JEMSI: Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi
E-ISSN: 2686-5238
P-ISSN: 2686-4916
https://dinastirev.org/JEMSI dinasti.info@gmail.com +62 811 7404 455
DOI: https://doi.org/10.38035/jemsi.v7i1
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Received: 15 Juli 2025 | **Revised:** 25 Agustus 2025 | **Accepted:** 15 September 2025

Usulan Pengendalian Persediaan *Spare Part* di PT United Tractors Tbk menggunakan Metode *Time Series Forecasting*, *Economic Order Quantity* (EOQ) Probabilistik dan *Min-Max*

Assyifa Ayu Yuliani[1], Dodi Permadi[2], Amri Yanuar[3]
[1]Universitas Logistik dan Bisnis Internasioanl, Bandung, Indonesia, assyifaayu93@gmail.com
[2]Universitas Logistik dan Bisnis Internasioanl, Bandung, Indonesia, dodi@ulbi.ac.id
[3]Universitas Logistik dan Bisnis Internasioanl, Bandung, Indonesia, amri@ulbi.ac.id

Corresponding Author: assyifaayu93@gmail.com[1]

Abstract: *Spare parts inventory plays an important role in supporting smooth operations, especially in the heavy equipment sector. PT United Tractors Tbk faces high storage costs due to overstocking of several Category A Spare Parts items, caused by inventory planning that does not take demand patterns into account. This study aims to: (a) predict sales of Category A spare parts for the next three months using the Time Series Forecasting method; (b) apply the Probabilistic EOQ method to calculate the optimal order quantity; (c) determine the minimum, maximum, and reorder point using the Min-Max Stock approach; and (d) propose efficient, data-driven inventory control policies. Historical sales data were analyzed using the Moving Average, Exponential Smoothing, and Decomposition methods, with accuracy measured through MAD, MSE, and MAPE. The research results show that the Probabilistic EOQ method produces a lower Total Inventory Cost (TIC) compared to the Min-Max Stock method and actual conditions, while optimizing order quantities and reducing purchase frequency. The Min-Max Stock method remains effective in maintaining supply despite higher costs. The recommendation of this study is to implement the Probabilistic EOQ method as the primary strategy, accompanied by regular data updates to ensure the calculations remain relevant.*

Keyword: *Inventory Control, Probabilistic EOQ, Min-Max Inventory, Time Series Forecasting, Total Inventory Costs*

Abstrak: Persediaan suku cadang berperan penting dalam mendukung kelancaran operasional, terutama di sektor alat berat. PT United Tractors Tbk menghadapi tingginya biaya penyimpanan akibat *overstock* pada beberapa item *Spare Part* kategori A, yang disebabkan perencanaan persediaan belum mempertimbangkan pola permintaan. Penelitian ini bertujuan: (a) memprediksi penjualan *Spare Part* kategori A selama 3 bulan ke depan menggunakan metode *Time Series Forecasting*; (b) menerapkan metode EOQ Probabilistik untuk menghitung jumlah pemesanan optimal; (c) menentukan batas minimum, maksimum, dan *reorder point* dengan pendekatan *Min-Max Stock*; serta (d) memberikan usulan kebijakan pengendalian

persediaan yang efisien dan berbasis data. Data historis penjualan dianalisis menggunakan metode *Moving Average, Exponential Smoothing*, dan *Decomposition*, dengan akurasi diukur melalui MAD, MSE, dan MAPE. Hasil penelitian menunjukkan metode EOQ Probabilistik menghasilkan Total *Inventory Cost* (TIC) lebih rendah dibandingkan *Min-Max Stock* dan kondisi aktual, sekaligus mengoptimalkan jumlah pemesanan dan mengurangi frekuensi pembelian. *Min-Max Stock* tetap efektif dalam menjaga pasokan meski dengan biaya lebih tinggi. Rekomendasi penelitian ini adalah penerapan metode EOQ Probabilistik sebagai strategi utama, disertai pembaruan data secara berkala agar hasil perhitungan tetap relevan.

Kata Kunci: Pengendalian Persediaan, EOQ Probabilistik, *Min-max Stock, Time Series Forecasting*, *Total Inventory Cost*

PENDAHULUAN

Dalam persaingan bisnis yang semakin ketat, efektivitas pengelolaan persediaan menjadi salah satu faktor kunci bagi kelancaran operasional dan efisiensi biaya perusahaan. Persediaan yang dikelola dengan baik memungkinkan perusahaan menjaga ketersediaan barang secara optimal, mencegah terjadinya kekurangan *(stockout*) yang dapat menghambat aktivitas operasional, serta menghindari kelebihan stok *(overstock)* yang berpotensi menimbulkan pemborosan biaya penyimpanan (Heizer et al., 2017). PT United Tractors Tbk, sebagai salah satu distributor alat berat terkemuka di Indonesia, sangat bergantung pada ketersediaan suku cadang untuk mendukung proses pemeliharaan dan perbaikan unit pelanggan. Keterlambatan atau kekurangan suku cadang dapat berdampak langsung terhadap *downtime* alat berat, yang pada akhirnya memengaruhi kepuasan pelanggan dan reputasi perusahaan (Anjelina et al., 2025). Namun, kompleksitas jenis dan jumlah suku cadang yang dikelola seringkali menimbulkan tantangan tersendiri, terutama karena belum diterapkannya metode pengendalian persediaan yang terstruktur dan berbasis data (Nasrum, 2018). Berdasarkan data persediaan periode Mei 2024–April 2025, tercatat sebanyak 75 jenis spare part di gudang Semarang. Untuk menentukan prioritas pengelolaan dan memaksimalkan efisiensi, dilakukan analisis *Activity Based Classification* (ABC) yang mengelompokkan barang ke dalam tiga kategori, yaitu kategori A yang terdiri dari barang bernilai penggunaan tinggi namun jumlahnya relatif sedikit (±10–20%), kategori B dengan nilai sedang dan jumlah menengah, serta kategori C yang memiliki nilai rendah tetapi jumlah itemnya banyak. Melalui pendekatan ini, perusahaan dapat memfokuskan pengawasan secara lebih intensif pada item dengan kontribusi terbesar terhadap total nilai persediaan, sehingga pengendalian dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien (Utama Edward et al., 2019). Berikut adalah pengkalsifikasian *Spare Part* menggunakan metode analisis ABC:

