

PERAMALAN PERSEDIAAN DENGAN PENDEKATAN KLASIFIKASI ABC-SDE DAN *TIME SERIES* SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN EFEKTIVITAS PERENCANAAN PERSEDIAAN PADA *GENERAL MATERIAL VALVE*

Hanna Shaquilla*¹, Singgih Saptadi²

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

Abstrak

PT XYZ merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang berwenang untuk mengelola minyak dan gas nasional menjadi produk bahan bakar dan bahan baku industri atau disebut sebagai National Oil Company. Untuk mendukung kegiatan operasionalnya, PT XYZ memiliki ribuan jenis material yang harus dikelola. Namun, dalam praktiknya terjadi ketidakseimbangan antara permintaan dan persediaan yang menyebabkan kejadian overstock dan stock out pada periode 2021 – 2023. Kegagalan peramalan yang berpotensi stock out sangat berbahaya karena dapat menyebabkan down time yang kerugiannya dihitung setiap detik. Pada sisi lain, overstock mengakibatkan penyerapan biaya investasi yang sangat besar karena adanya pengendapan dana dalam bentuk persediaan, sedangkan PT XYZ memiliki standar kualitas atau mutu barang. Barang yang sudah terlalu lama disimpan akan dianggap sudah turun mutu dan tidak dapat digunakan oleh unit kerja pengguna (user). Jika hal ini terjadi, maka material akan menjadi dead stock dan menimbulkan penimbunan barang di gudang. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan metode pengendalian persediaan spare part menggunakan klasifikasi dengan metode ABC dan SDE untuk menentukan material prioritas. Kemudian, material yang termasuk dalam kelompok tersebut akan diramalkan sesuai dengan pola data historisnya sebagai usulan perbaikan peramalan kebutuhan material valve. Pengolahan data menghasilkan lima material kritis, yaitu pada kode H840400183, H840400184, H840400305, H840150214, dan H840150215. Material diramalkan dengan metode Holt's Winter yang menghasilkan error terkecil dengan nilai MAPE <10%.

Kata kunci: analisis ABC; analisis SDE; forecasting; time series

Abstract

[Inventory Forecasting Using ABC-SDE Classification and Time Series Approach to Improve Inventory Planning Effectiveness for General Material Valve] PT XYZ is a State-Owned Enterprise (SOE) authorized to manage national oil and gas into fuel products and industrial raw materials or referred to as the National Oil Company. To support its operational activities, PT XYZ has thousands of types of materials that must be managed. However, in practice there is an imbalance between demand and inventory which causes overstock and stock out events in the 2021 - 2023 period. Forecasting failures that result in stock-outs have the potential to disrupt production and maintenance processes. It can cause significant risks due to the potential downtime losses that is calculated per second. On the other hand, overstock leads to substantial investment costs due to tied-up funds in inventory, while PT XYZ maintains quality standards for its goods. Goods that have been stored for too long will be considered to have lost quality and cannot be used by the user work unit, potentially becoming dead stock and causing warehouse accumulation. These issues require inventory control methods for spare parts using classification of ABC and SDE analysis to prioritize materials. Subsequently, materials within these groups will be forecasted based on the historical data patterns to propose improvements in valve material demand forecasting. Data processing identified five critical materials with codes H840400183, H840400184, H840400305, H840150214, and H840150215. These materials are forecasted using Holt's Winter method, yielding the smallest error with MAPE <10%.

Keywords: ABC analysis; SDE analysis; forecasting; time series

1. Pendahuluan

Minyak dan gas bumi merupakan sumber daya yang memainkan peran kunci dalam memenuhi kebutuhan energi secara global. Minyak bumi menjadi sumber energi vital untuk berbagai sektor, baik pada sektor industri, transportasi, dan sebagainya. Konsumsi akan minyak dan gas bumi cenderung mengalami peningkatan setiap tahunnya, tetapi kemampuan produksi minyak dan gas bumi justru mengalami penurunan. Berdasarkan data BP *Statistics* 2022, Indonesia mengonsumsi minyak bumi hingga ± 1449 barel per hari (BPH) pada tahun 2020. Sedangkan, pada tahun yang sama, Indonesia hanya mampu memproduksi minyak sebesar ± 708 barrel per hari (BPH) (Pratiwi, 2022). Oleh karena itu, industri yang bertanggungjawab untuk mengelola pertambangan minyak dan gas bumi di Indonesia perlu menjaga keandalan kilangnya agar dapat melakukan kegiatan produksi secara optimal.

Keandalan peralatan kilang perlu dijaga untuk mendukung kegiatan operasional dan menghindari risiko *shutdown* mesin sehingga target produksi yang telah direncanakan dapat tercapai. Hal ini dilakukan melalui kegiatan *preventive maintenance*, yaitu *turn around* (TA) dan *overhaul* (OH) yang dilakukan setiap 4 tahun sekali serta kegiatan pemeliharaan rutin maupun non-rutin sesuai dengan kondisi aktual kilang. Kelancaran operasional PT XYZ didukung dengan ketersediaan *spare part* dalam kegiatan *maintanance*, PT XYZ memiliki beberapa jenis material yang digunakan, diantaranya adalah *general* dan *stationary material*, *electrical instrument material*, *rotating material*, serta *chemicals material*. Namun, karena banyaknya material yang harus dikelola, terjadi kesulitan untuk pengendalian persediaan berdasarkan karakteristik dan kebutuhan materialnya. Nilai *inventory* pada PT XYZ mencapai kurang lebih Rp690.000.000.000 (Lalong, 2022). Angka ini tentu saja bukan nilai yang kecil dalam menduduki aset perusahaan.

Stationary material merupakan salah satu jenis material yang menyerap biaya investasi cukup tinggi pada PT XYZ mencapai Rp49.178.279.262. Artinya, material ini menduduki 7,127% dari nilai *inventory* perusahaan. Umumnya, material jenis ini dibutuhkan untuk menunjang perawatan dan pemeliharaan mesin kilang, seperti material *Valve*. *Valve* merupakan komponen mekanis yang berfungsi seperti katup yang mengatur aliran fluida baik cairan maupun gas dalam sistem perpipaaan (Yusim, Fadila, & Sarwoko, 2021). Material ini memiliki nilai *inventory* sebesar Rp8.872.298.819 yang mana menduduki komposisi *stock* material pada kategori *stationary material* sebesar 18,041% dari total nilai *inventory*. Namun, kejadian *overstock* dan *stock out* masih terjadi pada periode

2021 – 2023. Hal ini berpotensi untuk menyerap biaya investasi yang sangat besar karena adanya pengendapan dana dalam bentuk persediaan. Di sisi lain, risiko gangguan pada *maintenance* tidak dapat dihindarkan jika material mengalami *stock out*. Terlebih lagi, material pada PT XYZ memiliki standar kualitas atau mutu barang sehingga jika barang sudah terlalu lama disimpan maka akan dianggap sudah turun mutu dan tidak dapat digunakan oleh unit kerja pengguna (*user*). Jika hal ini terjadi, maka material akan menjadi *dead stock* dan menimbulkan penimbunan barang di gudang.

