lebih baik dibanding metode lainnya. Dengan menggunakan hasil *forecasting* tersebut, perusahaan dapat memperkirakan kebutuhan batu bara tiap bulan secara lebih tepat, sehingga dapat mengurangi deviasi antara rencana dan realisasi pengadaan.

Tujuan ketiga adalah menyusun rekomendasi perbaikan tata kelola gudang melalui pendekatan 5S. Berdasarkan hasil observasi di lapangan, ditemukan bahwa kondisi *stockpile* masih belum tertata secara efisien, dengan beberapa area tumpang tindih, tidak adanya pelabelan waktu kedatangan, serta minimnya sistem visualisasi. Rekomendasi penataan dengan metode 5S (*Sort, Set in Order, Shine, Standardize, Sustain*) disusun secara sistematis agar dapat meningkatkan keteraturan, memudahkan distribusi, serta mendukung hasil peramalan yang telah dirancang.

Dengan demikian, seluruh tujuan penelitian telah tercapai dan saling mendukung satu sama lain. Hasil evaluasi efisiensi inventori memberikan dasar yang kuat bagi peramalan kebutuhan ke depan, dan hasil *forecasting* tersebut pada akhirnya membutuhkan sistem penyimpanan yang tertib dan responsif. Kombinasi pendekatan kuantitatif dan operasional ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam membangun sistem rantai pasok energi primer yang lebih andal, adaptif, dan efisien.

Daftar Pustaka

- Heizer, J. &. (2014). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*. Upper Saddle River: Pearson Education .
- Hirano, H. (1995). *5S for Operators: 5 Pillars of the Visual Workplace*. New York: Productivity Press.
- McHugh, L. H. (2017). *Coal in the 21st Century: Energy Needs, Chemicals, and Environmental Controls*.

Royal Society of Chemistry. Cambridge: Royal Society of Chemistry .

- Stevenson, W. J. (2017). *Operations Management* . New York : McGraw-Hill Education.
- Sugiono, M. (2019). Implementasi Lean Management di Gudang Energi Primer. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri*.
- Wahyudi, T. (2020). Manajemen Persediaan Energi Primer di PLTU. *Jurnal Energi dan Infrastruktur*, 8(2), 101-110.
- Widodo, A. &. (2022). Evaluasi Rantai Pasok Batu Bara pada Pembangkit Listrik. *Jurnal Teknik Industri*, 14(1), 56-64.
- Zhao, S. &. (2019). *Current and Future Struggles to Eliminate Coal*. New York : Internet Archive.