Tabel 1. Analisis ABC

NO	Material	DESC	SISA STOK	HARGA/UNIT (RP)	SUB TOTAL	%	KUMULATIF	KLASIFIKASI
1	2277576	INSPECTION KIT M PROMO	450	Rp 1.423.557,00	Rp 640.600.650,00	21,89%	21,89%	A
2	15W40-DH1/D209	KGO 15W40 DRUM CAMPAIGN	67	Rp 5.389.990,00	Rp 361.129.330,00	12,34%	34,24%	A
3	HO-46-HM/D209	KGO HO46 DRUM CAMPAIGN	60	Rp 5.078.800,33	Rp 304.728.020,00	10,42%	44,65%	A
4	XS40TV	TOOTH,SINGLE TIGER	139	Rp 1.797.845,33	Rp 249.900.501,33	8,54%	53,19%	A
5	295/80R22.5TRC03	TYRE 295/80R22.5TRC03 TL 154/151M	45	Rp 3.450.000,00	Rp 155.250.000,00	5,31%	58,50%	A
6	15W40-E7S/P20	SCANIA 15W40 PAIL ENGINE OIL	228	Rp 676.268,00	Rp 154.189.104,00	5,27%	63,77%	A
7	600-319-3610	CARTRIDGE	446	Rp 366.944,80	Rp 163.657.380,80	5,59%	69,36%	A
8	600-319-3750	FUEL FILTER	315	Rp 304.167,00	Rp 95.812.605,00	3,27%	72,64%	A
9	600-319-4540	CARTRIDGE	46	Rp 1.521.518,00	Rp 69.989.828,00	2,39%	75,03%	A
10	6736-51-5142	LI*FILTER (C)	314	Rp 249.097,00	Rp 78.216.458,00	2,67%	77,70%	A
11	15W40-DH1/B4	KGO 15W40 CAMPAIGN 4 LITER	361	Rp 164.248,00	Rp 59.293.528,00	2,03%	79,73%	A
12	421-60-35170	ELEMENT	410	Rp 128.022,00	Rp 52.489.020,00	1,79%	81,52%	B
13	20Y-04-J1130	CARTRIDGE	280	Rp 152.714,83	Rp 42.760.153,33	1,46%	82,99%	B
14	600-211-1341	CARTRIDGE	63	Rp 674.918,00	Rp 42.519.834,00	1,45%	84,44%	B
15	15W40-DH1/P20	KGO 15W40 PAIL CAMPAIGN	60	Rp 674.030,00	Rp 40.441.800,00	1,38%	85,82%	B
16	EO-30-DH/P20	KGO EO30 PAIL CAMPAIGN	60	Rp 629.039,00	Rp 37.742.340,00	1,29%	87,11%	B
17	EO-30-DH/D209	KGO EO30 DRUM ENGINE OIL	7	Rp 5.296.558,00	Rp 37.075.906,00	1,27%	88,38%	B
18	600-319-3841	CARTRIDGE	31	Rp 1.079.680,00	Rp 33.470.080,00	1,14%	89,52%	B
19	205-70-19570L	TOOTH STANDART PC200 L	180	Rp 169.763,90	Rp 30.557.502,00	1,04%	90,57%	B
20	714-07-28713	CARTRIDGE	30	Rp 856.662,20	Rp 25.699.866,00	0,88%	91,45%	B
21	07063-51100	ELEMENT	27	Rp 870.981,50	Rp 23.516.500,50	0,80%	92,25%	B
22	600-319-5612	CARTRIDGE	25	Rp 932.145,00	Rp 23.303.625,00	0,80%	93,05%	B
23	1200X540	ADAPTER,1.5 LEG-53-MM	8	Rp 2.475.815,00	Rp 19.806.520,00	0,68%	93,72%	B
24	6742-01-4540	OIL FILTER	25	Rp 730.772,00	Rp 18.269.300,00	0,62%	94,35%	B
25	21W-60-41121	ELEMENT	20	Rp 912.628,50	Rp 18.252.570,00	0,62%	94,97%	B
26	20Y-62-51691	FILTER	46	Rp 358.667,20	Rp 16.498.691,20	0,56%	95,54%	C
27	418-18-34160	CATRIDGE	25	Rp 644.624,00	Rp 16.115.600,00	0,55%	96,09%	C
28	419-60-35153	CARTRIDGE	13	Rp 1.149.925,00	Rp 14.949.025,00	0,51%	96,60%	C
29	702-21-62200	PILOT VALVE	7	Rp 2.006.193,67	Rp 14.043.355,67	0,48%	97,08%	C
30	D10WS	W/O SHROUD-38-MM LIP DURA	5	Rp 2.356.465,00	Rp 11.782.325,00	0,40%	97,48%	C
31	TO-10-CF/P20	KGO TO10 PAIL CAMPAIGN	16	Rp 696.037,00	Rp 11.136.592,00	0,38%	97,86%	C
32	600-311-9121	FUEL FILTER	77	Rp 135.320,00	Rp 10.419.640,00	0,36%	98,22%	C
33	20Y-70-K4060L	TOOTH TIGER PC200 L	50	Rp 174.524,50	Rp 8.726.225,00	0,30%	98,51%	C
34	6732-71-6112	FUEL FILTER	75	Rp 110.481,00	Rp 8.286.075,00	0,28%	98,80%	C
35	600-211-1231	CARTRIDGE ***	64	Rp 128.035,00	Rp 8.194.240,00	0,28%	99,08%	C
36	600-311-7111	CARTRIDGE (C)	40	Rp 153.708,50	Rp 6.148.340,00	0,21%	99,29%	C
37	UTP-T2077014151	TOOTH RUNCING,SINGLE TIGER PC-300	10	Rp 427.955,22	Rp 4.279.552,22	0,15%	99,43%	C
38	5223022134	Q-FUEL FILTER PRIMARY - PROMO	13	Rp 296.080,40	Rp 3.849.045,20	0,13%	99,57%	C
39	01643-32060	LOCK PLATE -p	93	Rp 39.320,53	Rp 3.656.809,41	0,12%	99,69%	C
40	600-411-1151	CORROSION RESIS	19	Rp 158.589,00	Rp 3.013.191,00	0,10%	99,79%	C
41	5222677134	Q-FUEL FILTER SECONDARY	13	Rp 187.734,00	Rp 2.440.542,00	0,08%	99,88%	C
42	UTP-0924402496	PIN TOOTH PC-200	36	Rp 49.599,75	Rp 1.785.591,00	0,06%	99,94%	C
43	5223958455	Q-OIL FILTER - PROMO	7	Rp 252.399,00	Rp 1.766.793,00	0,06%	100,00%	C
44	600-311-7460	CARTRIDGE	13	Rp 127.673,50	Rp 1.659.755,50	0,06%	100,06%	C
45	6271-81-9202	SENSOR ASSY	1	Rp 1.483.011,00	Rp 1.483.011,00	0,05%	100,11%	C
46	600-212-1511	CARTRIDGE	15	Rp 83.081,50	Rp 1.246.222,50	0,04%	100,15%	C
47	05710640	FILTER CARTRIDGE	5	Rp 194.534,50	Rp 972.672,50	0,03%	100,18%	C
48	600-311-8321	CARTRIDGE	5	Rp 188.768,30	Rp 943.841,50	0,03%	100,21%	C
49	05716779	FUEL FILTER	3	Rp 306.723,00	Rp 920.169,00	0,03%	100,25%	C
50	AM-SCDG-P15	DE'LUBE GREASE SUPER CHASIS 3	3	Rp 306.000,00	Rp 918.000,00	0,03%	100,28%	C
51	UTP-2057019570	TOOTH STANDAR PC-200	3	Rp 238.699,63	Rp 716.098,88	0,02%	100,30%	C
52	600-319-3530	CARTRIDGE	2	Rp 300.576,20	Rp 601.152,40	0,02%	100,32%	C
53	600-311-8293	CARTRIDGE (C)	9	Rp 62.139,17	Rp 559.252,50	0,02%	100,34%	C
54	20Y-60-21470	ELEMENT	9	Rp 43.350,00	Rp 390.150,00	0,01%	100,35%	C
55	05825015	FILTER ELEMENT,FUEL	0	Rp 903.701,00	Rp -	0,00%	100,35%	C
56	707-44-12911	RING -p	0	Rp 143.049,75	Rp -	0,00%	100,35%	C
57	7861-92-5810	SENSOR -p	0	Rp 2.146.896,00	Rp -	0,00%	100,35%	C
58	702-21-62300	PILOT VALVE	0	Rp 3.804.395,50	Rp -	0,00%	100,35%	C
59	6271-81-1941	SWITCH	0	Rp 366.719,00	Rp -	0,00%	100,35%	C
60	6151-12-1810	GASKET -p	0	Rp 1.553.191,67	Rp -	0,00%	100,35%	C
61	600-411-1171	CARTRIDGE	0	Rp 267.083,40	Rp -	0,00%	100,35%	C
62	14X-906-1130	CUSHION -p	0	Rp 473.064,50	Rp -	0,00%	100,35%	C
63	17A-13-58522	SHAFT	0	Rp 20.402.252,00	Rp -	0,00%	100,35%	C
64	423-22-12790	NUT	0	Rp 51.553,00	Rp -	0,00%	100,35%	C
65	551219Z03BL	SPRING LEAF	0	Rp 851.196,00	Rp -	0,00%	100,35%	C
66	1798467	SEAL, WITH EXT. THERMOSTAT	0	Rp 50.035,75	Rp -	0,00%	100,35%	C
67	6271-81-1942	SWITCH	0	Rp 355.201,00	Rp -	0,00%	100,35%	C
68	707-56-11740	SEAL,DUST (KIT)	0	Rp 343.744,00	Rp -	0,00%	100,35%	C
69	707-51-11650	RING	0	Rp 763.169,00	Rp -	0,00%	100,35%	C
70	103-15-15340	DETENT ASSY	0	Rp 1.883.089,00	Rp -	0,00%	100,35%	C
71	2153365	INSERT	-1	Rp 23.299,00	-Rp 23.299,00	0,00%	100,35%	C
72	6735-51-5143	OIL FILTER (C)	-1	Rp 119.814,00	-Rp 119.814,00	0,00%	100,35%	C
73	09244-02496L	PIN ASSY PC200 L	-35	Rp 81.443,60	-Rp 2.850.526,00	-0,10%	100,25%	C
74	1720000Z7JP10	ADBLUE JERRYCAN 10 LITER	-40	Rp 82.100,00	-Rp 3.284.000,00	-0,11%	100,14%	C
75	999901Z01P	UD ENGINE OIL 15W40 PAIL (20 L)	-6	Rp 682.667,50	-Rp 4.096.005,00	-0,14%	100,00%	C
		TOTAL			Rp 2.925.800.736,44	100,00%		