Kegagalan peramalan akan *inventory* mengakibatkan ketidakseimbangan permintaan dan persediaan material pada unit kerja pengguna (*user*). Dalam melakukan peramalan, perusahaan belum memiliki metode peramalan yang akurat. Perusahaan masih menggunakan teknik kualitatif untuk mengambil keputusan mengenai jumlah produk yang akan dilakukan pengadaan. Teknik ini didasarkan pada pengalaman, penilaian, dan intuisi sehingga menghasilkan *error* yang besar. Oleh karena itu, dibutuhkan metode pengendalian persediaan *spare part* karena adanya biaya *down time* yang kerugiannya dihitung setiap detik.

Metode klasifikasi material diperlukan untuk mengelola berbagai jenis material yang jumlahnya sangat banyak pada perusahaan. Klasifikasi ini bertujuan untuk menentukan prioritas kebijakan persediaan sesuai dengan kepentingan dan kondisi perusahaan. Metode klasifikasi ABC digunakan untuk mengelompokkan barang berdasarkan tingkat penyerapan dananya. Selain itu, digunakan pula metode klasifikasi SDE yang melihat tingkat kekritisn barang dari perspektif proses pengadaan. Material yang termasuk dalam kelompok prioritas akan diramalkan sesuai dengan pola data historisnya untuk meramalkan jumlah pengadaan material yang lebih akurat. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan usulan perbaikan peramalan kebutuhan material *valve* yang termasuk dalam kelompok prioritas pada klasifikasi ABC-SDE dengan metode *time series*.

2. Studi Literatur

2.1 Persediaan

Persediaan atau *inventory* merupakan sejumlah material yang tersedia pada suatu titik waktu berupa aset perusahaan yang dapat diukur dan dihitung atau diartikan sebagai sumber daya tidak bergerak hingga permintaan datang (Tersine, 1994). Persediaan berguna sebagai antisipasi kebutuhan jika terjadi keterlambatan pengiriman dari pemasok untuk menjadi kelancaran dari proses produksi. Tanpa adanya persediaan, perusahaan beresiko tidak dapat memenuhi permintaan konsumen tepat waktu. Tingkat persediaan yang dimiliki oleh perusahaan harus sejalan dengan tingkat permintaan yang muncul sehingga fluktuasi permintaan dapat terakomodasi dengan baik dan tidak menimbulkan kelebihan atau kekurangan *stock* secara signifikan.

*Penulis Korespondensi.

E-mail: hannashaquilla@students.undip.ac.id

2.2 ABC Analysis

Analisis ABC adalah metode pengelompokan barang sesuai dengan urutan nilai yang dihasilkan oleh persediaan dari yang tertinggi hingga terendah ke dalam tiga kelas, yaitu kelas A, B, dan C (Wahyuni, 2015). Analisis ini menggunakan prinsip pareto yang menyatakan bahwa “critical view and trivial many”. Artinya, pengendalian persediaan difokuskan pada jenis persediaan yang bernilai tinggi daripada yang bernilai rendah. Adapun aturan klasifikasi ABC menurut (Schroeder & Rungtusanatham, 2010) adalah sebagai berikut.

1. Kelas A (80-20)

Kelas ini merupakan material yang menyumbang nilai persediaan yang tinggi, yaitu 80% dari seluruh modal yang tersedia untuk persediaan yang diwakili oleh sekitar 20% jumlah jenis barang dari seluruh jenis barang yang dikelola.

2. Kelas B (15-30)

Kelas ini merupakan material yang menyumbang nilai persediaan sedang, yaitu 15% dari seluruh modal yang tersedia untuk persediaan yang diwakili oleh sekitar 30% jumlah jenis barang dari seluruh jenis barang yang dikelola.

3. Kelas C (5-50)

Kelas ini merupakan material yang menyumbang nilai persediaan yang rendah, yaitu 5% dari seluruh modal yang tersedia untuk persediaan namun diwakili oleh sekitar 50% jumlah jenis barang dari seluruh jenis barang yang dikelola.

Klasifikasi ABC dapat digunakan untuk menentukan suatu kriteria dengan langkah-langkah berikut (Wahyuni, 2015).

Nilai Pemakaian

1. Membuat daftar seluruh item yang akan masuk dalam klasifikasi.
2. Mengurutkan nilai penggunaan berdasarkan yang terbesar hingga terkecil. Kemudian, diubah menjadi persentase total item.
3. Menghitung persentase total item secara kumulatif.
4. Jumlah kumulatif tiap item diubah menjadi persentase kumulatif. Penentuan kelompok item diukur berdasarkan nilai tersebut.

Nilai Investasi

1. Menghitung jumlah pemakaian untuk setiap satuan unit barang
2. Membuat daftar harga dari setiap barang tersebut
3. Pemakaian dikalikan dengan harga setiap barang sebagai ukuran nilai investasi. Perhitungan dilakukan dengan rumus berikut.

$$\text{Volume Investasi} = \text{Demand} \times \text{Unit Cost} \quad (1)$$

4. Nilai investasi diurutkan berdasarkan nilai tertinggi hingga terendah. Persentase nilai investasi dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\% \text{Volume Investasi} = \frac{\text{Volume Investasi tiap Material}}{\text{Total Volume Investasi}} \times 100\% \quad (2)$$

5. Menghitung persentase nilai investasi kumulatif
6. Mengelompokkan barang persediaan berdasarkan persentase nilai kumulatif dengan range nilai sebagai berikut.
 - a. Material dengan nilai frekuensi kumulatif 0 – 80% dikelompokkan pada kelas A.
 - b. Material yang berkisar antara 80 – 95% dikelompokkan pada kelas B
 - c. Material yang berkisar antara 95 – 100% dikelompokkan pada kelas C

2.3 Klasifikasi SDE

Klasifikasi SDE atau *scace, difficult to get, easy to obtain* merupakan metode klasifikasi material berdasarkan kriteria proses pengadaannya (Janari, Rahman, & Anugerah, 2016). Penentuan kelas pada metode ini didasarkan pada pertimbangan variasi *lead time* atau waktu tunggu material yang mungkin dibeli dari pemasok yang berbeda, bisa beradal dari pemasok impor, lokal, maupun *workshop* perusahaan.

Material pada klasifikasi SDE dibagi menurut aturan berikut.

Tabel 1. Kategori Klasifikasi SDE (Sumber khusus: Sub fungsi *Inventory Control*)

No	Kategori	Lead time
1	S (<i>Scare / Langka</i>)	> 180 hari
2	D (<i>Difficult / Sulit</i>)	90 hari $lt \leq 180$ hari
3	E (<i>Easy / Mudah</i>)	< 90 hari

2.4 Peramalan (Forecasting)

Peramalan merupakan cara untuk memprediksi jumlah produk yang diminta di masa depan berdasarkan data masa lalu dan/atau mungkin terjadi pada situasi tertentu (Patandean & Mashud, 2019). Implementasi *forecasting* bermanfaat untuk mengurangi risiko dalam pengambilan keputusan dan perencanaan keuangan serta strategi manajemen puncak strategi. Perkiraan nilai masa depan berdasarkan karakteristik kualitas kritis dari proses produksi dapat membantu menentukan kapan variabel penting yang dapat dikendalikan dalam proses.

