

ANALISIS RISIKO DAN OPTIMALISASI MANAJEMEN RANTAI PASOK BATUBARA DI PT PLN INDONESIA POWER UBP SURALAYA MENGGUNAKAN METODE *SAFETY STOCK*, *RE-ORDER POINT* DAN *FISHBONE DIAGRAM*

Daniel Julyanto Situmorang*¹, Manik Mahachandra²

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

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko serta mengoptimalkan manajemen rantai pasok batubara di PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya melalui pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Metode yang digunakan mencakup perhitungan *Safety Stock* dan *Re-Order Point* (ROP) untuk membuktikan secara statistik terjadinya penumpukan batubara (overstock) di area stockpile, serta analisis akar penyebab menggunakan *Fishbone Diagram* sebagai pendekatan kualitatif. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai persediaan aktual batubara secara konsisten berada di atas ambang batas ROP dan *Safety Stock* yang telah ditentukan, mengindikasikan ketidakefisienan pengelolaan inventori. Melalui analisis *Fishbone Diagram*, ditemukan bahwa penumpukan terjadi akibat kelemahan dalam sistem perencanaan pengadaan, kurangnya pemahaman perencana terhadap penggunaan data historis, tidak tersedianya sistem monitoring real-time, serta pengiriman yang tidak fleksibel terhadap kebutuhan aktual. Berdasarkan temuan tersebut, direkomendasikan perbaikan berupa penyusunan SOP pengadaan berbasis data, integrasi sistem informasi persediaan secara digital, serta pelatihan teknis perencanaan bagi personel terkait. Diharapkan dengan implementasi solusi ini, PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan persediaan batubara, meminimalkan risiko overstock, dan menjaga kontinuitas operasional pembangkit listrik secara optimal.

Kata kunci: *Fishbone Diagram*; Penumpukan Batubara; Manajemen Rantai Pasok; *Re-Order Point*; *Safety Stock*

Abstract

[Risk Analysis and Optimization of Coal Supply Chain Management at PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya Using *Safety Stock*, *Re-Order Point*, and *Fishbone Diagram* Methods]. This study aims to analyze risks and optimize the management of coal supply chains at PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya using both quantitative and qualitative approaches. The methods employed include the calculation of *Safety Stock* and *Re-Order Point* (ROP) to statistically prove the occurrence of coal stockpiling (overstock) at the stockpile area, as well as root cause analysis using the *Fishbone Diagram* as a qualitative approach. The results of the calculations show that the actual coal inventory values consistently exceed the ROP and *Safety Stock* thresholds, indicating inefficiency in inventory management. Through the *Fishbone Diagram* analysis, it was found that stockpiling occurs due to weaknesses in the procurement planning system, a lack of understanding by planners regarding the use of historical data, the absence of a real-time monitoring system, and inflexible delivery in response to actual needs. Based on these findings, improvements are recommended, including the development of data-driven procurement SOPs, the integration of digital inventory information systems, and technical planning training for relevant personnel. It is expected that with the implementation of these solutions, PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya will be able to improve the efficiency of coal inventory management, minimize the risk of overstock, and maintain the optimal continuity of power plant operations.

Keywords: *Fishbone Diagram*; Overstock; *Re-Order point*; *Safety Stock*; Supply Chain Management

1. Pendahuluan

PT PLN Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan (UBP) Suralaya merupakan salah satu unit pembangkit tenaga listrik berbasis batubara terbesar di Indonesia, yang memiliki peran strategis dalam menjaga stabilitas pasokan listrik di wilayah Jawa dan Bali. Efektivitas operasional pembangkit sangat bergantung pada kelancaran rantai pasok batubara, yang mencakup aktivitas pengadaan, transportasi, penyimpanan, hingga distribusi batubara ke unit pembangkit. Dalam konteks ini, manajemen rantai pasok (*Supply Chain Management*) memegang peran penting sebagai pengatur aliran material secara efisien dan terkoordinasi untuk mendukung kebutuhan energi secara berkelanjutan (Osborne, 2013).

Namun, pengelolaan rantai pasok batubara di UBP Suralaya tidak terlepas dari berbagai tantangan signifikan, baik dari sisi eksternal maupun internal. Secara eksternal, fluktuasi harga batubara global dan gangguan cuaca ekstrem seperti hujan lebat serta gelombang tinggi dapat menghambat proses pengiriman batubara melalui jalur laut, yang merupakan moda utama distribusi ke pembangkit (Jun, 2015). Selain itu, adanya kebijakan pemerintah terkait transisi energi menuju sumber energi yang lebih bersih mendorong penurunan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Hal ini berpotensi mengubah struktur pasar serta pola pengadaan batubara nasional, yang pada akhirnya mempengaruhi strategi suplai perusahaan (Rebecca, 2024).