Sumber: Pengolahan Data Penulis, 2025

Berdasarkan tabel 1 analisis *Activity Based Classification* (ABC) terhadap 75 item suku cadang di gudang Semarang periode Mei 2024 – April 2025, ditemukan 11 item kategori A yang memiliki nilai kontribusi terbesar terhadap total persediaan dan perlu dioptimalkan pengelolaannya. Penelitian ini mengusulkan penerapan kombinasi metode *Time Series Forecasting*, *Economic Order Quantity* (EOQ) Probabilistik, dan *Min-Max Stock* untuk meminimalkan biaya persediaan sekaligus menjamin ketersediaan barang. Maka dari itu, 11 *Spare Part* tersebut merupakan prioritas yang harus dioptimalkan persediaanya agar meminimalkan biaya persediaan. Berikut merupakan data persediaan, penjualan, dan sisa stok gudang untuk 11 *Spare Part* tersebut:

Tabel 2. Data Rekapitulasi Sisa Stok Kategori A Periode Mei 2024 - April 2025

Material	Sisa Periode Sebelumnya	Total Pembelian	Total Persediaan	Total Penjuala	Sisa Stok
2277576	2	472	474	24	450
15W40-DH1/D209	2	92	94	27	67
HO-46-HM/D209	5	137	142	82	60
XS40TV	28	138	166	27	139
295/80R22.5TRC03	7	50	57	12	45
15W40-E7S/P20	64	175	239	13	226
600-319-3610	189	364	553	107	446
600-319-3750	19	447	466	131	335
600-319-4540	2	92	94	48	46
6736-51-5142	60	323	383	69	314
15W40-DH1/B4	63	321	384	23	361