2.4.1 Metode Time Series

Metode *forecasting* yang digunakan sebagai acuan analisis data adalah metode *time series*.

1. Moving Average

Metode ini menggunakan rata-rata dari beberapa data aktual masa lalu untuk menghitung peramalan.

$$\text{Rataan bergerak} = \frac{\sum \text{Permintaan } n \text{ periode sebelumnya}}{n} \quad (3)$$

Dimana n merupakan jumlah periode yang digunakan dalam rata-ran bergerak.

2. Exponential Smoothing

Metode ini merupakan metode peramalan yang mirip dengan *Moving Average* yang disertai dengan penggunaan pembobotan dimana titik data akan dibobotkan oleh fungsi eksponensial. Berikut merupakan beberapa metode *Exponential Smoothing*:

a. *Single Exponential Smoothing (SES)*

Metode *SES* menggunakan pembobotan sebanyak satu kali.

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (4)$$

Keterangan:

F_t = Peramalan Baru

F_{t-1} = Peramalan sebelumnya

α = Konstanta penghalusan ($0 \leq \alpha \leq 1$)

A_{t-1} = Permintaan aktual periode lalu

b. *Double Exponential Smoothing (DES)*

Metode ini merupakan pengembangan metode *Single Exponential Smoothing* yang telah disesuaikan dengan *Trend*, dimana penghalusan dilakukan dua kali.

$$F_t = F^1(0) = A^1 \quad (5)$$

$$F(t) = \alpha A^t + (1 - \alpha) F_{(t-1)} \quad (6)$$

$$F^1(t) = F A^t + (1 - \alpha) F_{(t-1)}^1 \quad (7)$$

$$f_{(t+\tau)} = F_{(t)}^1 \quad (8)$$

Keterangan:

F_t = Peramalan *DES* pada periode t

F_{t-1} = Peramalan *DES* pada periode $t-1$

α = Konstanta penghalusan ($0 \leq \alpha \leq 1$)

A_t = Peramalan *SES* periode t

3. Metode *Holt's Winter (Holt's Winter Method)*

Metode ini merupakan metode peramalan temuan *Holt* yang memanfaatkan persamaan kuadrat. Metode ini lebih tepat digunakan untuk mengestimasi permintaan pada data yang bersifat fluktuatif atau mengalami pasang surut. Metode *Holt's Winter* merupakan pengembangan dari metode pemulusan eksponensial sederhana dengan tiga konstanta pemulusan, yaitu konstanta pemulusan level, pemulusan kecenderungan (*Trend*), dan pemulusan musiman (Subagyo, 2008):

a. Metode *Holt-Winter Multiplikatif*

Metode ini diterapkan pada data yang memiliki variasi musiman dari data runtun waktu yang mengalami peningkatan atau penurunan (fluktuasi).

b. Metode *Holt-Winter Aditif*

Metode ini digunakan untuk variasi data musiman dari data runtun waktu yang konstan.

2.4.2 Verifikasi Peramalan

Hasil peramalan akan diverifikasi untuk melihat kelayakan hasil peramalan.

1. *Mean Absolute Percentage Error / MAPE*

Metode ini merupakan metode untuk mengukur kesalahan relatif berupa persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu. MAPE dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$MAPE = \left(\frac{100}{n}\right) \sum \left|A_t - \frac{F_t}{A_t}\right| \quad (9)$$

Keterangan:

A_t = permintaan aktual pada periode- t

F_t = Peramalan permintaan pada periode- t

n = Jumlah periode yang terlibat

2. *Mean Absolute Deviation / MAD*

Metode ini dihitung dengan kesalahan mutlak yang dirata-rata selama periode waktu tertentu. Karena menggunakan perhitungan absolut, besar kecilnya hasil peramalan tidak dibandingkan dengan data aktual. Secara sistematis dirumuskan sebagai berikut.

$$MAD = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \quad (10)$$

Keterangan:

A_t = permintaan aktual pada periode- t

F_t = Peramalan permintaan pada periode- t

n = Jumlah periode yang terlibat

3. *Mean Square Error / MSE*

Metode ini dilakukan dengan penjumlahan kuadrat seluruh kesalahan peramalan pada setiap periode yang dibagi dengan jumlah periode peramalan. Secara sistematis dituliskan sebagai berikut.

$$MSE = \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \quad (11)$$

Keterangan:

A_t = permintaan aktual pada periode- t

F_t = Peramalan permintaan pada periode- t

n = Jumlah periode yang terlibat

2.4.3 Validasi Peramalan

Validasi peramalan dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil ramalan yang diperoleh dengan data masa lalu yang digunakan. Metode yang digunakan adalah peta *moving range*. Peta ini berfungsi untuk membandingkan nilai aktual dengan nilai hasil peramalan pada periode yang sama atau nilai residunya. (Azriati, Hoyyi, & Mukid, 2014). Adapun kegunaan dari Peta *Moving Range* adalah sebagai berikut.

a. Melakukan verifikasi hasil peramalan terdahulu.

b. Mengetahui apakah terjadi perubahan sistem sebab-akibat yang melatarbelakangi permintaan.