Dari sisi internal, keterbatasan kapasitas penyimpanan dan ketidaksesuaian antara tingkat konsumsi aktual dengan volume pengadaan menjadi penyebab utama terjadinya penumpukan batubara (*overstock*) di area *stockpile*. Situasi ini tidak hanya menyebabkan pemborosan ruang dan meningkatnya biaya logistik, tetapi juga berisiko menurunkan kualitas batubara akibat penyimpanan jangka panjang di ruang terbuka (Barata, 2024). Oleh karena itu, diperlukan sistem manajemen persediaan yang lebih adaptif dan berbasis data, salah satunya dengan menerapkan metode *Safety Stock* dan *Re-Order Point (ROP)*. Kedua metode ini terbukti mampu mengantisipasi ketidakpastian permintaan dan keterlambatan pasokan secara kuantitatif (Pakpahan, 2022).

Dalam upaya mengidentifikasi penyebab utama dari terjadinya *overstock* secara menyeluruh, penelitian ini menggunakan pendekatan *Fishbone Diagram* atau *Root Cause Analysis*, bukan *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)* seperti yang lazim digunakan pada konteks manufaktur. *Fishbone Diagram* digunakan karena kemampuannya dalam memetakan berbagai faktor penyebab dari dimensi manusia, metode, material,

mesin, dan lingkungan secara sistematis (Aristriyana & Fauzi, 2019). Pendekatan ini memberikan gambaran komprehensif terhadap akar masalah yang mempengaruhi efektivitas pengelolaan rantai pasok batubara di UBP Suralaya.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sistem pengelolaan persediaan batubara menggunakan metode *Safety Stock* dan *ROP* untuk membuktikan adanya kondisi *overstock*, serta mengidentifikasi faktor-faktor penyebabnya melalui *Fishbone Diagram*. Hasil analisis ini diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi teknis dan strategis yang aplikatif untuk meningkatkan efisiensi operasional dan keberlanjutan pasokan batubara di PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menganalisis pengelolaan inventori batubara di PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya melalui perhitungan *Safety Stock* dan *Re-Order Point (ROP)*, guna membuktikan secara statistik terjadinya penumpukan batubara (*overstock*) di area *stockpile*. Sementara itu, pendekatan kualitatif diterapkan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi akar penyebab permasalahan dalam rantai pasok batubara menggunakan metode *Fishbone Diagram* (Root Cause Analysis), yang diperoleh melalui wawancara, observasi lapangan, dan studi dokumentasi internal perusahaan.

Penelitian ini dimulai dengan tahap studi pendahuluan, yang bertujuan untuk memahami ruang lingkup dan aktivitas pengelolaan rantai pasok batubara berdasarkan kebijakan dan pedoman internal PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya. Setelah itu dilakukan identifikasi masalah, yang diperoleh melalui observasi langsung di lapangan dan analisis awal terhadap proses penerimaan, penyimpanan, dan konsumsi batubara. Tahap ini bertujuan untuk mengungkap kendala utama seperti fluktuasi pasokan akibat cuaca ekstrem, keterbatasan kapasitas penyimpanan, serta ketidaksesuaian volume pengadaan terhadap kebutuhan aktual.

Selanjutnya, penelitian menetapkan tujuan penelitian yang difokuskan pada pembuktian adanya *overstock* batubara melalui metode *Safety Stock* dan *Re-Order Point (ROP)*, serta identifikasi akar penyebab menggunakan metode *Fishbone Diagram*. Setelah tujuan dirumuskan, dilakukan pengumpulan data, yang terbagi menjadi dua jenis: data primer seperti wawancara, observasi, dan data historis realisasi penerimaan serta pemakaian batubara, serta data sekunder yang mencakup dokumen operasional dan literatur pendukung terkait manajemen inventori.

Data yang diperoleh kemudian masuk ke tahap pengolahan data, di mana dilakukan perhitungan *Safety*

*Penulis Korespondensi.

E-mail: danieljulyantos@gmail.com

Stock dan *ROP* untuk menunjukkan secara statistik kondisi *overstock*. Tahap berikutnya adalah analisis, yang mencakup pemetaan akar penyebab penumpukan batubara melalui pendekatan *Fishbone Diagram*. Terakhir, dilakukan penyusunan kesimpulan dan saran yang berisi rekomendasi strategis dan teknis untuk mengoptimalkan manajemen rantai pasok batubara serta meningkatkan efisiensi operasional pembangkit. Penelitian ditutup dengan hasil dan saran sebagai masukan bagi pihak perusahaan.

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari: (1) Data primer yang mencakup data historis mengenai perencanaan, penerimaan aktual, dan konsumsi batu bara pada tahun 2024, serta informasi yang diperoleh melalui wawancara dengan mentor di divisi inventori energi primer; (2) Data sekunder yang meliputi dokumen perusahaan seperti jadwal pengiriman dan laporan persediaan, serta referensi literatur mengenai metode pengelolaan *safety stock* dan *re-order point*.