Sumber: Pengolahan Data Penulis, 2025

Berdasarkan tabel 2 rekap data sisa stok *Spare Part* kategori A dapat dilihat jumlah *overstock* di gudang cukup banyak. Kondisi ini tidak hanya berdampak pada pemborosan ruang

dan penumpukan barang, tetapi juga memicu pemborosan biaya persediaan yang signifikan. Berdasarkan hasil perhitungan total *inventory cost* untuk 11 item prioritas kategori A, ditemukan bahwa total biaya persediaan yang harus ditanggung perusahaan sangat besar. Biaya ini terdiri dari biaya pesan, biaya simpan, biaya kekurangan, dan biaya pembelian. Berikut ini adalah rekapitulasi total biaya persediaan beberapa item prioritas tersebut:

Tabel 3. Rekap Total Biaya Persediaan *Spare Part* Kategori A

Material	Total Biaya Pesan	Total Biaya Pembelian	Total Biaya Kekurangan	Total Biaya Simpan	Total *Inventory Cost*
2277576	Rp 341.656	Rp 671.918.904	Rp -	Rp 216.594.654	Rp 888.855.214
15W40-DH1/D209	Rp 1.778.700	Rp 495.879.080	Rp -	Rp 112.381.500	Rp 610.039.280
HO-46-HM/D209	Rp 1.828.368	Rp 695.795.646	Rp -	Rp 99.036.600	Rp 796.660.614
XS40TV	Rp 269.675	Rp 248.102.656	Rp -	Rp 75.958.740	Rp 324.331.071
295/80R22.5TRC03	Rp 207.000	Rp 172.500.000	Rp -	Rp 42.952.500	Rp 215.659.500
15W40-E7S/P20	Rp 101.440	Rp 118.346.900	Rp -	Rp 47.101.509	Rp 165.549.849
600-319-3610	Rp 88.064	Rp 133.567.907	Rp -	Rp 74.947.495	Rp 208.603.466
600-319-3750	Rp 91.250	Rp 135.962.649	Rp -	Rp 35.845.256	Rp 171.899.155
600-319-4540	Rp 365.168	Rp 139.979.656	Rp -	Rp 32.712.680	Rp 173.057.504
6736-51-5142	Rp 74.730	Rp 80.458.331	Rp -	Rp 27.525.550	Rp 108.058.611
15W40-DH1/B4	Rp 19.708	Rp 52.723.608	Rp -	Rp 20.431.456	Rp 73.174.772

Sumber: Pengolahan Data Penulis, 2025

Dapat dilihat dari nilai total biaya persediaan *Spare Part* kategori A jika tidak dilakukan pengendalian yang tepat, perusahaan akan terus mengalami pemborosan yang berkelanjutan, baik dari sisi keuangan maupun operasional. Oleh karena itu perlu adanya pendekatan pengendalian persediaan yang adaptif, seperti metode *time series forcasting*, *economic order quantity* (EOQ) probabilistik *dan min-max* yang mampu menyesuaikan kebijakan pemesanan dengan ketidakpastian permintaan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan: (a) memprediksi penjualan *Spare Part* kategori A selama 3 bulan ke depan menggunakan metode *Time Series Forecasting*; (b) menerapkan metode EOQ Probabilistik untuk menghitung jumlah pemesanan optimal; (c) menentukan batas minimum, maksimum, dan *reorder point* dengan pendekatan *Min-Max Stock*; serta (d) memberikan usulan kebijakan pengendalian persediaan yang efisien dan berbasis data.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif untuk menganalisis dan mengusulkan kebijakan pengendalian persediaan spare part kategori A di PT United Tractors Tbk Cabang Semarang. Menurut (Sugiyono, 2017), metode kuantitatif deskriptif digunakan untuk menggambarkan fenomena secara sistematis dengan analisis berbasis data numerik. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan meliputi *Time Series Forecasting*, *Economic Order Quantity* (EOQ) Probabilistik, *Min-Max Stock*, *Safety Stock*, *Reorder Point* (ROP), dan *Total Inventory Cost* (Zharfan & Handayani, 2023). Dari 75 item spare part periode Mei 2024–April 2025, sampel ditentukan melalui *Activity Based Classification* (ABC) pada kategori A. Data sekunder yang digunakan meliputi persediaan awal, penjualan, harga satuan, biaya pesan, biaya simpan, dan biaya kekurangan. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan dan pengelompokan data dengan analisis ABC, peramalan kebutuhan menggunakan metode *Time Series Forecasting* terbaik berdasarkan kesalahan terkecil (MAD, MSE, MAPE), perhitungan EOQ Probabilistik, penetapan batas minimum–maksimum, *Safety Stock*, dan ROP dengan metode *Min-Max Stock*, serta perhitungan TIC untuk membandingkan efisiensi antar metode dengan kondisi aktual. Hasil analisis digunakan untuk merumuskan rekomendasi strategi pengendalian persediaan yang efisien dan adaptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang telah dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari PT United Tractors Tbk Cabang Semarang. Hasil analisis disusun secara sistematis mulai dari pengolahan data awal, penerapan metode peramalan untuk memprediksi kebutuhan spare part, hingga perhitungan pengendalian persediaan dengan berbagai metode yang digunakan dalam penelitian ini.

Perhitungan Metode *Time Series Forecasting*

Berdasarkan uji plot data penjualan, seluruh material menunjukkan pola musiman dengan fluktuasi permintaan berulang pada periode tertentu. Untuk menangkap variasi ini, digunakan tiga metode *time series forecasting* yaitu metode *Moving Average* untuk meratakan fluktuasi acak, *Exponential Smoothing* yang memberi bobot lebih besar pada data terbaru, dan *Decomposition* yang memisahkan tren, musiman, dan acak. Akurasi diukur menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dan metode dengan nilai terendah dipilih sebagai acuan dalam perhitungan *Economic Order Quantity* (EOQ) probabilistik, *Min-Max Stock*, *Safety Stock*, dan *Reorder Point*. Berikut merupakan hasil rekapitulasi dari metode *time series forecasting*:

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Metode *Time Series Forecasting*