$$MR = \frac{\sum_{i=1}^n MR}{n-1} \quad (12)$$

$$UCL = +2,66 \times MR \quad (13)$$

$$CL = 0 \quad (14)$$

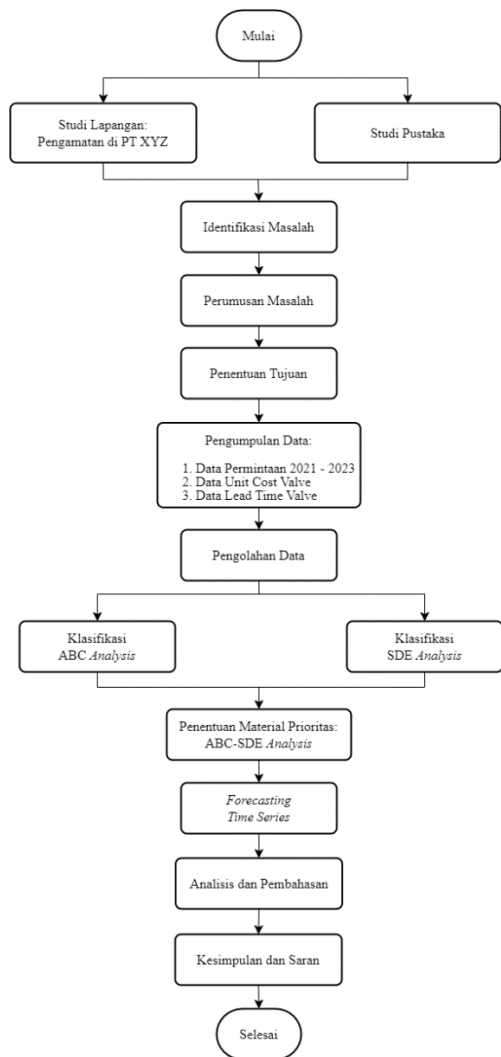
$$LCL = -2,66 \times MR \quad (15)$$

$$\text{Region A} = \pm 1,77 \times MR \quad (16)$$

$$\text{Region B} = \pm 0,89 \times MR \quad (17)$$

3. Metodologi Penelitian

Berikut merupakan metodologi penelitian yang dilakukan pada PT XYZ.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Penelitian diawali dengan melakukan studi lapangan mengamati secara langsung mengenai fenomena atau permasalahan yang dialami perusahaan melalui observasi, wawancara, maupun metode pengumpulan data lainnya. Selain itu, dilakukan pula studi pustaka untuk mencari dasar acuan dalam menyelesaikan persoalan yang ada. Berdasarkan pengamatan dan wawancara yang dilakukan, didapatkan informasi mengenai permasalahan pada pengendalian *stationary material*, terkhusus pada material *valve* yang memiliki kesenjangan persediaan dan permintaan serta biaya investasi yang cukup tinggi. Pengumpulan data dilakukan pada tanggal 2 Januari 2024 – 2 Februari 2024 di fungsi *Procurement* bagian *Inventory control* PT XYZ. Data berasal dari sistem pengelolaan data perusahaan dengan sistem mySAP berupa data historis pada tahun 2021, 2022, dan 2023. Adapun data yang digunakan diantaranya adalah data material *valve*, data historis *demand* selama periode 2021 – 2023, data *unit cost* material *valve*, data *lead time* material *valve*.

Pengolahan data dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap pengklasifikasian material dan peramalan.

Klasifikasi material dilakukan dengan metode analisis ABC dan SDE berdasarkan data *demand*, *unit cost* dan *lead time* nya untuk menentukan prioritas material yang akan ditangani. Kemudian, material yang termasuk dalam kategori material kritis akan dilakukan peramalan berdasarkan data historis *demand* selama periode 2021 – 2023 dengan metode *forecasting time series* dengan *error* terkecil.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Analisis ABC

Prinsip yang digunakan pada metode ABC adalah dengan melihat material berdasarkan tingkat investasi persediaannya untuk setiap jenis barang. Perhitungan analisis ABC dilakukan pada material *valve* selama periode Januari 2021 – Desember 2023, yaitu 36 bulan. Hasil klasifikasi material dengan analisis ABC dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Analisis ABC

No	Material	ABC Nilai Pemakaian	ABC Nilai Investasi
1	H840400183	A	A
2	H840400192	B	A
3	H840401390	B	A
4	H840400186	A	A
5	H840400184	A	A
6	H840400458	A	A
7	H840260654	C	A
8	H840260656	C	A
9	H840401515	A	A
10	H840400185	A	A
11	H840150214	A	A
12	H840260655	C	A
13	H840150177	C	A
14	H840150215	A	A
15	H840451767	C	A
16	H840400212	B	A
17	H840400206	A	A
18	H840906206	B	A
19	H840400305	A	A
20	H840400182	A	A
21	H840150029	A	A
22	H840150137	B	A
23	H840400230	B	A
24	H840400459	B	A
25	H840260666	C	A
26	H840402598	C	A
27	H840402216	C	A
28	H840260667	C	A
29	H840450151	A	A
30	H840400189	C	A
31	H840400290	A	A
32	H840400213	B	A
33	H840150028	A	A
34	H840400210	B	A
35	H840400187	B	B
36	H840150033	B	B
37	H840450152	A	B
38	H840200356	B	B
39	H840052018	C	B
40	H840052017	C	B
41	H840052019	C	B
42	H840050879	B	B
43	H840050176	A	B

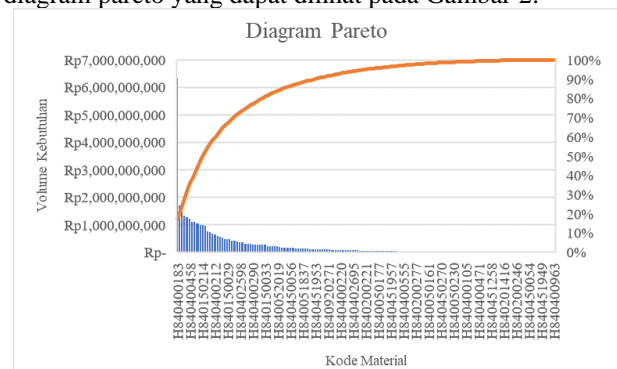
Tabel 2. Klasifikasi Analisis ABC

No	Material	ABC Nilai Pemakaian	ABC Nilai Investasi
44	H840400292	A	B
45	H840401248	B	B
46	H840450056	C	B
47	H840402344	C	B
48	H840400188	C	B
49	H840400103	A	B
50	H840450201	A	B
51	H840051837	C	B
52	H840450079	C	B
53	H840150128	A	B
54	H840200224	C	B
55	H840401566	C	B
56	H840451953	C	B
57	H840150126	A	B
58	H840400208	B	B
59	H840150026	A	B
60	H840052020	C	B
61	H840920271	C	B
62	H840906168	A	B
63	H840201249	B	B
64	H840400615	C	B
65	H840450118	A	B
66	H840400220	B	B
67	H840400308	B	B
68	H840150027	B	B
69	H840450150	A	B
70	H840400293	A	B
71	H840402695	C	B
72	H840050551	B	B
73	H840052021	C	B
74	H840150032	B	C
75	H840450055	C	C
76	H840200221	B	C
77	H840200360	B	C
78	H840400291	A	C
79	H840400295	A	C
80	H840052014	B	C
81	H840050177	A	C
82	H840400174	C	C
83	H840402745	C	C
84	H840451956	C	C
85	H840451943	C	C
86	H840451957	C	C
87	H840200589	C	C
88	H840400294	B	C
89	H840200580	C	C
90	H840450904	C	C
91	H840400555	A	C
92	H840450078	C	C
93	H840050545	C	C
94	H840400113	B	C
95	H840200247	C	C
96	H840200277	C	C
97	H840200264	C	C
98	H840400297	B	C
99	H840401721	C	C
100	H840402593	C	C
101	H840050161	B	C
102	H840450119	B	C
103	H840200212	B	C
104	H840450410	C	C
105	H840920073	C	C
106	H840450270	C	C
107	H840400477	C	C
108	H840451071	B	C
109	H840402616	B	C
110	H840402552	C	C

Tabel 2. Klasifikasi Analisis ABC

No	Material	ABC Nilai Pemakaian	ABC Nilai Investasi
111	H840050230	C	C
112	H840400281	C	C
113	H840400114	A	C
114	H840450120	B	C
115	H840050605	B	C
116	H840400105	A	C
117	H840906174	C	C
118	H840202235	C	C
119	H840202321	C	C
120	H840050158	B	C
121	H840400471	B	C
122	H840402275	C	C
123	H840402740	C	C
124	H840200587	B	C
125	H840202314	C	C
126	H840451258	C	C
127	H840400178	C	C
128	H840200565	C	C
129	H840201542	C	C
130	H840402562	C	C
131	H840201416	C	C
132	H840200222	C	C
133	H840200302	C	C
134	H840200220	C	C
135	H840200361	C	C
136	H840200246	C	C
137	H840450117	B	C
138	H840200297	B	C
139	H840402557	C	C
140	H840451750	C	C
141	H840450054	C	C
142	H840450412	C	C
143	H840400126	C	C
144	H840400340	C	C
145	H840401224	C	C
146	H840451949	C	C
147	H840401048	C	C
148	H840201241	C	C
149	H840451978	C	C
150	H840450927	C	C
151	H840400963	C	C