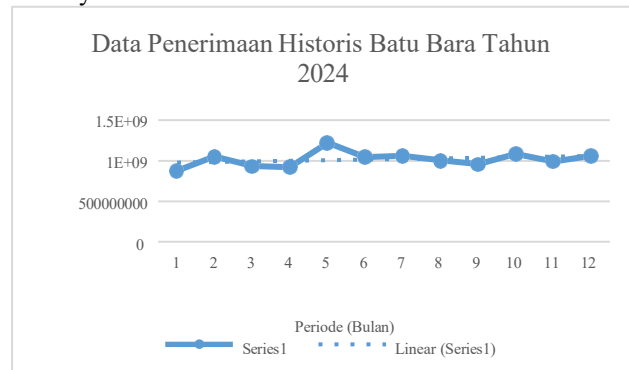
Berikut adalah data historis terkait perencanaan, penerimaan aktual, dan konsumsi batu bara untuk tahun 2024 yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Data historis perencanaan, penerimaan aktual, dan konsumsi batu bara periode tahun 2024.

Periode	Bulan	Total		Stock Tersisa (kg)
		Penerimaan (kg)	Pemakaian (kg)	
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

(Sumber: PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya, 2025)

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



Gambar 2. Pola Data Penerimaan Batu Bara PT Indonesia Power UBP Suralaya periode tahun 2024.

Pada Gambar 2, terlihat bahwa pola data penerimaan mengalami tren kenaikan hingga akhir

periode. Selain itu, tidak terdapat fluktuasi signifikan pada visualisasi grafik. Untuk melakukan perencanaan yang mempertimbangkan tren dan menghindari fluktuasi, metode yang tepat untuk digunakan adalah *Safety Stock* dan *Re-Order Point (ROP)*. *Safety Stock* digunakan untuk mengantisipasi ketidakpastian dalam permintaan dan pengiriman, sementara *ROP* menentukan waktu yang tepat untuk memesan ulang agar stok tidak habis. Meskipun perusahaan telah menggunakan empat metode *time series* untuk peramalan, dalam penelitian ini, perencanaan tetap dilakukan dengan menggunakan perhitungan *Safety Stock* dan *ROP* untuk memprediksi kebutuhan batu bara di periode 2025 (12 periode peramalan). Hasil perhitungan *Safety Stock* dan *ROP* ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar perencanaan penerimaan batu bara pada tahun 2025.

Berikut merupakan persamaan dalam perhitungan metode *Safety Stock* dan *Re-Order Point (ROP)* (Tarunokusumo & Sukania, 2021).

$$\text{Standar Deviasi } (\sigma_d) = \sqrt{\sum \frac{(X-x)^2}{n-1}} \quad (1)$$

$$SS = Z \times \sigma_d \times \sqrt{LT} \quad (2)$$

$$ROP = (D \times LT) + SS \quad (3)$$

Keterangan:

$(\bar{X} - x)^2$ = Selisih kuadrat

n = Jumlah periode bulan ke- n

Z = Service level

σ_d = Standar deviasi

LT = Lead time

D = Permintaan rata-rata harian

SS = Safety Stock

Setelah melakukan perhitungan menggunakan metode *Safety Stock* dan *Re-Order Point (ROP)*, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis menggunakan *Fishbone Diagram* atau *Root Cause Analysis*. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari permasalahan penumpukan batubara (*overstock*) dalam sistem pengelolaan rantai pasok. Melalui *Fishbone Diagram*, berbagai faktor penyebab dikaji secara sistematis berdasarkan kategori utama seperti manusia, metode, material, mesin, dan lingkungan. Pendekatan ini memberikan gambaran menyeluruh tentang penyebab-penyebab utama yang memengaruhi ketidakefisienan pengelolaan inventori.

Selain itu, dilakukan juga wawancara dengan pihak-pihak terkait untuk menggali hambatan dalam pengelolaan persediaan batubara, seperti fluktuasi permintaan, keterlambatan pengiriman akibat cuaca ekstrem, dan keterbatasan kapasitas penyimpanan. Informasi dari wawancara ini digunakan untuk memperkuat hasil analisis kualitatif dan sebagai dasar dalam merumuskan langkah-langkah perbaikan yang aplikatif.

Setelah itu, dilakukan identifikasi masalah utama yang menyebabkan kurang optimalnya pengelolaan

inventori batubara. Masalah-masalah yang telah diidentifikasi kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan kombinasi metode *Safety Stock*, *ROP*, dan *Fishbone Diagram*. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat ditemukan solusi yang tepat dan efisien untuk mengurangi risiko penumpukan batubara serta meningkatkan efektivitas manajemen rantai pasok di PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 *Safety Stock* dan *Re-Order Point*

Safety stock merupakan persediaan pengaman yang berfungsi untuk menghindari ketidaktersediaan bahan bakar sebelum dilakukan pemesanan kembali. Sedangkan *Re-order Point* adalah titik pemesanan kembali yang ideal untuk menghindari pemesanan yang terlalu cepat yang mengakibatkan terjadinya penumpukan bahan bakar.