No	Material	Metode Peramalan	Jumlah Forecast	MAD	MSE	MAPE
1	2277576	Moving Average	28	3,18519	15,92593	173,92857
		Exponential Smoothing	3	2,12576	14,63056	77,32618
		Dekomposisi	16	0,50508	0,25510	46,83315
2	15W40-DH1/D209	Moving Average	17	2,37037	8,39506	41,74603
		Exponential Smoothing	6	2,22775	7,46815	51,38525
		Dekomposisi	7	-0,00577	0,00003	89,30447
3	HO-46-HM/D209	Moving Average	58	3,55556	20,04938	36,11111
		Exponential Smoothing	17	3,70837	25,29643	31,36966
		Dekomposisi	5	-0,28637	0,08201	94,68977
4	XS40TV	Moving Average	17	2,37037	8,39506	41,74603
		Exponential Smoothing	6	2,22775	7,46815	51,38526
		Dekomposisi	7	-0,00577	0,00003	89,30447
5	295/80R22.5TRC03	Moving Average	0	2,18519	6,85185	84,44444
		Exponential Smoothing	2	1,64538	4,88447	74,35494
		Dekomposisi	4	0,02568	0,00066	50,05757
6	15W40-E7S/P20	Moving Average	21	1,48148	4,12346	90,00000
		Exponential Smoothing	3	1,36364	2,63636	61,66667
		Dekomposisi	12	-0,23790	0,05660	49,71319
7	600-319-3610	Moving Average	166	9,55556	151,60494	63,66575
		Exponential Smoothing	56	8,68813	162,57011	65,79415
		Dekomposisi	36	2,16598	4,69146	92,92336
8	600-319-3750	Moving Average	103	13,70370	283,65432	101,04167
		Exponential Smoothing	45	14,09091	227,00000	88,14004
		Dekomposisi	20	0,04315	0,00186	65,79943
9	600-319-4540	Moving Average	61	3,74074	31,59259	266,66667
		Exponential Smoothing	22	4,51225	58,97126	169,42818
		Dekomposisi	2	-0,59805	0,35767	397,18495
10	6736-51-5142	Moving Average	146	5,70370	63,92593	55,73333
		Exponential Smoothing	48	5,46506	52,31710	64,82670
		Dekomposisi	56	-2,73490	7,47965	125,86445
11	15W40-DH1/B4	Moving Average	30	2,66667	13,67901	56,95833
		Exponential Smoothing	7	2,18044	10,30054	62,57982
		Dekomposisi	9	-0,01493	0,00022	68,13437

Sumber: Pengolahan Data Penulis, 2025

Berdasarkan hasil pengolahan data, diketahui bahwa metode *Moving Average* menghasilkan persentase *error* terkecil untuk material 15W40-DH1/D209, XS40TV, 600-319-3610, 6736-51-5142, dan 15W40-DH1/B4, yang menunjukkan bahwa pola data pada material tersebut relatif stabil sehingga metode ini mampu memberikan hasil peramalan yang cukup akurat. Sementara itu, metode *Exponential Smoothing* memberikan nilai MAPE terendah pada material HO-46-HM/D209, dan 600-319-4540 karena kemampuannya memberikan bobot lebih besar pada data terbaru, sehingga lebih responsif terhadap perubahan pola permintaan. Adapun metode *Decomposition* menghasilkan tingkat kesalahan terkecil pada material 2277576, 295/80R22.5T RC03, 15W40-E7S/P20, dan 600-319-3750, yang mengindikasikan adanya pola tren atau musiman pada data permintaan material tersebut sehingga metode ini efektif dalam memisahkan komponen tren, musiman, dan irregular untuk menghasilkan ramalan yang lebih akurat.

Perhitungan Metode *Economic Order Quantity* (EOQ) Probabilistik

Berdasarkan hasil peramalan kebutuhan yang telah ditentukan dengan metode terbaik, tahap berikutnya adalah melakukan perhitungan pengendalian persediaan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) Probabilistik. Perhitungan ini bertujuan untuk memperoleh jumlah pemesanan optimal (Q*), *safety stock*, *reorder point* (ROP), frekuensi pemesanan, dan *total inventory cost* (TIC) sehingga pengelolaan persediaan dapat dilakukan secara efisien dan terukur. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Jumlah Pemesanan Optimal (Q*)

$$Q^* = \sqrt{\frac{2D(A+CuN)}{h}}$$

b. *Safety Stock* (SS)

$$SS = Z_a S\sqrt{L}$$

c. *Reorder Point* (ROP)

$$ROP = DL + SS$$

d. Frekuensi Pemesanan (F)

$$F = \frac{D}{Q*}$$

e. Total Inventory Cost (TIC)

$$TIC = D_p + \frac{AD}{q*} + h\left(\frac{q*}{2} + ss\right) + \frac{Cu\ DN}{q*}$$

Berdasarkan penerapan rumus di atas untuk setiap item kategori A, diperoleh hasil perhitungan seperti pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Metode EOQ Probabilistik

Material	Metode *Economic Order Quantity* (EOQ) Probabilistik				
	Q*	*Safety Stock*	*Reorder Point*	Frekuensi	TIC
2277576	7	1	2	2	Rp 23.044.363
15W40-DH1/D209	7	1	2	2	Rp 93.702.856
HO-46-HM/D209	9	2	3	2	Rp 91.445.609
XS40TV	7	1	2	2	Rp 31.254.831
295/80R22.5TRC03	3	1	1	1	Rp 15.137.496
15W40-E7S/P20	5	1	2	2	Rp 8.268.879
600-319-3610	38	5	15	4	Rp 61.700.939
600-319-3750	14	6	7	1	Rp 6.339.411
600-319-4540	11	2	3	2	Rp 33.950.027
6736-51-5142	29	3	11	5	Rp 36.682.932
15W40-DH1/B4	10	1	3	3	Rp 5.069.032

Sumber: Pengolahan Data Penulis, 2025

Perhitungan Metode *Min-Max*

Berdasarkan hasil peramalan kebutuhan yang telah ditentukan dengan metode terbaik, tahap berikutnya adalah melakukan perhitungan pengendalian persediaan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) Probabilistik. Perhitungan ini bertujuan untuk memperoleh jumlah pemesanan optimal (Q*), *safety stock*, *reorder point* (ROP), frekuensi pemesanan, dan *total inventory cost* (TIC) sehingga pengelolaan persediaan dapat dilakukan secara efisien dan terukur. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. *Safety Stock* (SS)

$$SS = Sd \times \sqrt{LT}$$

b. *Minimum Inventory*

$$Min\ Stock = (D \times LT) + SS$$

c. *Maximum Inventory*

$$Max\ Stock = 2\ (D\ \times LT) + SS$$

d. Jumlah Pemesanan dalam 1 kali pesan (Q*)

$$Q^* = 2 \times D \times LT$$

e. *Reorder Point* (ROP)