Analisis ABC mengelompokkan material berdasarkan nilai pemakaian dan investasinya. Material kelas A menyerap 80% dari total nilai investasi, material kelas B menyerap 15% dari total nilai investasi, dan material kelas C menyerap 5% dari total nilai investasi. Berdasarkan analisis ABC tersebut, dapat dibentuk diagram pareto yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Pareto Analisis ABC

Persediaan material yang masuk dalam kelas A memerlukan perhatian dalam persoalan pengendalian. Hal ini dikarenakan material pada kelompok ini memiliki jumlah pemakaian yang paling banyak serta menyerap dana investasi tertinggi (*high consumption level*) pada perusahaan jika dibandingkan dengan material lain. Biaya investasi yang besar akan berdampak pada biaya penyimpanan persediaan yang menjadi semakin tinggi. Terlebih jika material mengalami kerusakan, maka akan menimbulkan kerugian yang besar bagi perusahaan. Berdasarkan klasifikasi ABC yang telah dilakukan, terdapat 15 material dalam kelompok A yang menjadi prioritas penanganan. Daftar material yang masuk dalam kelas A dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi Analisis ABC Kelas A

No	Kode Material	Deskripsi Material	Final ABC
1	H840400183	VALVE,GATE,CS,TRIM8,FLG,150,4IN	A
2	H840400186	VALVE,GATE,CS,TRIM8,FLG,150,10IN	A
3	H840400184	VALVE,GATE,CS,TRIM8,FLG,150,6IN	A
4	H840400458	VALVE,GATE,CS,TRIM8,FLG,600,2IN	A
5	H840401515	VALVE,GATE,SW,A216WCB,A182F6,HW,150,6IN	A
6	H840400185	VALVE,GATE,CS,TRIM8,FLG,150,8IN	A
7	H840150214	VALVE,BTRFLY,DISCHARGE,WITHOUT ACT,2IN	A
8	H840150215	VALVE,BUTTERFLY,3IN,WITHOUT ACTUATOR	A
9	H840400206	GATE VALVE,216,WCB,RF,HO,300,2IN	A
10	H840400305	GATE VALVE,CS,SW,OS&Y,HO,# 800,3/4 IN	A
11	H840400182	VALVE,GATE,A216 WCB,RF,HW,150,3IN	A
12	H840150029	BUTT VALVE,CS,LUG,RF,BUNA,GO# 150, 10 IN	A
13	H840450151	GLOBE VALVE,F11,SW,1048-Y,# 1500,1.1/2IN	A
14	H840400290	VALVE,GATE,CS,TRIM8,SW,800,1/2IN	A
15	H840150028	BUTT VALVE,CS,LUG TP,RF FLG,# 150, 8 IN	A

4.2 Hasil Analisis SDE

Klasifikasi SDE atau *scare, difficult, and easy* adalah metode klasifikasi yang didasarkan pada kekritisan material menurut *Leadtime*, yaitu waktu yang dibutuhkan oleh sebuah material mulai dari penerbitan *purchase order* hingga barang tersebut diterima oleh bagian *receiving* pada *warehouse* PT XYZ. Hasil klasifikasi material dengan analisis SDE dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi Analisis SDE

No	Material	Leadtime	Kelas SDE
1	H840051837	249	S
2	H840052018	209	S
3	H840052017	209	S
4	H840052019	209	S
5	H840052020	209	S
6	H840052021	209	S
7	H840052014	209	S
8	H840400183	189	S
9	H840400184	189	S
10	H840400305	189	S
11	H840451953	189	S

Tabel 4. Klasifikasi Analisis SDE

No	Material	Leadtime	Kelas SDE
12	H840400208	189	S
13	H840450118	189	S
14	H840451956	189	S
15	H840451943	189	S
16	H840451957	189	S
17	H840050161	189	S
18	H840450119	189	S
19	H840400105	189	S
20	H840050158	189	S
21	H840400471	189	S
22	H840450117	189	S
23	H840150214	182	S
24	H840150215	182	S
25	H840400182	168	D
26	H840050879	168	D
27	H840400293	168	D
28	H840400555	168	D
29	H840050230	168	D
30	H840050605	168	D
31	H840450927	168	D
32	H840400963	168	D
33	H840401566	163	D
34	H840400192	157	D
35	H840400185	157	D
36	H840400290	157	D
37	H840150033	157	D
38	H840400294	157	D
39	H840400113	157	D
40	H840400114	157	D
41	H840401390	155	D
42	H840150177	155	D
43	H840450151	155	D
44	H840450201	155	D
45	H840450150	155	D
46	H840050551	155	D
47	H840450410	155	D
48	H840260666	146	D
49	H840260667	146	D
50	H840260654	141	D
51	H840260656	141	D
52	H840260655	141	D
53	H840402216	140	D
54	H840450412	140	D
55	H840400206	127	D
56	H840150029	127	D
57	H840150028	127	D
58	H840400210	127	D
59	H840450152	127	D
60	H840200356	127	D
61	H840400103	127	D
62	H840200224	127	D
63	H840150126	127	D
64	H840400308	127	D
65	H840150027	127	D
66	H840150032	127	D
67	H840200221	127	D
68	H840451071	127	D
69	H840906174	127	D
70	H840200222	127	D
71	H840200302	127	D
72	H840400126	127	D
73	H840400212	125	D
74	H840400187	125	D
75	H840401248	125	D
76	H840450270	124	D
77	H840050176	119	D
78	H840906168	119	D
79	H840401515	115	D

Tabel 4. Klasifikasi Analisis SDE

No	Material	Leadtime	Kelas SDE
80	H840150137	115	D
81	H840200580	115	D
82	H840050545	115	D
83	H840400297	115	D
84	H840450120	115	D
85	H840402562	115	D
86	H840201416	115	D
87	H840402557	115	D
88	H840920271	112	D
89	H840451767	100	D
90	H840906206	55	E
91	H840200297	52	E
92	H840450056	50	E
93	H840150128	49	E
94	H840201249	49	E
95	H840402695	42	E
96	H840400186	35	E
97	H840400188	35	E
98	H840200589	27	E
99	H840200212	27	E
100	H840200220	27	E
101	H840400213	21	E
102	H840450055	21	E
103	H840400189	17	E
104	H840050177	15	E
105	H840400458	14	E
106	H840400230	14	E
107	H840402598	14	E
108	H840400292	14	E
109	H840450078	14	E
110	H840200247	14	E
111	H840920073	14	E
112	H840402616	14	E
113	H840401224	14	E
114	H840400295	12	E
115	H840450904	12	E
116	H840400459	11	E
117	H840401721	11	E
118	H840200360	10	E
119	H840202314	10	E
120	H840400178	10	E
121	H840200565	10	E
122	H840201542	10	E
123	H840201241	10	E
124	H840400291	9	E
125	H840400477	9	E
126	H840451978	9	E
127	H840402745	8	E
128	H840200277	8	E
129	H840200264	8	E
130	H840400281	8	E
131	H840202235	8	E
132	H840200587	8	E
133	H840451258	8	E
134	H840200246	8	E
135	H840450054	8	E
136	H840402344	4	E
137	H840150026	3	E
138	H840450079	2	E
139	H840400220	2	E
140	H840400174	2	E
141	H840402552	2	E
142	H840400615	1	E
143	H840402593	1	E
144	H840202321	1	E
145	H840402275	1	E
146	H840402740	1	E
147	H840200361	1	E

