

ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN PART CAM 2DP, CAM 2SX, dan CAM B74 DENGAN METODE *FORECASTING* DAN *MIN MAX STOCK* (STUDI KASUS PADA PT INDOMATSUMOTO *DIES AND PRESS INDUSTRIES*)

Danar Adhi Wicaksono, Hery Suliantoro

^{1,2,3,4,5}*Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275*

Abstrak

PT Indomatsumoto Dies and Press Industries menghadapi masalah pengendalian persediaan untuk produk part CAM 2DP, CAM 2SX, dan CAM B74. Kebijakan perusahaan yang memproduksi untuk menghabiskan bahan baku coil tanpa menyesuaikan dengan permintaan pelanggan yang tidak menentu telah menyebabkan overstock (kelebihan stok) pada gudang produk jadi. Hal ini mengakibatkan produk berkarat, gudang menjadi penuh, dan inefisiensi dalam proses pengiriman. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan metode peramalan (*forecasting*) yang paling tepat dan menghitung tingkat persediaan yang optimal dengan metode Min-Max Stock untuk mengatasi masalah tersebut. Dengan menggunakan pendekatan kuantitatif, penelitian ini menganalisis data permintaan historis dari Januari 2022 hingga Desember 2023. Empat metode peramalan, yaitu Single Moving Average (SMA), Double Moving Average (DMA), Single Exponential Smoothing (SES), dan Double Exponential Smoothing (DES)—dibandingkan berdasarkan nilai error terkecil, terutama Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Dari hasil penelitian menunjukkan metode peramalan terbaik bervariasi untuk setiap produk berupa CAM 2DP dengan Double Moving Average (DMA) dengan MAPE 7,57%; CAM 2SX dengan Single Exponential Smoothing (SES) dengan MAPE 17,88%; dan CAM B74 dengan Double Exponential Smoothing (DES) dengan MAPE 19,80%. Berdasarkan metode terpilih, penelitian ini merekomendasikan jumlah safety stock, persediaan minimum, dan persediaan maksimum untuk setiap part. Kesimpulannya, perusahaan disarankan untuk mengubah strategi produksi agar sesuai dengan hasil peramalan dan menerapkan kebijakan Min-Max Stock untuk mengendalikan persediaan, menghindari kelebihan stok, dan meningkatkan efisiensi.

Kata kunci: *Peramalan; Time series; Min-Max Stock*

Abstract

PT Indomatsumoto Dies and Press Industries faces inventory control issues for its CAM 2DP, CAM 2SX, and CAM B74 parts. The company's manufacturing policy of using up raw coil materials without adjusting to volatile customer demand has led to overstock in the finished product warehouse. This results in product rust, overcrowding, and inefficiencies in the shipping process. This study aims to determine the most appropriate forecasting method and calculate optimal inventory levels using the Min-Max Stock method to address these issues. Using a quantitative approach, this study analyzes historical demand data from January 2022 to December 2023. Four forecasting methods—Single Moving Average (SMA), Double Moving Average (DMA), Single Exponential Smoothing (SES), and Double Exponential Smoothing (DES)—are compared based on their smallest error values, specifically the Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The results of the study show that the best forecasting method varies for each product in the form of CAM 2DP with Double Moving Average (DMA) with MAPE 7.57%; CAM 2SX with Single Exponential Smoothing (SES) with MAPE 17.88%; and CAM B74 with Double Exponential Smoothing (DES) with MAPE 19.80%. Based on the selected method, this study recommends the amount of safety stock, minimum inventory, and maximum inventory for each part. In conclusion, the company is advised to change its

production strategy to suit the forecasting results and implement a Min-Max Stock policy to control inventory, avoid excess stock, and improve efficiency.

Keywords: *Forecasting; Time series; Min-Max Stock*

1. Pendahuluan

PT Indomatsumoto adalah perusahaan produksi yang bergerak di bidang otomotif khususnya pembuat bahan baku suku cadang kendaraan atau yang biasa disebut dengan stamping part. Konsepnya adalah dengan menerima pesanan berdasarkan konsep make to order, yakni produk dibuat berdasarkan kebutuhan pelanggan (customer). Proses keberjalanan rantai pasok dari PT Indomatsumoto ini berasal dari Gudang material yang menerima material berupa coil dan lembaran dari supplier yang akan disimpan di Gudang

Dari latar belakang tersebut PT Indomatsumoto Press and Dies Industries ini memiliki masalah yang dapat diangkat adalah realisasi kegiatan produksi parts cam 2DP, cam 2SX, dan cam B74 yang sering melenceng dari rencana produksi awal yang seharusnya disesuaikan dengan permintaan pelanggan (PO), namun pada perusahaan sistem produksinya adalah memproduksi part dengan menghabiskan coil/material dibandingkan memproduksi sesuai dengan rencana awal (permintaan customer), lalu untuk sisa hasil produksi akan disimpan di gudang *finished good*. sehingga terjadi overstock pada gudang *finished good*. Overstock yang menumpuk pada Gudang. *finished good* ini dikhawatirkan membuat produk tersebut yang belum dikirim ke customer mengalami karatan karena terlalu lama berada di Gudang yang kondisinya menumpuk yang mengakibatkan pemberian antirarat tersebut sulit untuk menjangkau part yang berada dibawah pada box tersebut pada gudang *finished good*.