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

f. Frekuensi Pemesanan

$$F = \frac{D}{Q}$$

g. *Total Inventory Cost* (TIC)

$$TIC = (D \times P) + \left(\frac{A \times D}{Q}\right) + \left(H \times \frac{Q}{2} \times SS\right) + \left(\frac{Cu \times D \times N}{Q}\right)$$

Berdasarkan penerapan rumus di atas untuk setiap item kategori A, diperoleh hasil perhitungan seperti pada tabel berikut:

Tabel 6. Hasil Perhitungan Metode Min-Max

Material	Metode *Min-Max*						
	Q*	*Safety Stock*	*Reorder Point*	Frekuensi	*Min Stock*	*Max Stock*	TIC
2277576	2	1	2	9	2	3	Rp 23.600.159
15W40-DH1/D209	2	1	2	8	2	3	Rp 95.074.277
HO-46-HM/D209	2	1	2	8	2	3	Rp 93.832.072
XS40TV	2	1	2	8	2	3	Rp 31.712.270
295/80R22.5TRC03	1	0	1	3	1	1	Rp 16.313.320
15W40-E7S/P20	1	0	1	6	1	1	Rp 8.419.420
600-319-3610	19	3	12	13	12	22	Rp 61.823.090
600-319-3750	2	3	4	5	4	5	Rp 6.772.183
600-319-4540	3	2	3	8	3	5	Rp 34.926.493
6736-51-5142	17	2	10	15	10	19	Rp 36.718.586
15W40-DH1/B4	4	1	2	15	2	4	Rp 5.108.344

Sumber: Pengolahan Data Penulis, 2025

Pembahasan

Pada bagian ini dilakukan analisis terhadap hasil perhitungan yang telah diperoleh, dengan tujuan untuk memahami pola dan implikasi dari setiap metode yang digunakan dalam pengendalian persediaan. Analisis ini mencakup perbandingan jumlah pemesanan optimum, penentuan cadangan pengamanan (*safety stock*), penetapan titik pemesanan ulang (*reorder point*), frekuensi pemesana, total *inventory cost* dan minimum dan maksimum stok.

Jumlah Pemesanan Optimum (Q)

Tabel berikut menyajikan komparasi jumlah pemesanan optimum antara metode EOQ Probabilistik dan metode *Min-Max Stock*. Perbandingan ini bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan kuantitas pemesanan yang dihasilkan oleh kedua metode dalam upaya memenuhi kebutuhan persediaan secara efektif dan efisien.

Tabel 7. Perbandingan Jumlah Pemesanan Optimum (Q*)

Material	Jumlah Pemesanan Optimum (Q)	
	Metode EOQ Probabilistik	Metode Min-Max
2277576	7	2
15W40-DH1/D209	7	2
HO-46-HM/D209	9	2
XS40TV	7	2
295/80R22.5TRC03	3	1
15W40-E7S/P20	5	1
600-319-3610	38	19
600-319-3750	14	2
600-319-4540	11	3
6736-51-5142	29	17
15W40-DH1/B4	10	4

Sumber: Olahan Data Penulis, 2025

Berdasarkan hasil perbandingan, terlihat adanya perbedaan signifikan pada jumlah pemesanan optimum yang dihasilkan oleh kedua metode. Variasi ini mencerminkan perbedaan prinsip perhitungan, di mana metode EOQ Probabilistik berorientasi pada optimalisasi biaya pemesanan dan penyimpanan, sedangkan metode *Min-Max Stock* menitikberatkan pada pengendalian stok dalam rentang batas minimum dan maksimum.

Cadangan Pengamanan *(safety stock)*

Tabel berikut menampilkan perbandingan nilai *safety stock* yang diperoleh dari metode EOQ Probabilistik dan metode *Min-Max Stock*. Perhitungan *safety stock* dimaksudkan untuk menjaga kontinuitas ketersediaan barang dalam menghadapi ketidakpastian permintaan dan variabilitas waktu tunggu pemasokan.

Tabel 8. Perbandingan *Safety Stock*

Material	*Safety Stock*	
	Metode EOQ Probabilistik	Metode Min-Max
2277576	1	1
15W40-DH1/D209	1	1
HO-46-HM/D209	2	1
XS40TV	1	1
295/80R22.5TRC03	1	0
15W40-E7S/P20	1	0
600-319-3610	5	3
600-319-3750	6	3
600-319-4540	2	2
6736-51-5142	3	2
15W40-DH1/B4	1	1

Sumber: Olahan Data Penulis, 2025

Hasil perbandingan menunjukkan adanya perbedaan nilai *safety stock* antara kedua metode. Perbedaan ini merefleksikan pendekatan yang berbeda dalam memperhitungkan faktor risiko kekurangan stok, di mana metode EOQ Probabilistik mempertimbangkan fluktuasi permintaan secara probabilistik, sedangkan metode *Min-Max Stock* mengacu pada batasan stok yang telah ditentukan sebelumnya.

1. ***Reorder Point***

Tabel berikut menyajikan perbandingan nilai *reorder point* yang dihasilkan oleh metode EOQ Probabilistik dan metode *Min-Max Stock*. *Reorder point* berfungsi sebagai indikator atau titik pemicu untuk melakukan pemesanan kembali agar persediaan tidak mencapai kondisi kekosongan (*stockout*). Dengan menentukan *reorder point* yang tepat, perusahaan dapat memastikan proses pemesanan dilakukan pada waktu yang optimal, sehingga ketersediaan barang tetap terjaga tanpa menimbulkan kelebihan stok yang tidak diperlukan. Perbandingan ini memberikan gambaran mengenai perbedaan ketepatan waktu pemesanan antara kedua metode, serta implikasinya terhadap kelancaran pasokan dan efisiensi pengelolaan persediaan.