Tabel 4. Klasifikasi Analisis SDE

No	Material	Leadtime	Kelas SDE
148	H840451750	1	E
149	H840400340	1	E
150	H840451949	1	E
151	H840401048	1	E

Berdasarkan pengelompokan yang dilakukan, dari 151 jenis material *valve* pada PT XYZ didapatkan komposisi material dengan kelas S sebanyak 24 item, kelas D sebanyak 65 item, dan kelas E sebanyak 62 item. Persediaan material yang masuk ke dalam kelompok S akan menjadi prioritas penanganan karena memiliki variasi *leadtime* yang lama atau termasuk material langka.

4.3 Hasil Analisis ABC-SDE

Material dikelompokkan melalui kombinasi antara analisis ABC dan SDE sehingga menghasilkan enam klasifikasi, diantaranya adalah AS, AD, AE, BS, BD, BE, CA, CD, dan CE. Klasifikasi AS merupakan klasifikasi dengan kombinasi kelas yang paling kritis. Material pada klasifikasi tersebut menjadi prioritas karena menduduki nilai investasi yang tinggi dan memiliki *leadtime* yang lama sehingga dibutuhkan perencanaan persediaan yang optimal. Berdasarkan klasifikasi yang telah dilakukan, terdapat 5 material dalam kelompok AS yang menjadi prioritas penanganan. Daftar material yang masuk dalam kelas AS dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi Analisis ABC-SDE Kelompok AS

No	Kode Material	Deskripsi Material	Final ABC	SDE
1	H840400183	VALVE,GATE,CS,TRIM8, FLG,150,4IN	A	S
2	H840400184	VALVE,GATE,CS,TRIM8, FLG,150,6IN	A	S
3	H840400305	GATE VALVE,CS,SW,OS&Y, HO,# 800, 3/4 IN	A	S
4	H840150214	VALVE,BTRFLY,DISCHARGE, WITHOUT ACT,2IN	A	S
5	H840150215	VALVE,BUTTERFLY,3IN, WITHOUT ACTUATOR	A	S

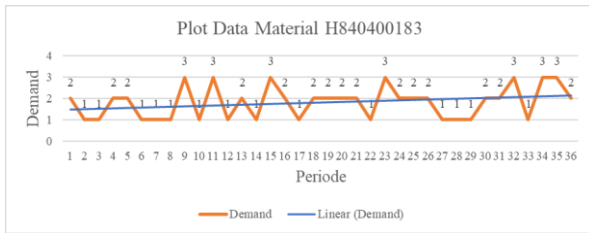
4.4 Forecasting

4.4.1 Plot Data

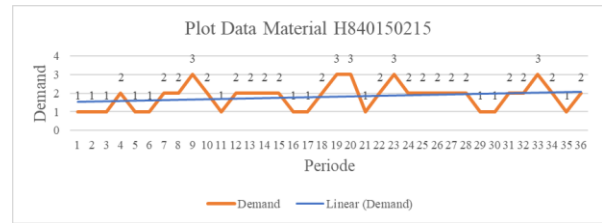
Plot data dilakukan untuk menggambarkan pola data berdasarkan data historis *demand*. Plot data dapat digunakan untuk menentukan metode peramalan yang cocok berdasarkan pola yang terbentuk.

1. Kode Material H840400183

Plot data historis *demand* pada material dengan kode H840400183 dapat dilihat pada Gambar 3.

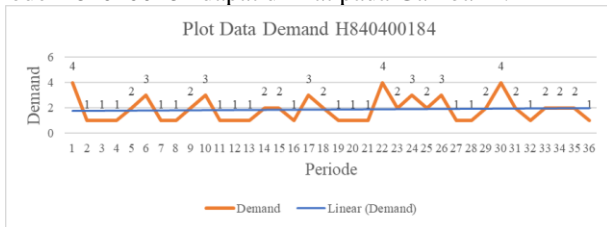


Gambar 3. Plot Data Historis Demand H840400183



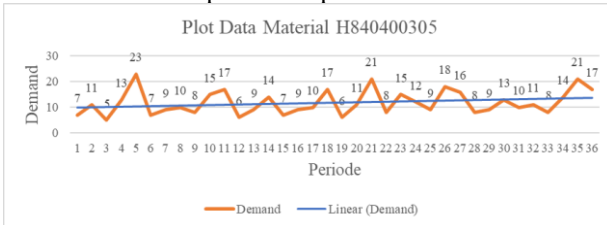
Gambar 6. Plot Data Historis Demand H840150215

2. Kode Material H840400184
Plot data historis demand pada material dengan kode H840400184 dapat dilihat pada Gambar 4.



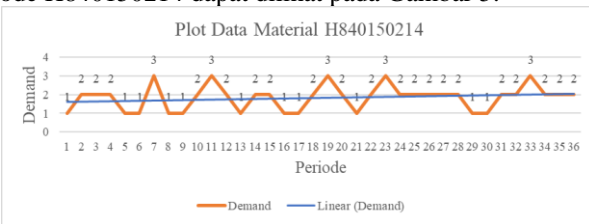
Gambar 4. Plot Data Historis Demand H840400184

3. Kode Material H840400305
Plot data historis demand pada material dengan kode 840400305 dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 1 Plot Data Historis Demand H840400305

4. Kode Material H840150214
Plot data historis demand pada material dengan kode H840150214 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Plot Data Historis Demand H840150214

5. Kode Material H840150215
Plot data historis demand pada material dengan kode H840150215 dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan plot data pada kelima jenis material *valve*, dapat diketahui bahwa data memiliki plot data yang fluktuatif sehingga metode peramalan yang tepat adalah yang mampu mengurangi *noise* melalui penggunaan konstanta *smoothing* (Putri & Azizah, 2021). Metode yang dapat digunakan adalah metode *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, dan *Holt's Winter Method*.

4.4.2 Hasil Forecasting

Data yang digunakan untuk melakukan peramalan berasal dari data historis *demand* setiap bulan selama periode Januari 2021 – Desember 2023.