Dari beberapa permasalahan tersebut terdapat beberapa metode yang digunakan dalam melakukan pengendalian persediaan material/part dalam suatu inventory, yakni dengan forecasting untuk melakukan peramalan permintaan akibat ketidakmenentuan permintaan serta guna menentukan rencana produksi yang sesuai dengan permintaan customer yang tak pasti sehingga dapat memproduksi part secara tepat (tidak menimbun terlalu banyak part jadi). Lalu untuk metode min max untuk menentukan nilai ketersediaan maksimal stok dan minimal stok dari kebutuhan part berdasarkan permintaan customer. Metode forecasting yang tepat untuk diterapkan pada masing-masing part agar pengadaan material dari CAM 2DP, CAM 2SX, dan B74

pada proses produksi PT Indomatsumoto Press and Dies Industries

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Supply Chain Management

Supply Chain Manajemen adalah pengelolaan aliran barang dari proses barang mentah hingga barang jadi melalui aktivitas perencanaan dan pengendalian, proses produksi, penjaminan kualitas, hingga barang tersebut dialirkan hingga sampai ke tangan konsumen melalui proses penjadwalan (Wiyoko, 2019). Supply Chain Manajemen juga dapat diartikan sebagai proses terintegrasi dengan pemasok yang berkembang dari bahan mentah lalu diolah untuk menjadi suatu produk jadi (fungsional) dengan penitkberatan dari strategi proses bisnis melalui beberapa pendukung (Ardiansyah, 2018).

2.2 Persediaan

Persediaan adalah aset perusahaan berupa stok suatu barang dalam suatu perusahaan dalam melakukan proses produksi yang disimpan dan akan dipakai lagi di perusahaan di proses produksi yang stok ini digunakan untuk keperluan masa depan yang siap dijual maupun barang mentah dengan manajemen persediaan yang bisa memastikan kecukupan barang guna bisa memenuhi permintaan pelanggan sehingga suatu barang tak tertimbun terlalu banyak di bagian inventory maupun Gudang (Assauri, 2010).

Dengan adanya persediaan ini diharapkan bahwa ada barang yang tersedia dalam jumlah yang mencukupi dan untuk mengurangi kekurangan persediaan yang mengakibatkan harus menunggu selesainya proses produksi sehingga terjadi keterlambatan pengiriman barang ke pelanggan. Faktor yang dapat memengaruhi persediaan adalah waktu, pengiriman, dan teknik. Waktu merupakan salah satu faktor yang bisa memengaruhi lamanya proses dari produksi hingga sampai ke proses distribusi barang jadi

2.3 Peramalan

Peramalan merupakan proses yang akan memprediksi suatu peristiwa masa mendatang, yakni proses yang akan melibatkan pengambilan data historis atau masa lalu serta memproyeksikannya dengan model matematis untuk masa depan (Johan, 2013)

Peramalan yang baik adalah peramalan yang dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah atau prosedur penyusunan yang baik. Berikut adalah langkah-langkah yang harus dilakukan dalam peramalan (Supranto, 1984).

1. Konversi data untuk agregasi data, dengan menggunakan data *market demand* perusahaan

*Penulis Korespondensi.

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

sebanyak 24 periode atau 24 bulan dari tahun 2022 sampai 2023

2. Plot data Ploting data harus dilakukan sebelum memilih metode peramalan yang akan digunakan. Tujuannya adalah untuk menentukan pola data yang terbentuk
3. Memilih alternatif metode yang sesuai dengan plot data. Dengan asumsi bahwa pola akan berulang dimasa yang akan datang.
4. Melakukan Forecasting dengan peramalan dengan 5 metode yaitu *Single Moving Average*, *Double Moving Average*, *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, dan *Holts Winter Method*
5. Melakukan uji verifikasi dengan menghitung error dengan 3 metode verifikasi yaitu *Mean Percentage Absolute Error*, *Mean Absolute Deviation*, dan *Mean Squared Error*.
6. Memilih metode yang terbaik. Metode yang terbaik adalah metode yang memiliki nilai error terkecil.
7. Melakukan uji validasi metode terpilih dengan moving range
8. Jika grafik MR melewati batas atas maupun batas bawah, dilakukan dengan pengujian validasi Uji F dan dinyatakan lolos jika $F_{hitung} < F_{tabel}$.
9. Jika masih belum lolos, maka akan dilakukan Uji T dan dinyatakan lolos apabila $-T_{hitung} < -T_{tabel}$.