Nilai *service level* yang digunakan PT Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkit Suralaya sebesar 95%, dimana resiko kehabisan persediaan hanya 5% yang diakibatkan oleh keterlambatan penerimaan Batubara karena cuaca dan pemakaian Batubara yang lebih akibat penurunan kadar kalori Batubara. *Service level* 95% memiliki nilai 1,65 yang dapat dilihat pada tabel distribusi normal atau menggunakan *excel* formula yakni (=NORMS.S.INV (probability)). *Leadtime* pemesanan yang digunakan untuk bahan bakar Batubara tetap yakni 4 hari yang dipesan kepada *supplier*. Tingkat *Safety Stock* dan *ROP* untuk setiap jenis bahan bakar dihitung berdasarkan data pemakaian persediaan. Berikut adalah perhitungan model probabilistik untuk *Safety Stock* dan *ROP* bahan bakar batubara berdasarkan data pemakaian batubara dari Januari 2024 hingga Desember 2024.

Tabel 3. Penggunaan Persediaan Batubara (Jan 2024 – Des 2024)

Periode	Pemakaian (kg)	Pemakaian per hari (kg)	Selisih (kg)	Selisih Kuadrat (kg)
Januari	938.620.862	30.278.092	-2.142.622	4.590.827.088.927
Februari	918.983.192	31.689.076	-731.638	535.294.576.079
Maret	952.459.754	30.724.508	-1.696.206	2.877.113.691.651
April	910.966.718	30.365.557	-2.055.157	4.223.668.657.953
Mei	995.254.270	32.104.976	-315.737	99.690.116.406
Juni	859.453.755	28.648.459	-3.772.255	14.229.910.564.983
Juli	985.132.893	31.778.480	-642.233	412.463.803.168
Agustus	959.305.843	30.945.350	-1.475.364	2.176.699.210.693
September	979.565.145	32.652.172	231.458	53.572.635.192
Oktober	1.146.484.617	36.983.375	4.562.661	20.817.874.246.214
November	1.030.871.779	34.362.393	1.941.679	3.770.116.425.905
Desember	1.194.000.000	38.516.129	6.095.415	37.154.086.018.886
Total	11.871.098.828	389.048.566	356.627.853	90.941.317.036.056
Rata-rata	989.258.236	32.420.714		7.578.443.086.338

Berdasarkan penjelasan di atas, diketahui bahwa nilai *service level* 95% adalah 1,65 dan *lead time* 4 hari dengan $\sqrt{LT}$ sebesar 2. Pengiriman batubara dilakukan dari Sumatera Selatan dan Kalimantan ke PT Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkit (UBP) Suralaya yang terletak di Desa Suralaya, Kecamatan Pulo Merak, Serang, Banten. Berikut adalah perhitungan untuk Standar Deviasi, *Safety Stock* (SS), dan *ROP*.

$$\begin{aligned}\text{Standar Deviasi } (\sigma_d) &= \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - x)^2}{n - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{90.941.317.036.056,10}{11}} \\ &= 2.875.307 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Safety Stock (SS)} &= Z \times \sigma_d \times \sqrt{LT} \\ &= 1,65 \times 2.875.307, \times \sqrt{4} \\ &= 9.488.514\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ROP} &= (D \times LT) + SS \\ \text{ROP} &= (32.420.713,87 \times 4) + 9.488.514 \\ \text{ROP} &= 129.682.855,5 + 9.488.514 \\ \text{ROP} &= 139.171.370\end{aligned}$$

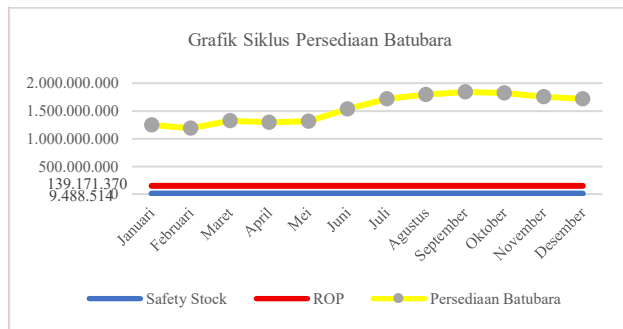
Hasil perhitungan didapatkan nilai *ROP* sebesar 139.171.370 kg dan *safety stock* sebesar 9.488.514 kg untuk persediaan bahan bakar batubara. Angka-angka ini diperoleh melalui analisis yang cermat untuk memastikan ketersediaan bahan bakar batubara yang cukup dalam menghadapi fluktuasi permintaan dan ketidakpastian pengiriman. Siklus pemesanan persediaan bahan bakar batubara diperlukan untuk mengetahui tingkat keluar masuknya barang dengan kesesuaian metode yang diterapkan perusahaan dengan *safety stock* dan *ROP* yang telah diperhitungkan untuk memastikan bahwa stok batubara selalu berada dalam batas yang aman, menghindari kekurangan yang dapat mengganggu operasi pembangkit. PT Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkit Suralaya memiliki rencana keluar masuk persediaan Batubara sendiri. Berikut merupakan Tabel *Stock* keluar masuk persediaan batubara periode Januari 2024 – Desember 2024.