1. Kode Material H840400183

Hasil *forecasting* pada kode material H840400183 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Forecasting Material H840400183

Periode	Material H840400183		
	SES	DES	Holt's Winter
1	1,69938	2,1410	2,45879
2	1,69938	2,15911	1,23735
3	1,69938	2,17721	1,24527
4	1,69938	2,19531	2,50631
5	1,69938	2,21341	2,52203
6	1,69938	2,23152	1,26884
7	1,69938	2,24962	1,27663
8	1,69938	2,26772	1,2844
9	1,69938	2,28582	3,8764
10	1,69938	2,30393	1,29984
11	1,69938	2,32203	3,92253
12	1,69938	2,34013	1,31515

2. Kode Material H840400184

Hasil *forecasting* pada kode material H840400184 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Forecasting Material H840400184

Periode	Material H840400184		
	SES	DES	Holt's Winter
1	1,99511	1,96720	4,26822
2	1,99511	1,97302	1,06966
3	1,99511	1,97884	1,07225
4	1,99511	1,98466	1,07485
5	1,99511	1,99047	2,15488
6	1,99511	1,99629	3,24009
7	1,99511	2,00211	1,08262
8	1,99511	2,00793	1,08520
9	1,99511	2,01375	2,17557
10	1,99511	2,01956	3,27109
11	1,99511	2,02538	1,09294
12	1,99511	2,03120	1,09551

- Kode Material H840400305
Hasil *forecasting* pada kode material H840400305 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Forecasting Material H840400305

Periode	Material H840400305		
	SES	DES	Holt's Winter
1	11,3482	13,6946	8,3662
2	11,3482	13,7981	13,2270
3	11,3482	13,9016	6,0485
4	11,3482	14,0051	15,8201
5	11,3482	14,1086	28,1551
6	11,3482	14,2121	8,6193
7	11,3482	14,3156	11,1464
8	11,3482	14,4191	12,4563
9	11,3482	14,5226	10,0220
10	11,3482	14,6261	18,8978
11	11,3482	14,7296	21,5379
12	11,3482	14,8331	7,6440

- Kode Material H840150214
Hasil *forecasting* pada kode material H840150214 dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Forecasting Material H840150214

Periode	Material H840150214		
	SES	DES	Holt's Winter
1	1,77913	2,05976	1,15501
2	1,77913	2,06384	2,32096
3	1,77913	2,06792	2,33187
4	1,77913	2,07200	2,34276
5	1,77913	2,07608	1,17680
6	1,77913	2,08016	1,18222
7	1,77913	2,08424	3,56285
8	1,77913	2,08832	1,19300
9	1,77913	2,09240	1,19837
10	1,77913	2,09648	2,40744
11	1,77913	2,10057	3,62719
12	1,77913	2,10465	2,42878

- Kode Material H840150215
Hasil *forecasting* pada kode material H840150215 dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Forecasting Material H840150215

Periode	Material H840150215		
	SES	DES	Holt's Winter
1	1,80446	2,0858	1,18558
2	1,80446	2,10085	1,1921
3	1,80446	2,11591	1,19859
4	1,80446	2,13096	2,41011
5	1,80446	2,14602	1,21151
6	1,80446	2,16107	1,21794
7	1,80446	2,17613	2,44869
8	1,80446	2,19118	2,46146
9	1,80446	2,20624	3,7113
10	1,80446	2,2213	2,48689
11	1,80446	2,23635	1,24977
12	1,80446	2,25141	2,51216

4.4.3 Metode Peramalan Terpilih

Metode peramalan terpilih didapat dari verifikasi dengan nilai *error* terkecil. Hasil verifikasi peramalan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Verifikasi Peramalan

Verifikasi	Kode Material	Metode Peramalan		
		SES	DES	Holt's Winter
MAPE	H840400184	39,7445%	40,8016%	7,32782%
	H840400185	53,2234%	49,5095%	2,35111%
	H840400305	33,775%	35,0895%	6,64432%
MAD	H840150214	34,6647%	34,2549%	5,00218%
	H840150215	33,1013%	35,1632%	5,97218%
	H840400184	0,672	0,5952	0,13195
MSD	H840400185	0,751	0,7556	0,04388
	H840400305	3,7372	3,6982	0,79135
	H840150214	0,5775	0,4951	0,09093
MSD	H840150215	0,5781	0,5096	0,10145
	H840400184	0,5972	0,512	0,02785
	H840400185	0,9169	0,8976	0,00328
	H840400305	21,6224	19,9073	0,99295
	H840150214	0,4629	0,425	0,01218
	H840150215	0,5095	0,4146	0,0145

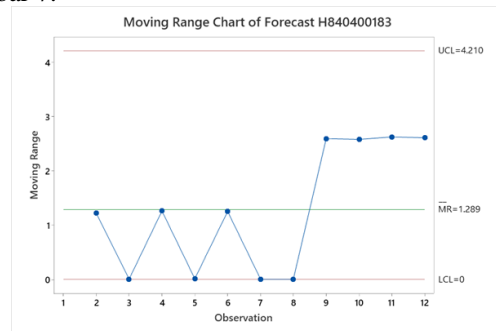
Metode peramalan yang tepat akan menghasilkan nilai *error* yang rendah. Untuk peramalan dengan metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* pada setiap kode material, didapatkan nilai MAPE > 30%. Sementara, dengan metode *Holt's Winter*, didapatkan nilai MAPE < 10% sehingga metode ini menjadi metode terpilih untuk setiap material karena memiliki nilai *error* terkecil.

4.4.4 Validasi Peramalan

Validasi peramalan dengan peta *Moving Range* menggunakan *software* Minitab untuk masing-masing material.

- Kode Material H840400183

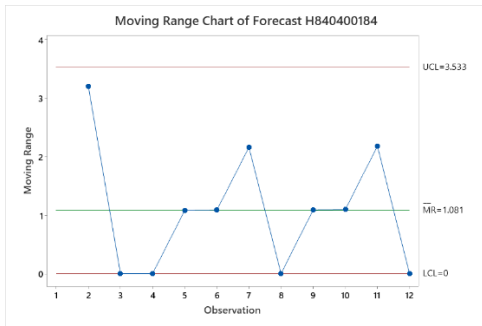
Hasil validasi pada kode material H840400183 dengan metode peramalan *Holt's Winter* dapat dilihat pada Gambar 7.



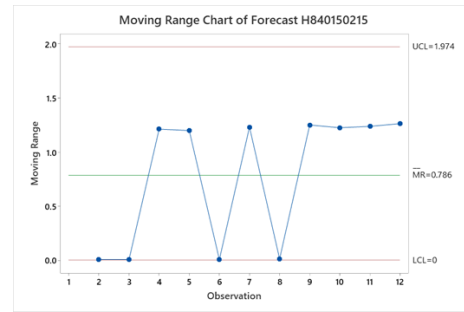
Gambar 7. Validasi Peramalan H840400183

- Kode Material H840400184

Hasil validasi pada kode material H840400184 dengan metode peramalan *Holt's Winter* dapat dilihat pada Gambar 8.