2.4 Metode Min-Max

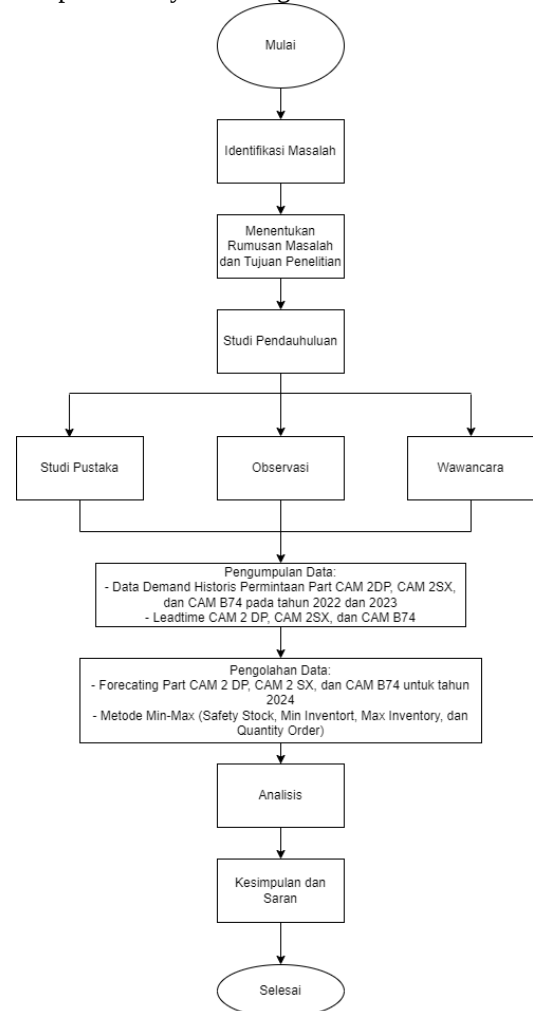
Dalam metode pengendalian persediaan atau yang biasa disebut dengan metode Min-Max ini konsepnya adalah untuk menghitung suatu maksimal persediaan dan jumlah minimum persediaan serta seberapa total reorder poinnya sehingga penentuan order quantity bisa ditentukan dengan melihat batas minimumnya. Metode Min-Max dirancang untuk menjaga kelancaran operasional dalam produksi pabrik. Dalam menghadapi kejadian yang tak terduga, pabrik harus memastikan bahwa jumlah persediaan minimum tetap tersedia. Meskipun demikian, kuantitas persediaan yang diatur juga perlu dijaga agar tidak berlebihan, yang dikenal sebagai persediaan maksimum, guna menghindari biaya yang tidak perlu

Ketika persediaan mendekati batas minimum, atau yang sering disebut sebagai safety stock, pemesanan baru perlu dilakukan untuk mengembalikan persediaan ke tingkat maksimum. Batas minimum dalam metode ini juga berfungsi sebagai titik pemesanan ulang. Sebaliknya, batas maksimum mencerminkan seberapa besar perusahaan bersedia menginvestasikan dana dalam bentuk persediaan tersebut. Oleh karena itu, metode Min-Max membantu mencapai keseimbangan optimal antara kelancaran produksi dan efisiensi biaya persediaan dalam perusahaan (Siboro, 2020)

3. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan di PT Indomatsumoto. Objek penelitian ini merupakan produk CAM. Penelitian dilakukan dengan cara mengolah data berdasar data given perusahaan dan wawancara terkait produk.

Berikut merupakan langkah-langkah dalam melakukan penelitian yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Metodologi Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian termasuk kedalam penelitian exploratory study yang membahas fenomena masalah terjadi sehingga dapat menjelaskan hubungan variabel dan dilakukan analisa mendalam terkait halnya dengan kondisi lapangan, sebab akibat, dan solusinya.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian yang berjudul “Analisis Pengendalian Persediaan Part Cam 2dp, Cam 2sx, Dan Cam B74 Dengan Metode Forecasting Dan Min Max Stock (Studi Kasus Pada PT Indomatsumoto Dies And Press Industries)” dilakukan PT Indomatsumoto.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang akan digunakan untuk meramalkan permintaan pada 12 periode mendatang

dalam pembuatan part CAM yang berasal dari material SPCC-SD. Data yang akan digunakan disini dalam (meramalkan) mencari jumlah permintaan di masa depan (12 periode yang akan datang) pada 2024 adalah dengan melihat data historis terlebih dahulu, yakni melihat data historis dari 24 periode lalu (2022 dan 2023).

3.4 Metode Pengolahan Data

Penelitian ini bertujuan menentukan metode peramalan paling akurat untuk PT Indomatsumoto produk CAM 2SX, CAM 2DP, dan CAM B74 dengan membandingkan empat pendekatan: Single Moving Average, Double Moving Average, Single Exponential Smoothing, dan Double Exponential Smoothing. Akurasi dari setiap metode diukur secara kuantitatif dengan menghitung nilai galat (error) melalui metrik Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Square Error (MSE), dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Metode yang menghasilkan nilai kesalahan terkecil akan diidentifikasi sebagai yang paling efektif untuk peramalan di masa depan.

4. Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini metode pengumpulan data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder.