Tabel 4. Keluar Masuk *Stock* Persediaan Batubara (Jan 2024 – Des 2024)

Periode	Stock Awal (kg)	Masuk (kg)	Keluar (kg)	Stock Akhir (kg)
Januari	1.101.133.908	876.660.677	938.620.862	1.039.173.723
Februari	1.039.173.723	1.049.597.934	918.983.192	1.169.788.465
Maret	1.169.788.465	932.173.231	952.459.754	1.149.501.942
April	1.149.501.942	921.824.978	910.966.718	1.160.360.202
Mei	1.160.360.202	1.221.412.131	995.254.270	1.386.518.063
Juni	1.386.518.063	1.045.888.165	859.453.755	1.572.952.473
Juli	1.572.952.473	1.062.006.398	985.132.893	1.649.825.978
Agustus	1.649.825.978	1.002.317.361	959.305.843	1.692.837.496
September	1.692.837.496	958.316.050	979.565.145	1.671.588.401
Oktober	1.671.588.401	1.085.002.517	1.146.484.617	1.610.106.301
November	1.610.106.301	990.446.427	1.030.871.779	1.569.680.949
Desember	1.569.680.949	1.060.100.000	1.194.000.000	1.435.780.949

Tabel *stock* di atas menunjukkan pergerakan *stock* keluar masuk bahan bakar Batubara pada PT Indonesia Power Unit Pembangkit Suralaya. Tabel *stock* keluar masuk merupakan kebutuhan data untuk membuat grafik persediaan. Grafik keluar masuk yang jauh dari tingkat *safety stock* juga berpengaruh pada kelebihan bahan bakar di *stock area*. Grafik siklus pemesanan persediaan bahan bakar Batubara beserta *safety stock* dan tingkat *ROP* dapat dilihat pada gambar berikut.

Gambar 1 Grafik Persediaan Batubara Januari 2024 – Desember 2024



Gambar 1 menunjukkan bahwa tingkat pemesanan ulang (ROP) yang diterapkan pada persediaan batubara relatif tinggi, karena dalam siklus pemesanan selama dua belas bulan, permintaan batubara melebihi ROP, sehingga mengakibatkan stok bahan bakar yang berlebihan di area penyimpanan dan sulit untuk dikendalikan. Dalam grafik tersebut, persediaan batubara setiap bulan menunjukkan angka yang lebih tinggi dibandingkan dengan ROP dan *Safety Stock* yang tetap stabil, mengindikasikan bahwa permintaan batubara yang terjadi melebihi kapasitas yang telah diperkirakan. Hal ini berujung pada penumpukan batubara di area penyimpanan yang menyebabkan inefisiensi dalam penggunaan ruang, peningkatan biaya logistik, serta kesulitan dalam pengelolaan persediaan. Penumpukan ini mengarah pada masalah *overstock* yang semakin sulit dikendalikan, karena setiap bulan persediaan terus meningkat sementara ROP dan *Safety Stock* tetap berada pada level yang sama. Oleh karena itu diperlukan analisis lebih lanjut mengenai penyebab terjadinya penumpukan batubara atau yang biasa disebut *overstock* di area penyimpanan batubara (*stockpile*) agar dapat diberikan rekomendasi perbaikan yang efektif dan aplikatif untuk mengatasi serta mencegah terjadinya penumpukan batubara (*overstock*) di area *stockpile*, guna mendukung efisiensi pengelolaan inventori dan kelancaran operasional pembangkit listrik.

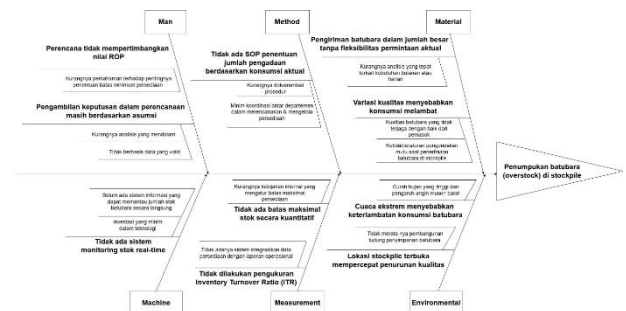
3.2 Fishbone Diagram (Root Cause Analysis)

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, ketidakefisienan dalam pengelolaan inventori batubara di PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya utamanya disebabkan oleh kondisi lingkungan *stockpile* yang kurang tertata dengan baik. Selain itu, hasil perhitungan *Safety Stock* dan *Re-Order Point* yang disajikan dalam bentuk grafik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan antara jumlah persediaan aktual batubara dengan nilai ROP dan *Safety Stock* ideal. Hal ini membuktikan bahwa telah terjadi penumpukan batubara (*overstock*) secara sistematis, yang tidak hanya disebabkan oleh kelebihan pengadaan, tetapi juga oleh faktor-faktor lain yang lebih kompleks dalam sistem rantai pasok.