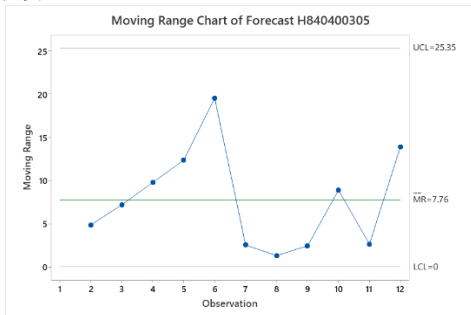
Gambar 8. Validasi Peramalan H840400184



Gambar 11. Validasi Peramalan H840150215

3. Kode Material H840400305

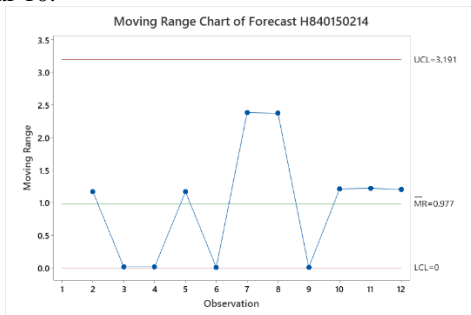
Hasil validasi pada kode material H840400305 dengan metode peramalan *Holt's Winter* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Validasi Peramalan H840400305

4. Kode Material H840150214

Hasil validasi pada kode material H840150214 dengan metode peramalan *Holt's Winter* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Validasi Peramalan H840150214

5. Kode Material H840150215

Hasil validasi pada kode material H840150215 dengan metode peramalan *Holt's Winter* dapat dilihat pada Gambar 11.

Berdasarkan grafik peta Moving Range pada kelima kode material di atas, dapat diketahui bahwa tidak ada nilai yang melebihi batas kontrol atas (UCL) dan batas kontrol bawah (LCL). Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa data hasil peramalan berada dalam batas kontrol dan metode *Holt's Winter* dianggap valid sebagai acuan peramalan untuk 12 bulan ke depan.

4.4.5 Rekapitulasi Hasil Forecasting

Rekapitulasi hasil peramalan yang diperoleh untuk 12 periode mendatang pada setiap material dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Rekapitulasi Hasil Forecasting

No	Kode Material	Deskripsi Material	Periode ke-	Hasil Peramalan
1	H840400183	VALVE,GATE,CS, TRIM8, FLG,150,4IN	1	3
			2	2
			3	2
			4	3
			5	3
			6	2
			7	2
			8	2
			9	4
			10	2
			11	4
			12	2
2	H840400184	VALVE,GATE,CS, TRIM8, FLG,150,6IN	1	5
			2	2
			3	2
			4	2
			5	3
			6	4
			7	2
			8	2
			9	3
			10	4
			11	2
			12	2
3	H840400305	GATE VALVE,CS,SW,OS &Y, HO,# 800, 3/4 IN	1	9
			2	14
			3	7
			4	16
			5	29
			6	9
			7	12
			8	13
			9	11
			10	19
			11	22
			12	8
4	H840150214		1	2

Tabel 12. Rekapitulasi Hasil *Forecasting*

No	Kode Material	Deskripsi Material	Periode ke-	Hasil Peramalan
			2	3
			3	3
			4	3
		VALVE,BTRFLY,	5	2
		DISCHARGE,	6	2
		WITHOUT	7	4
		ACT,2IN	8	2
			9	2
			10	3
			11	4
			12	3
			1	2
			2	2
			3	2
			4	3
		VALVE,BUTTERF	5	2
		LY,3IN,	6	2
5	H840150215	WITHOUT	7	3
		ACTUATOR	8	3
			9	4
			10	3
			11	2
			12	3

5. Kesimpulan

Prioritas penanganan pada material *valve* ditentukan berdasarkan kombinasi antara analisis ABC-SDE, yaitu material yang menyerap modal paling besar atau material pada kelas A dan material yang memiliki variasi *lead time* terpanjang yang berada pada kelas S. Berdasarkan klasifikasi ABC-SDE, diperoleh lima jenis material *valve* yang masuk ke dalam kategori AS dengan kode material H840400183, H840400184, H840400305, H840150214, dan H840150215. Peramalan dilakukan terhadap kelima material dengan metode peramalan terpilih adalah *Holt's Winter* karena menghasilkan nilai *error* terkecil. Metode ini menghasilkan nilai MAPE sebesar <10% yang artinya kemampuan model peramalan sangat baik.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih disampaikan kepada Bapak Singgih Saptadi, S.T., M.T. dan PT XYZ yang telah membimbing dan memberikan fasilitas kepada penulis selama keberlangsungan penyusunan jurnal ini.

Daftar Pustaka

- [1] D. R. Pratiwi, "Analysis on Determinant of Energy Intensity in Indonesia During 2000-2020," *Jurnal Budget*, vol. 7, no. 1, pp. 96-113, 2022.
- [2] E. M. T. Lalong, "Persediaan Inventory General Material dengan Analisa ABC & Min-Max Untuk Penentuan Prioritas dan Kuantiti Order," 2022.
- [3] A. K. Yusim, M. A. Fadila and Sarwoko, "Proses Pengujian kebocoran Valve pada Km. Kendhaga Nusantara Menggunakan Hydrostatic Pressure Test,"

Jurnal Inovasi Sains Dan Teknologi Kelautan, vol. 2, no. 3, 2021.

- [4] R. J. Tersine, *Principles of Inventory and Materials Management*, New Jersey: Prentice Hall, Inc, 1994.
- [5] T. Wahyuni, "Penggunaan Analisis Abc Untuk Pengendalian Persediaan Barang Habis Pakai : Studi Kasus Di Program Vokasi Ui," *Jurnal Vokasi Indonesia*, vol. 3, no. 2, 2015.
- [6] G. Schroeder and Rungtusanatham, *Operations Management: Contemporary Concepts and*, McGraw-Hill, 2010.
- [7] D. Janari, M. M. Rahman and A. R. Anugerah, "Analisis Pengendalian Persediaan Menggunakan Pendekatan Music 3d (Multi Unit Spares Inventory Control- Three Dimensional Approach) Pada Warehouse Di Pt Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban," *Teknoin*, vol. 22, no. 4, pp. 261-268, 2016.
- [8] S. A. Patandean and M. Mashud, "Aplikasi Forecasting Penjualan Menggunakan Metode Semi Average pada Toko Rumah Kita Makassar," *Inspiration: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 1, no. 9, pp. 25-32, 2019.
- [9] A. Subagyo, *Sudi Kelayakan Teori Aplikasi*, Jakarta: PT. Gramedia, 2008.
- [10] K. F. Azriati, A. Hoyyi and M. A. Mukid, "Verifikasi Model Arima Musiman Menggunakan Peta Kendali Moving Range," *Jurnal Gaussian*, Vol. 3, No. 4, pp. 701 - 710, 2014.
- [11] M. W. Putri and F. N. Azizah, "Perbandingan Metode Peramalan Moving Average, Single Exponential Smoothing, dan Trend Analysis pada Permintaan Produksi Art Board (Studi Kasus PT Pindo Deli Pulp and Paper Mills 1)," *JRSI: Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 8, no. 2, 2021.
- [12] D. C. Montgomery, C. L. Jennings and M. Kulahci, *Introduction To Time Series Analysis And Forecasting*, Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2015.