4.1 Data Historis Permintaan

4.1.1 Data Historis Permintaan CAM 2DP

Berikut merupakan data historis permintaan selama 24 periode dari Januari 2022 hingga Desember 2023 untuk pembuatan CAM 2DP

Tabel 1. Data Historis Permintaan CAM 2DP

Bulan (2022)	Permintaan	Bulan (2023)	Permintaan
Januari	69000	Januari	86000
Februari	94500	Februari	87000
Maret	98500	Maret	95000
April	90500	April	76000
Mai	91000	Mei	98000
Juni	82000	Juni	94000
Juli	97500	Juli	92000
Agustus	77000	Agustus	100000
September	76000	September	112000
Oktober	91000	Oktober	122000
November	82000	November	116000
Desember	89000	Desember	113000

4.1.2.1 Data Historis Permintaan CAM 2SX

Berikut merupakan data historis permintaan selama 24 periode dari Januari 2022 hingga Desember 2023 untuk pembuatan CAM 2SX

Tabel 2. Data Historis Permintaan CAM 2DP

Bulan (2022)	Permintaan	Bulan (2023)	Permintaan
Januari	31500	Januari	54500
Februari	32000	Februari	43000
Maret	41800	Maret	52500
April	69500	April	29500
Mai	65500	Mei	53500

Juni	50500	Juni	40000
Juli	54000	Juli	46000
Agustus	53000	Agustus	44000
September	66000	September	30000
Oktober	63500	Oktober	38000
November	76500	November	38000
Desember	55500	Desember	41000

4.1.3 Data Historis Permintaan CAM B74

Berikut merupakan data historis permintaan selama 24 periode dari Januari 2022 hingga Desember 2023 untuk pembuatan CAM B74

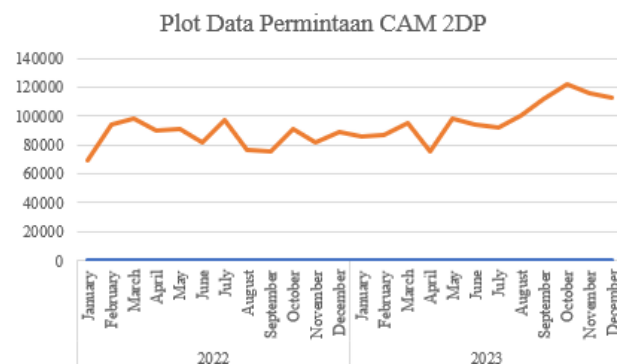
Tabel 3. Data Historis Permintaan CAM B74

Bulan (2022)	Permintaan	Bulan (2023)	Permintaan
Januari	7000	Januari	9000
Februari	4500	Februari	9000
Maret	7000	Maret	11000
April	5500	April	6000
Mai	11000	Mei	12000
Juni	9000	Juni	12000
Juli	9000	Juli	16000
Agustus	7800	Agustus	14000
September	6000	September	10000
Oktober	7000	Oktober	14000
November	11000	November	12000
Desember	10000	Desember	11000

Plot Data

1. Plot Data Permintaan CAM 2DP

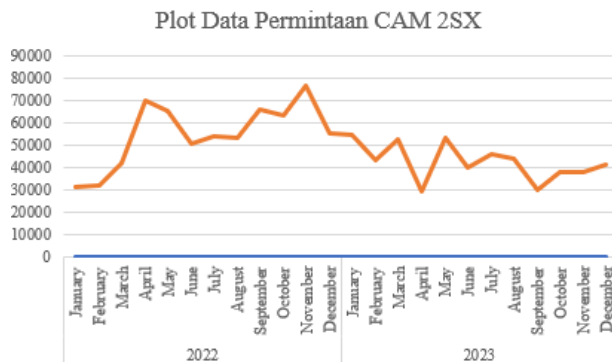
Berikut ini merupakan plot data historis CAM 2DP pada tahun 2022 hingga 2023 dari bulan Januari hingga Desember pada PT Indomatsumoto



Gambar 1. Plot Data Permintaan CAM 2DP

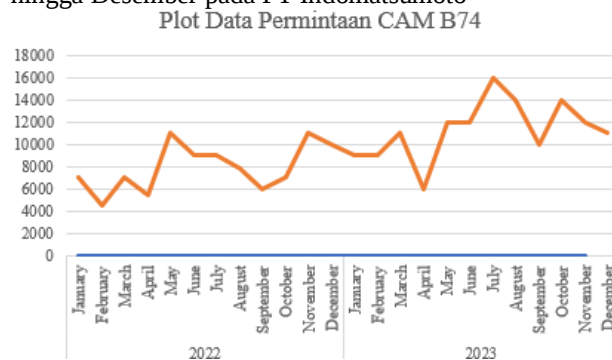
2. Plot Data Permintaan CAM 2SX

Berikut ini merupakan plot data historis CAM 2SX pada tahun 2022 hingga 2023 dari bulan Januari hingga Desember pada PT Indomatsumoto



Gambar 1. Plot Data Permintaan CAM 2SX

Berikut ini merupakan plot data historis CAM B74 pada tahun 2022 hingga 2023 dari bulan Januari hingga Desember pada PT Indomatsumoto



Gambar 1. Plot Data Permintaan CAM B74

4.2 Penentuan Metode Peramalan

Dalam Penentuan metode peramalan CAM 2SX ini akan melakukan peramalan untuk *Single Moving Average*, *Double Moving Average*, *Single Eksponential Smoothing*, dan *Double Eksponential Smoothing* dari data demand dan akan mencari *forecasting* dari keempat metode tersebut lalu memilih metode mana yang memiliki error terkecil.

a. CAM 2DP

Berikut hasil perhitungan perbandingan forecasting keempat metode (SMA, DMA, SES, dan DES)