Oleh karena itu, dibutuhkan analisis mendalam mengenai apa saja penyebab utama dari terjadinya penumpukan batubara di area *stockpile*. Untuk menjawab hal tersebut, pendekatan kualitatif digunakan dengan menerapkan metode *Fishbone Diagram* (*Root Cause Analysis*), yang bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah dari berbagai aspek. Hasil analisis ini akan menjadi dasar dalam merumuskan rekomendasi perbaikan yang efektif dan aplikatif, guna mengurangi dan mencegah terjadinya *overstock* batubara di masa mendatang.

Berikut merupakan gambar metode *fishbone diagram* dengan analisis penyebab terjadinya penumpukan batubara (*overstock*) di *stockpile*.

Gambar 2 Metode *Fishbone Diagram* Penumpukan Batubara di *Stockpile*



Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Fishbone Diagram*, penumpukan batubara (*overstock*) di area *stockpile* PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya disebabkan oleh berbagai faktor yang saling berkaitan dan membentuk akar masalah yang kompleks. Dari sisi sumber daya manusia (*Man*), permasalahan utama terletak pada kurangnya pemahaman perencana terhadap pentingnya penentuan *Re-Order Point* (ROP) dan *Safety Stock* sebagai dasar pengambilan keputusan pengadaan. Keputusan dalam perencanaan masih banyak didasarkan pada asumsi tanpa analisis data historis yang valid dan mendalam, sehingga volume pemesanan sering kali tidak mencerminkan kebutuhan aktual di lapangan.

Dari aspek metode (*Method*), belum adanya standar operasional prosedur (SOP) yang mengatur penentuan jumlah pengadaan berdasarkan konsumsi aktual menyebabkan pengadaan dilakukan dengan pola tetap tanpa mempertimbangkan variasi kebutuhan harian atau bulanan. Minimnya dokumentasi dan koordinasi antara bagian perencanaan dan pengelola persediaan juga memperkuat kondisi ini, sehingga potensi terjadinya *overstock* semakin tinggi karena tidak adanya sistem kontrol yang adaptif terhadap perubahan permintaan.

Faktor material (*Material*) juga turut memberikan kontribusi terhadap penumpukan stok. Pengiriman batubara dalam jumlah besar dilakukan tanpa fleksibilitas terhadap permintaan aktual, sehingga ketika konsumsi menurun, stok batubara terus bertambah. Selain itu,

kualitas batubara yang bervariasi dan tidak selalu terjaga menyebabkan proses konsumsi di pembangkit melambat. Ketidaktepatan dalam pengendalian mutu saat penerimaan batubara di stockpile turut memperburuk kondisi, karena stok yang tidak segera digunakan terus menumpuk dan berisiko menurun kualitasnya.

Dari sisi mesin atau teknologi (*Machine*), belum tersedianya sistem monitoring stok secara real-time menjadi kendala utama dalam pengawasan stok yang akurat. Sistem informasi yang digunakan belum mampu memberikan data terkini secara otomatis, sehingga data stok sering kali tidak diperbarui secara cepat. Hal ini menyebabkan pengambilan keputusan logistik tertinggal dari kondisi aktual di lapangan, dan mendorong terjadinya pengadaan meskipun stok masih mencukupi.

Dalam hal pengukuran (*Measurement*), tidak adanya batas maksimum stok yang ditetapkan secara kuantitatif menjadi salah satu kelemahan utama dalam pengendalian inventori. Perusahaan belum menetapkan indikator jelas seperti *Inventory Turnover Ratio* (ITR) untuk mengevaluasi efektivitas rotasi stok. Akibatnya, stok batubara dapat terus bertambah tanpa ada batasan atau evaluasi performa yang terukur.

Terakhir, dari aspek lingkungan (*Environmental*), kondisi cuaca ekstrem seperti curah hujan tinggi dan pengaruh angin muson menyebabkan keterlambatan konsumsi batubara di pembangkit. Selain itu, lokasi *stockpile* yang terbuka dan belum seluruhnya memiliki tudung penyimpanan menyebabkan batubara lebih cepat menurun kualitasnya, sehingga menambah volume stok tidak terpakai yang tersisa di lapangan.