Tabel 9. Perbandingan *Reorder Point*

Material	*Reorder Point*	
	Metode EOQ Probabilistik	Metode Min-Max
2277576	2	2
15W40-DH1/D209	2	2
HO-46-HM/D209	3	2
XS40TV	2	2
295/80R22.5TRC03	1	1
15W40-E7S/P20	1	1
600-319-3610	15	12
600-319-3750	7	4
600-319-4540	3	3
6736-51-5142	11	10
15W40-DH1/B4	3	2

Sumber: Olahan Data Penulis, 2025

Perbandingan ini menunjukkan adanya variasi nilai *reorder point* pada kedua metode, yang dipengaruhi oleh perbedaan dalam penentuan kebutuhan selama lead time serta besaran *safety stock* yang digunakan. Metode EOQ Probabilistik cenderung menghasilkan nilai *reorder point* yang menyesuaikan dengan distribusi permintaan, sedangkan metode *Min-Max Stock* menetapkannya berdasarkan batas minimum yang telah dirumuskan.

2. **Frekuensi Pemesanan**

Tabel berikut menyajikan perbandingan frekuensi pemesanan tahunan antara metode EOQ Probabilistik dan metode *Min-Max Stock*. Frekuensi pemesanan menjadi salah satu indikator penting dalam evaluasi efisiensi sistem pengendalian persediaan.

Tabel 10. Perbandingan Frekuensi Pemesanan

Material	Frekuensi Pemesanan	
	Metode EOQ Probabilistik	Metode Min-Max
2277576	2	9
15W40-DH1/D209	2	8
HO-46-HM/D209	2	8
XS40TV	2	8
295/80R22.5TRC03	1	3
15W40-E7S/P20	1	6
600-319-3610	4	13
600-319-3750	1	5
600-319-4540	2	8
6736-51-5142	5	15
15W40-DH1/B4	3	15

Sumber: Olahan Data Penulis, 2025

Hasil komparasi menunjukkan adanya perbedaan tingkat frekuensi pemesanan antara kedua metode. Hal ini selaras dengan perbedaan jumlah pemesanan optimum yang dihasilkan, di mana jumlah pemesanan yang lebih besar cenderung menurunkan frekuensi pemesanan dan sebaliknya.

3. *Total Inventory Cost*

Tabel 11. Perbandingan *Total Inventory Cost*

Material	*Total Inventory Cost*					
	Kebijakan Perusahaan		Metode EOQ Probabilistik		Metode Min-Max	
2277576	Rp	888.855.214	Rp	23.044.363	Rp	23.600.159
15W40-DH1/D209	Rp	610.039.280	Rp	93.702.856	Rp	95.074.277
HO-46-HM/D209	Rp	796.660.614	Rp	91.445.609	Rp	93.832.072
XS40TV	Rp	324.331.071	Rp	31.254.831	Rp	31.712.270
295/80R22.5TRC03	Rp	215.659.500	Rp	15.137.496	Rp	16.313.320
15W40-E7S/P20	Rp	165.549.849	Rp	8.268.879	Rp	8.419.420
600-319-3610	Rp	208.603.466	Rp	61.700.939	Rp	61.823.090
600-319-3750	Rp	171.899.155	Rp	6.339.411	Rp	6.772.183
600-319-4540	Rp	173.057.504	Rp	33.950.027	Rp	34.926.493
6736-51-5142	Rp	108.058.611	Rp	36.682.932	Rp	36.718.586
15W40-DH1/B4	Rp	73.174.772	Rp	5.069.032	Rp	5.108.344

Sumber: Olahan Data Penulis, 2025

Berdasarkan hasil perhitungan total biaya persediaan pada kedua metode, terlihat bahwa metode EOQ Probabilistik secara konsisten menghasilkan nilai *Total Inventory Cost* (TIC) yang lebih rendah dibandingkan metode *Min-Max Stock* pada hampir seluruh jenis material yang dianalisis.

4. *Minimum* dan *Maximum Stock*

Tabel berikut menampilkan penetapan batas stok minimum dan maksimum yang digunakan pada metode *Min-Max Stock*. Penentuan batas ini dimaksudkan untuk memastikan ketersediaan barang pada tingkat yang memadai serta menghindari kelebihan persediaan.

Tabel 12. Hasil *Minimum* dan *Maximum Stock*

Material	Metode *Min-Max Stock*	
	Minimum Stock	*Maximum Stock*
2277576	2	3
15W40-DH1/D209	2	3
HO-46-HM/D209	2	3
XS40TV	2	3
295/80R22.5TRC03	1	1
15W40-E7S/P20	1	1
600-319-3610	12	22
600-319-3750	4	5
600-319-4540	3	5
6736-51-5142	10	19
15W40-DH1/B4	2	4

Sumber: Olahan Data Penulis, 2025

Data pada tabel ini menggambarkan rentang persediaan yang harus dipertahankan agar sistem pengendalian stok metode *Min-Max Stock* dapat berfungsi secara optimal. Batas minimum berfungsi sebagai pemicu pemesanan ulang, sedangkan batas maksimum membatasi jumlah stok agar tidak menimbulkan biaya penyimpanan yang berlebihan.

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dirumuskan serta hasil analisis melalui penerapan metode peramalan dan model pengendalian persediaan, diperoleh beberapa temuan utama. Hasil peramalan penjualan spare part kategori A untuk tiga bulan ke depan menggunakan metode *Time Series Forecasting* menunjukkan adanya variasi tingkat akurasi antar metode yang diuji. Pemilihan metode terbaik dilakukan berdasarkan nilai kesalahan peramalan (MAD, MSE, dan MAPE) terkecil, sehingga hasil proyeksi permintaan dapat menjadi dasar yang andal dalam perhitungan kebutuhan persediaan. Penerapan metode EOQ Probabilistik mampu menghitung jumlah pemesanan optimal dengan mempertimbangkan ketidakpastian permintaan dan *lead time*. Metode ini terbukti menghasilkan *Total Inventory Cost* (TIC) yang lebih rendah dibandingkan metode *Min-Max Stock* maupun kondisi aktual, sehingga memberikan efisiensi biaya persediaan sekaligus menjaga ketersediaan stok.

Metode *Min-Max Stock* dinilai efektif dalam menjaga persediaan pada batas minimum dan maksimum yang telah ditentukan, sehingga kontinuitas pasokan tetap terjamin. Namun, metode ini menghasilkan frekuensi pemesanan yang lebih tinggi dan total biaya persediaan yang relatif lebih besar dibandingkan EOQ Probabilistik. Berdasarkan hasil tersebut, usulan kebijakan pengendalian persediaan yang mengintegrasikan hasil peramalan dengan penerapan metode EOQ Probabilistik dinilai lebih efisien, adaptif, dan berbasis data. Pendekatan ini mampu mengurangi risiko *overstock*, menekan biaya penyimpanan, serta mendukung kelancaran operasional di PT United Tractors Tbk.