Tabel 4. Rekap Perbandingan Peramalan CAM 2DP

Periode	SMA	DMA	SES	DES
1	114500	126640	113448,68	110161,1
2	114500	131320	113448,68	111464,31
3	114500	136000	113448,68	112767,52
4	114500	140680	113448,68	114070,74
5	114500	145360	113448,68	115373,95
6	114500	150040	113448,68	116677,16
7	114500	154720	113448,68	117980,37
8	114500	159400	113448,68	119283,59
9	114500	164080	113448,68	120586,8
10	114500	168760	113448,68	121890,01
11	114500	173440	113448,68	123193,22
12	114500	178120	113448,68	124496,43

Verifikasi	MSE	MAD	MAPE
SMA	97784090,909	8295,455	8,92%
DMA	78052893,333	7292,000	7,57%
SES	121104057,581	8582,237	9,18%
DES	121627531,276	8904,766	9,33%

Dalam melakukan pengambilan keputusan untuk menentukan metode terpilih ini, dilihat dari nilai error terkecil.

Tabel 4.5 Rekap Perbandingan Error CAM 2DP

Dari hasil perhitungan error dengan 4 metode, didapatkan hasil error terkecil yaitu dengan menggunakan metode DMA. Dalam perhitungan dengan metode DMA, didapatkan nilai MAPE sebesar 7,57%, nilai MAD sebesar 7292, serta nilai MSE sebesar 78052893,33. Jadi, metode terpilih adalah DMA karena memiliki nilai error terkecil.

b. CAM 2SX

Berikut hasil perhitungan perbandingan forecasting keempat metode (SMA, DMA, SES, dan DES)

Tabel 5. Rekap Perbandingan Peramalan CAM 2SX

Periode	SMA	DMA	SES	DES
Januari 2024	39500	34810	39341	32310
Februari 2024	39500	33680	39341	32311
Maret 2024	39500	32550	39341	32311
April 2024	39500	31420	39341	32312
Mei 2024	39500	30290	39341	32312
Juni 2024	39500	29160	39341	32312
Juli 2024	39500	28030	39341	32313
Agustus 2024	39500	26900	39341	32313
September 2024	39500	25770	39341	32314
Oktober 2024	39500	24640	39341	32314
November 2024	39500	23510	39341	32315
Desember 2024	39500	22380	39341	32315

Lalu, pada saat melakukan pengambilan keputusan untuk menentukan metode terpilih ini, dilihat dari nilai error terkecil.

Tabel 6. Rekap Perbandingan Error CAM 2SX

Verifikasi	MSE	MAD	MAPE
SMA	141879431,818	9147,727	18,85%
DMA	165284438,400	10419,467	23,50%
SES	142596551,332	8585,079	17,88%
DES	159762218,391	10096,122	21,31%

Dari hasil perhitungan error dengan 4 metode, metode SES memiliki error terkecil, didapatkan nilai MAPE sebesar 17,88%, nilai MAD sebesar 8585,079 serta nilai MSE sebesar 142596551,332. Jadi, metode terpilih adalah SES karena memiliki nilai error terkecil dibandingkan lainnya.

c. CAM B74

Berikut hasil perhitungan perbandingan forecasting keempat metode (SMA, DMA, SES, dan DES)

Tabel 7. Rekap Perbandingan Peramalan CAM 2DP

Periode	SMA	DMA	SES	DES
1	11500	11480	11833,99	12492
2	11500	11240	11833,99	12678
3	11500	11000	11833,99	12864
4	11500	10760	11833,99	13050
5	11500	10520	11833,99	13236
6	11500	10280	11833,99	13422
7	11500	10040	11833,99	13608
8	11500	9800	11833,99	13794
9	11500	9560	11833,99	13980
10	11500	9320	11833,99	14166
11	11500	9080	11833,99	14352
12	11500	8840	11833,99	14538

Dalam melakukan pengambilan keputusan untuk menentukan metode terpilih ini, dilihat dari nilai error terkecil.

Tabel 8. Rekap Perbandingan Error CAM 2DP

Verifikasi	MSE	MAD	MAPE
SMA	6680000,000	2031,818	20,98%
DMA	9486199,733	2559,600	25,81%
SES	6156698,629	1981,777	21,55%
DES	6048039,014	1993,128	19,80%

Dari hasil perhitungan *error* dengan 4 metode, didapatkan hasil *error* terkecil yaitu dengan menggunakan metode DES. Dalam perhitungan dengan metode DES, didapatkan nilai MAPE sebesar 19,08%, nilai MAD sebesar 1993,128, serta nilai MSE sebesar 6048039,014. Jadi, metode terpilih adalah DES karena memiliki nilai *error* terkecil dibandingkan lainnya.