3.3 Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan hasil identifikasi akar masalah melalui metode *Fishbone Diagram*, dapat disimpulkan bahwa penyebab utama terjadinya penumpukan batubara (*overstock*) di area *stockpile* berasal dari kombinasi faktor internal seperti kelemahan dalam perencanaan, sistem monitoring, kebijakan pengadaan, serta faktor eksternal seperti fluktuasi kualitas batubara dan cuaca ekstrem. Oleh karena itu, dibutuhkan serangkaian rekomendasi perbaikan yang tidak hanya menasar aspek teknis, namun juga kebijakan dan sistem pendukung lainnya secara menyeluruh. Berikut adalah beberapa rekomendasi perbaikan yang efektif dan aplikatif:

1. Peningkatan Kompetensi dan Kapasitas Perencana Logistik
Perusahaan disarankan untuk melakukan perhitungan *Re-Order Point* (ROP) dan *Safety Stock* secara berkala berdasarkan data konsumsi aktual, waktu tunggu (*lead time*), dan deviasi permintaan. Hasil perhitungan ini perlu menjadi acuan utama dalam pengambilan keputusan pengadaan. Untuk mendukung implementasi, perusahaan dapat menggunakan dashboard berbasis *Excel* atau sistem sederhana lainnya guna

menampilkan posisi stok terhadap ROP dan estimasi kebutuhan. Selain itu, setiap pengajuan pengadaan sebaiknya disertai dokumen perhitungan ROP dan disetujui lintas divisi.

2. Penyusunan dan Implementasi SOP Pengadaan Berdasarkan Konsumsi Aktual
Diperlukan pembuatan SOP yang jelas mengenai penentuan jumlah pengadaan batubara dengan pendekatan berbasis data historis konsumsi dan proyeksi kebutuhan. SOP ini harus mencakup ketentuan jadwal pemesanan, batas maksimum volume pengadaan, hingga prosedur penyesuaian jika permintaan menurun. Pendekatan seperti *frequent-small ordering* dapat dijadikan kebijakan, yaitu melakukan pemesanan dalam jumlah kecil namun lebih sering, untuk mencegah penumpukan stok secara berlebihan.
3. Digitalisasi Sistem Monitoring dan Kontrol Persediaan
Rekomendasi ini mencakup implementasi sistem informasi persediaan yang mampu memantau stok batubara secara real-time, termasuk data stok masuk, stok keluar, proyeksi kebutuhan, dan batas aman stok. Penggunaan sistem berbasis ERP (*Enterprise Resource Planning*) atau dashboard logistik berbasis *spreadsheet* otomatis akan memungkinkan manajemen untuk memantau kondisi stok secara cepat dan akurat, serta memberikan *alert system* saat stok melebihi atau mendekati ambang batas.
4. Penetapan Batas Maksimal Stok dan Pengukuran *Inventory Turnover Ratio* (ITR)
Perusahaan perlu menetapkan batas stok maksimal yang dihitung berdasarkan jumlah rata-rata konsumsi harian, misalnya tidak lebih dari 20 hari kebutuhan. Selain itu, perlu dilakukan evaluasi ITR setiap bulan untuk mengukur seberapa cepat stok berputar. Jika ITR terlalu rendah (<1), maka artinya terjadi penumpukan dan perlu dilakukan evaluasi ulang terhadap volume pengadaan.
5. Evaluasi Kualitas Batubara dan Pengendalian Mutu Penerimaan
Kualitas batubara yang bervariasi sering kali menyebabkan laju konsumsi melambat. Oleh karena itu, setiap batubara yang diterima di *stockpile* harus melewati proses pengujian kualitas terlebih dahulu, termasuk uji kadar air, nilai kalor, dan ukuran partikel. Hasil uji ini digunakan sebagai dasar untuk menentukan prioritas penggunaan dan rotasi stok. Batubara yang tidak sesuai spesifikasi sebaiknya ditempatkan terpisah untuk proses penyesuaian lebih lanjut.
6. Penyesuaian Volume dan Jadwal Pengiriman Batubara

Volume pengiriman dari pemasok perlu disesuaikan dengan fluktuasi konsumsi aktual. Kontrak dengan pemasok perlu direvisi untuk memasukkan klausul fleksibilitas, sehingga volume pengiriman dapat dikurangi atau dijadwalkan ulang ketika stok sudah mendekati batas maksimum. Sistem *call-off order*, yaitu pemesanan sebagian dari kontrak besar secara bertahap, dapat diterapkan sebagai solusi agar pasokan tetap terjaga namun tidak menimbulkan *overstock*.

7. Perbaikan Infrastruktur dan Perlindungan *Stockpile*

Stockpile terbuka sangat rentan terhadap kerusakan material akibat hujan dan angin. Oleh karena itu, dibutuhkan pembangunan tudung pelindung (*stockpile shelter*) secara menyeluruh di area penyimpanan batubara. Selain itu, perlu disediakan drainase yang memadai dan sistem pemadatan landasan untuk mencegah pencampuran lumpur dan air ke dalam tumpukan batubara.