REFERENSI

Anjelina, D., Sinuraya, B., & Suliantoro, H. (2025). *USULAN PERBAIKAN PENGENDALIAN PERENCANAAN & SAFETY STOCK MATERIAL BIJI PLASTIK KS-15P DTN4 5PK N0731 DENGAN METODE TIME SERIES & MIN – MAX (Studi Kasus : PT Bonecom Tricom)*. Universitas Diponegoro.

Athaya Salsabila, M., & Ika Rinawati, D. (2025). *Optimalisasi Pengendalian Persediaan Material Rutin Menggunakan Metode Min-Max Stock Pada Pdam Tirta Ayu Slawi*. *14*(3).

Bawono, N. I., & Erik, A. (2023). Analisis Safety stock dan Reorder point Persediaan Bahan

Baku Produk Barside K-59 di PT. XYZ. *Serambi Engineering*, *VIII*(3), 6429–6436.

Büyükşahin, Ü. Ç., & Ertekin, Ş. (2019). Improving forecasting accuracy of time series data using a new ARIMA-ANN hybrid method and empirical mode decomposition. *Neurocomputing*, *361*, 151–163. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2019.05.099

do Rego, J. R., & de Mesquita, M. A. (2011). Spare parts inventory control: a literature review. *Producao*, *21*(4), 645–655. https://doi.org/10.1590/S0103-65132011005000002

Fauzan, M. F., Sanggala, E., & Yanuar, A. (2021). *Analisis Pengendalian Persediaan Sparepart pesawat dengan metode EOQ Probabilistik Di PT Dirgantara Indonesia*. *2*(2), 1–7.

Fithriyah, F. (2023). Penerapan Eoq Probabilistik Sederhana Dalam Pengendalian Persediaan Suku Cadang Di Gudang Auto2000 Cabang Bandung Suci. *Jurnal Cahaya Mandalika*, 1200–1217.

Gulo, E. S. D., Hulu, T. H. S., Kakisina, S. M., & Mendrofa, M. S. D. (2024). Analisis Peramalan Persediaan Barang Menggunakan Metode Moving Average Dan Exponential Smoothing Pada CV. Sanjaya Bangun Pratama. *Jurnal Ekonomi Bisnis, Manajemen Dan Akuntansi (JEBMA)*, *4*(3), 1703–1716. https://doi.org/10.47709/jebma.v4i3.4788

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). Operations Management : Sustainnability and Supply Chain Management. In *Sustainability (Switzerland)* (12th ed.). Pearson Education.

Khamdani, S. (2022). *Penerapan Model Probabilistik Sederhana Dalam Pengendalian Persediaan Pelumas Kendaraan Di Gudang Auto2000 Asia Afrika*. Politeknik Pos Indonesia.

Kinanthi, A. P., Herlina, D., & Mahardika, F. A. (2016). Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Min-Max (Studi Kasus PT.Djitoe Indonesia Tobacco). *PERFORMA : Media Ilmiah Teknik Industri*, *15*(2), 87–92.

Kolade Obamiro, J., Oluwasegun Kehinde, W., Ehimen Ekpudu, J., & David, O. (2022). Forecasting Techniques and Accuracy of Sales Performance of a Grocery Store. *Operations Management and Management Science*, 63–74.

Lubis, R. D., & Mahachandra, M. (2024). *Analisis Persediaan Bahan Baku Dengan Menggunakan Metode Min-Max Pada PT Toba Pulp Lestari Tbk*.

Nasrum, A. (2018). Uji Normalitas Data untuk Penelitian. In *UJI NORMALITAS DATA untuk PENELITIAN*. Jayapangus Press.

Nurrahman, A. A., & Rahmaudi, R. H. (2025). Pengendalian Persediaan Menggunakan Metode EOQ Probabilistik Model Q (Studi Kasus di Pabrik Beras). *Proceeding Mercu Buana Conference on Industrial Engineering*, *7*, 181–190.

Octaviani, J. D., & Fitriani, R. (2022). Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Min-Max Stock Pada PT. XYZ. *Jurnal Teknik Industri*, *8*(2), 231–235.

Pratama, M. R., Fayaqun, R., & Sanggala, E. (2024). Analisis Persediaan Bahan Baku di PT Pancaprima Ekabrothers Menggunakan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Probabilistik. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, *Volume 8*(1), 6953–6962.

Riani, L. P., & Wiyono, B. (2016). Analisa ABC Dalam Pengendalian Persediaan Spare Part Jenis Oil Sepeda Motor di Bengkel Piramida Motor Tulungagung. *Jurnal Nusamba*, *1*(1), 1–12.

Scarf, P., & Syntetos, A. (2024). Joint maintenance and spare-parts inventory models: a review and discussion of practical stock-keeping rules. *IMA Journal of Management Mathematics*, *35*(1), 83–109.

Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. In *Alfabeta Bandung*.

Utama Edward, R., Gani, N. A., Jaharuddin, & Priharta, A. (2019). *Manajemen Operasi* (1st ed., Issue November). UM Jakarta Press. http://digilib.uinsgd.ac.id/8788/1/Buku Manajemen Operasi.pdf

Wijaya, R. A., Erlina, R., & Mardiana, N. (2023). Comparison of Moving Average and Exponential Smoothing Methods in Sales Forecasting of Banana Chips Products in Pd. Dwi Putra Tulang Bawang Barat. *Journal of Finance and Business Digital*, *2*(6), 193–208.

Zahra, N., & Purwaningsih, R. (2023). Pengendalian persediaan dengan metode min-max dan peningkatan efisiensi gudang tabung LPG pada PT Pertamina Patra Niaga Jatimbalinus. *Industrial Engineering Online Journal*, *12*(4), 1–7.

Zharfan, D. T., & Handayani, N. U. (2023). Analisis Perbandingan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode EOQ, POQ, dan Min-Max (Studi Kasus: PT Kimia Farma Plant Banjaran). *Industrial Engineering Online Journal*, *12*(4), 1–9.