4.3 Validasi Metode Peramalan

a. Moving Range

1. Moving Range CAM 2DP

Pada metode moving range ini perhitungan validasi *Moving Range* metode terpilih metode DMA pada CAM 2DP, yakni sebagai berikut:

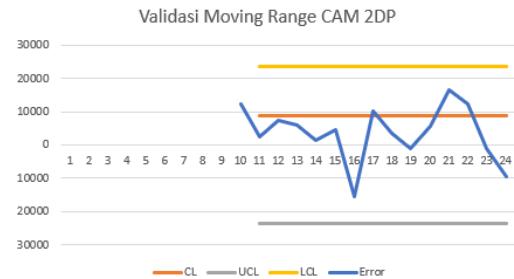
$$MR_{11} = (error_{13} - error_{14}) = (2310 - 12510) = -10200$$

$$CL = \frac{\sum_{i=3}^{24} |MR|}{n} = \frac{124610}{14} = 8900,714$$

$$UCL = 2.66 * CL = 2.66 * 8900,714 = -23675,9$$

$$LCL = -2.66 * CL = 2.66 * 8900,714 = 23675,9$$

Berikut ini merupakan grafik validasi *Moving Range* metode DMA untuk CAM 2DP berdasarkan pada perhitungan MR di atas:



Gambar 1. Validasi Moving Range CAM 2DP

Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa terdapat nilai moving range yang tidak ada yang melebihi garis UCL dan LCL, maka data peramalan dianggap lolos dan tak perlu dilakukan uji F dan uji T.

2. Moving Range CAM2SX

Pada metode moving range ini perhitungan validasi *Moving Range* metode terpilih metode DMA pada CAM 2SX, yakni sebagai berikut:

$$MR_3 = (error_3 - error_2) = (10082 - 500) = 9582$$

$$CL = \frac{\sum_{i=3}^{24} |MR|}{n} = \frac{287788,933}{22} = 13081,315$$

$$UCL = 2.66 * CL = 2.66 * 13081,315 = -34796,315$$

$$LCL = -2.66 * CL = 2.66 * 13081,315 = -34796,298$$

Berikut ini merupakan grafik validasi *Moving Range* metode DMA untuk CAM 2SX berdasarkan pada perhitungan MR di atas:

Gambar 1. Validasi Moving Range CAM 2SX

Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa terdapat nilai moving range yang tidak ada yang melebihi garis UCL dan LCL, maka data peramalan dianggap lolos dan tak perlu dilakukan uji F dan uji T.

3. Moving Range CAM B74

Pada metode moving range ini perhitungan validasi *Moving Range* metode terpilih metode DMA pada CAM 2DP, yakni sebagai berikut:

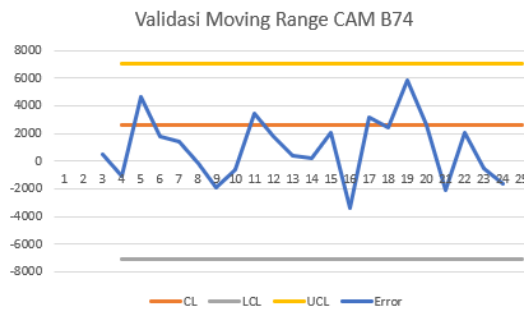
$$MR_4 = (error_4 - error_3) = (-1075 - 500) = -1575$$

$$CL = \frac{\sum_{i=3}^{24} |MR|}{n} = \frac{58229,244}{22} = 2646,784$$

$$UCL = 2.66 * CL = 2.66 * 2646,784 = -7040,44$$

$$LCL = -2.66 * CL = 2.66 * 2646,784 = 7040,445$$

Berikut ini merupakan grafik validasi *Moving Range* metode DMA untuk CAM B74 berdasarkan pada perhitungan MR di atas:



Gambar 1. Validasi Moving Range CAM B74
Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa terdapat nilai moving range yang tidak ada yang melebihi garis UCL dan LCL, maka data peramalan dianggap lolos dan tak perlu dilakukan uji F dan uji T.

4.4 Hasil Peramalan

Setelah dilakukan plot data, mencari metode peramalan terpilih melalui error terkecil serta melakukan validasi, didapatkan hasil forecasting CAM 2DP, CAM 2SX, dan CAM B74 untuk 12 periode mendatang, yakni peramalan periode Januari – Desember 2024. Berikut merupakan peramalan untuk ketiga part tersebut

Tabel 9. Rekap Perbandingan Peramalan CAM 2DP

Periode	CAM 2DP	CAM 2SX	CAM B74
	Metode Terpilih		
	DMA (Double Moving Average)	SES (Single Exponential Smoothing)	DES (Double Exponential Smoothing)
Januari 2024	126640	39341	12491
Februari 2024	131320	39341	12677
Maret 2024	136000	39341	12863
April 2024	140680	39341	13049
Mei 2024	145360	39341	13235
Juni 2024	150040	39341	13421
Juli 2024	154720	39341	13607
Agustus 2024	159400	39341	13793
September 2024	164080	39341	13979
Oktober 2024	168760	39341	14165
November 2024	173440	39341	14351
Desember 2024	178120	39341	14538

Berdasarkan hasil forecasting dari CAM 2DP, CAM 2SX, dan CAM B74 tersebut pada CAM 2DP metode terpilihnya adalah metode DMA karena memiliki

error paling kecil, yaitu sebesar 7,57% pada verifikasi MAPE tersebut.