8. Pembentukan Tim Evaluasi Rutin dan Integrasi Lintas Fungsi

Perusahaan dapat membentuk tim evaluasi stok yang terdiri dari perwakilan logistik, perencanaan, pengadaan, dan operasional. Tim ini bertugas melakukan evaluasi bulanan terhadap posisi stok, perbandingan dengan nilai ROP dan batas maksimum, nilai ITR, serta proyeksi kebutuhan mendatang. Hasil evaluasi dijadikan dasar untuk melakukan penyesuaian volume dan waktu pengadaan berikutnya, sehingga pengelolaan stok lebih adaptif dan kolaboratif.

4. Kesimpulan

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi risiko dalam pengelolaan rantai pasok batu bara di PT PLN Indonesia Power UBP Suralaya dan memberikan solusi yang dapat meningkatkan efisiensi operasional. Penelitian ini menggunakan perhitungan *Safety Stock* dan *Re-order Point* (ROP) untuk memastikan ketersediaan batu bara yang cukup, sekaligus menghindari penumpukan stok yang tidak efisien. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai *Safety Stock* yang dihitung sebesar 9.488.514 kg dan nilai ROP sebesar 139.171.370 kg. Penerapan nilai-nilai ini diharapkan dapat mencegah kekurangan stok dan penumpukan stok yang berlebihan, sehingga dapat memastikan ketersediaan batu bara yang cukup dalam menghadapi fluktuasi permintaan dan ketidakpastian pengiriman. Penerapan *Safety Stock* dan ROP yang tepat akan membantu meminimalkan biaya penyimpanan dan memastikan kelancaran pasokan batu bara ke pembangkit listrik.

Melalui analisis kualitatif menggunakan metode *Fishbone Diagram* (*Root Cause Analysis*), penelitian ini

berhasil mengidentifikasi enam faktor utama penyebab penumpukan batubara, yaitu dari sisi manusia, metode, material, mesin, pengukuran, dan lingkungan. Akar masalah utamanya mencakup pengambilan keputusan pengadaan yang masih berdasarkan asumsi, tidak adanya SOP yang mengatur volume dan waktu pemesanan berbasis konsumsi aktual, kualitas batubara yang bervariasi, belum tersedia sistem monitoring stok secara *real-time*, serta tidak diterapkannya indikator evaluasi seperti *Inventory Turnover Ratio* (ITR). Selain itu, kondisi *stockpile* yang terbuka juga memperparah penurunan kualitas stok lama, sehingga menambah akumulasi stok yang tidak segera digunakan.

Hasil identifikasi tersebut melandasi perumusan rekomendasi perbaikan yang bersifat teknis dan aplikatif. Beberapa rekomendasi utama antara lain adalah penerapan pengendalian stok berbasis ROP dan *Safety Stock*, digitalisasi sistem *monitoring* persediaan, penetapan batas maksimum stok, pengukuran ITR secara berkala, serta penyesuaian jadwal dan volume pengadaan batubara sesuai kebutuhan aktual. Selain itu, perusahaan juga disarankan untuk memperbaiki infrastruktur *stockpile* guna melindungi kualitas batubara, serta membentuk tim evaluasi stok lintas divisi agar pengelolaan inventori lebih terintegrasi dan responsif. Rekomendasi ini diharapkan dapat mencegah penumpukan stok berlebih di masa depan dan mendukung kelancaran operasional pembangkit secara lebih efisien dan berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Aristriyana, E., & Fauzi, R. A. (2019). ANALISIS PENYEBAB KECACATAN PRODUK DENGAN METODE FISHBONE DIAGRAM DAN FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS (FMEA) PADA PERUSAHAAN ELANG MAS SINDANG KASIH CIAMIS. *JURNAL INDUSTRIAL GALUH*, 1-11.
- Barata, F. R. (2024). Safety risk and operational efficiency on logistic service providers' sustainable coal supply chain management. *Uncertain Supply Chain Management*.
- Jun, D. H. (2015). Research on the Risk Factors of Power Coal Supply in China's Shanxi Province Based on ISM. *Journal of Investment Management*.
- Osborne, D. S. (2013). *The Coal Handbook: Towards Cleaner Production*. Woodhead Publishing Limited.
- Pakpahan, S. (2022). Pengendalian Persediaan Suku Cadang Maintenance Di PT ABC Dengan Metode EOQ. *Jurnal Comasie*, 75-83.
- Rebecca, A. E. (2024). Transformasi Energi Berkelanjutan Di Indonesia: Kebijakan Dan Tantangan Transisi Dari Batubara Ke Energi Terbarukan Selama Dua Periode Kepemimpinan Jokowi. *Jurnal Ilmu Sosial*, 5-6.

Tarunokusumo, H. I., & Sukania, I. W. (2021).
Perhitungan Safety Stock dan Reorder Point
Bahan Baku Untuk Produksi Roller Pada PT.
XYZ. *International Conference on Mechanical,
Industrial and Electrical Engineering* (pp. 1-6).
Jakarta: Universitas Tarumanagara Indonesia.