Pada CAM 2SX hasilnya metode yang terpilih adalah metode SES (Single Exponential Smoothing) karena memiliki error terkecil, sebesar 17,88% pada verifikasi MAPE. SES ini hasilnya adalah tetap dan konstan untuk 12 periode kedepan Pada hasil forecasting menunjukkan pola yang konstan hasil dari forecasting tersebut yakni stuck di angka 39341 part CAM 2X untuk peramalan 12 periode mendatang.

Pada CAM B74 metode terpilihnya adalah metode DES (Double Exponential Smoothing) merupakan metode yang memiliki error terkecil sebesar.. pada verifikasi MAPE. DES ini hasilnya relative naik pada tiap periode rentang 12491 hingga 14538 part.

4.5 Perhitungan Min-Max Stock

Dalam penyelesaian metode Min-Max tersebut ada beberapa perhitungan yang akan dilakukan, yakni seperti menghitung safety stock awal dengan perhitungan maksimum pemesanan dalam 2 tahun terakhir dan leadtime. Lalu dilanjutkan untuk penghitungan *minimum stock* guna melihat penentuan re-order point dari hasil *safety stock* dan pemesanan rata-rata serta leadtime tersebut. Selanjutnya dicari maximum stock dan production quantity guna melihat dalam suatu periode produksi dapat memproduksi berapa part. Selanjutnya yang terakhir adalah pencarian frekuensi produksi melihat data permintaan total dalam dua tahun tersebut dan hasil dari *productivity quantity* tersebut.

a. Min-Max Stock CAM 2DP

Berikut merupakan perhitungan minimum-maximum stock beserta kuantitas dan frekuensi produksi terkait ketersediaan produk CAM 2DP berdasarkan jumlah part CAM 2DP yang diproduksi.

a. Safety Stock

Max Pemesanan = 122000
Pemesanan rata-rata (T) = 92875
Leadtime (LT) = 3 hari = 0,1 bulan

Maka:

$$SS = (Maksimum Pemakaian - T) \times LT$$

$$SS = (122000 - 92875) \times 0,1 = 2912,5$$

b. Minimum Stock

Safety Stock (SS) = 2912,5
Pemesanan rata-rata (T) = 92875
Leadtime (LT) = 3 hari = 0,1

Maka:

$$Min Inventory = (SS \times T) \times LT$$

$$Min Inventory = (2912,5 \times 92875) \times 0,1 = 12200$$

c. Maximum Stock

Safety Stock (SS) = 2912,5
Pemesanan rata-rata (T) = 92875
Leadtime (LT) = 3 hari = 0,1

Maka:

$$\begin{aligned} \text{Max Inventory} &= 2 \times (T \times LT) + SS \\ \text{Max Inventory} &= 2 \times (92875 \times 0,1) \\ &\quad + 2912,5 = 21487,5 \end{aligned}$$

- d. Production Quantity
Pemesanan rata-rata (T) = 92875
Leadtime (LT) = 3 hari = 0,1
Maka:
 $Q = 2 \times T \times LT$
 $Q = 2 \times 92875 \times 0,1 = 18575$

- e. Frekuensi Produksi

$$\begin{aligned} \text{Demand (D)} &= 122000 \\ \text{Production Quantity (Q)} &= 18575 \\ \text{Maka:} \\ F &= \frac{D}{Q} \\ F &= \frac{122000}{18575} = 120 \end{aligned}$$

b. Min-Max Stock CAM 2SX

Berikut merupakan perhitungan minimum-maximum stock beserta kuantitas dan frekuensi produksi terkait ketersediaan produk CAM 2SX berdasarkan jumlah part CAM 2DP yang diproduksi.

- a. Safety Stock
Max Pemesanan = 76500
Pemesanan rata-rata (T) = 48720
Leadtime (LT) = 3 hari = 0,1 bulan
Maka:
 $SS = (\text{Maksimum Pemakaian} - T) \times LT$
 $SS = (76500 - 48720) \times 0,1 = 2778$
- b. Minimum Stock
Safety Stock (SS) = 2778
Pemesanan rata-rata (T) = 48720,833
Leadtime (LT) = 3 hari = 0,1
Maka:
 $\text{Min Inventory} = (T \times LT) + SS$
 $\text{Min Inventory} = (48720 \times 0,1) + 2778$
 $= 7650$
- c. Maximum Stock
Safety Stock (SS) = 2778
Pemesanan rata-rata (T) = 92875
Leadtime (LT) = 3 hari = 0,1
Maka:
 $\text{Max Inventory} = 2 \times (T \times LT) + SS$
 $\text{Max Inventory} = 2 \times (92875 \times 0,1) + 2778$
 $= 12522$
- d. Production Quantity
Pemesanan rata-rata (T) = 48721
Leadtime (LT) = 3 hari = 0,1
Maka:
 $Q = 2 \times T \times LT$
 $Q = 2 \times 48721 \times 0,1 = 9744$

- e. Frekuensi Produksi

$$\begin{aligned} \text{Demand (D)} &= 122000 \\ \text{Production Quantity (Q)} &= 18575 \\ \text{Maka:} \\ F &= \frac{D}{Q} \\ F &= \frac{122000}{18575} = 120 \end{aligned}$$

c. Min-Max Stock CAM B74

Berikut merupakan perhitungan minimum-maximum stock beserta kuantitas dan frekuensi produksi terkait ketersediaan produk CAM B74 berdasarkan jumlah part CAM 2DP yang diproduksi.

- a. Safety Stock
Max Pemesanan = 16000
Pemesanan rata-rata (T) = 9617
Leadtime (LT) = 3 hari = 0,1 bulan
Maka:
 $SS = (\text{Maksimum Pemakaian} - T) \times LT$
 $SS = (16000 - 9617) \times 0,1 = 638$
- b. Minimum Stock
Safety Stock (SS) = 638
Pemesanan rata-rata (T) = 9617
Leadtime (LT) = 3 hari = 0,1
Maka:
 $\text{Min Inventory} = (LT \times T) \times SS$
 $\text{Min Inventory} = (0,1 \times 9617) \times 638$
 $= 1600$
- c. Maximum Stock
Safety Stock (SS) = 638
Pemesanan rata-rata (T) = 9616
Leadtime (LT) = 3 hari = 0,1
Maka:
 $\text{Max Inventory} = 2 \times (T \times LT) + SS$
 $\text{Max Inventory} = 2 \times (9617 \times 0,1) + 638$
 $= 2561$
- d. Production Quantity
Pemesanan rata-rata (T) = 9616
Leadtime (LT) = 3 hari = 0,1
Maka:
 $Q = 2 \times T \times LT$
 $Q = 2 \times 9616 \times 0,1 = 1923,3$
- e. Frekuensi Produksi

$$\begin{aligned} \text{Demand (D)} &= 230800 \\ \text{Production Quantity (Q)} &= 1923 \\ \text{Maka:} \\ F &= \frac{D}{Q} \\ F &= \frac{230800}{1923} = 120 \end{aligned}$$

4.6 Rekap Perbandingan Hasil Min-Max Stock

Dari perhitungan Min-Max diatas didapatkan hasil *safety stock, minimal inventory, maximal inventory,*

quantity, frekuensi tiap taun bahkan tiap bukan dari masing-masing part CAM 2DP, CAM 2SX, dan CAM B74. Berikut merupakan rekap perbandingan hasil perhitungan min-max stock:

Tabel 10. Rekap Perbandingan Peramalan CAM 2DP

	CAM 2DP	CAM 2SX	CAM B74
<i>Safety Stock</i>	2913	2778	638
<i>Min</i>	12200	7650	1600
<i>Max</i>	21488	12522	2562
<i>Quantity</i>	18575	9744	1923
Frekuensi/th	120	120	120
frek/bln	10	10	10

Berdasarkan Hasil Rekap Perhitungan Min-Max Stock diatas nilai safety stock dari psart CAM 2DP sebesar 2913 part, CAM SX ada 2778 part, dan CAM ada B74 638 part untuk ketersediaan barang pengaman jika terjadi hal yang diluar perkiraan terkait stok tersebut. Lalu untuk jumlah minimal stok

5. Analisis dan Pembahasan

5.1 Analisis Pola Data

Langkah awal dalam melakukan peramalan adalah dengan menentukan atau membuat plot data permintaan data historis dalam 24 periode terakhir (2023 dan 2022) untuk kemudian dilihat bagaimana kecenderungan pergerakan pola permintaan berdasarkan data historis, apakah pola akan menentukan tren, siklis, konstan, musiman, ataupun tak beraturan yang akan menentukan metode penyelesaian apa yang tepat untuk digunakan dalam forecasting tiap part tersebut.

5.2 Analisis Metode Peramalan

Dibawah ini merupakan analisis hasil peramalan yang digunakan.

1. Metode *Single Moving Average*

Menghitung actual data demand masa datang dengan membuat forecasting menggunakan data historis dalam jangka waktu tertentu, dengan konseptual jika semakin besar ataupun panjang moving average. Hasilnya adalah dengan *single moving average*, error dari MAPE sebesar 18,85%% untuk CAM 2SX, 8,92% untuk CAM 2DP, dan 20,98 % untuk CAM B74.

2. Metode *Double Moving Average*

Penggunaannya didasarkan pada rerata variansi untuk trend 12 periode kedepan, yakni dengan DMA 3 dengan error terkecil. Hasilnya untuk perhitungan MAPE pada CAM 2DP sebesar 10,09%, CAM 2SX sebesar 26,55%, dan CAM B74 sebesar 28,43%.

3. Metode *Single Eksponential Smoothing*

Metode ini ditujukan untuk peramalan dengan proses dari pemulusan (smoothing dengan data ramalan nilai kesalahan terkecil yang mengasumsikan peramalan pendek 1 bulan kedepan dengan mean tetap tanpa tren atau pola konsistensi

pertumbuhan. Hasilnya untuk perhitungan MAPE pada CAM 2DP sebesar 9,18%, CAM 2SX sebesar 17,88%, dan CAM B74 sebesar 21,55%.

4. Metode *Double Eksponential Smoothing*

menggunaka parameter alfa sebagai pemulus data. Nilai alfa didaftarkan dari hasil pengecekan data dengan menggunakan software Eviews dengan besar $\alpha = 0,01$. Nilai alfa ini menunjukkan seberapa besar sensitivitas hasil peramalan. Hasilnya untuk perhitungan MAPE pada CAM 2DP sebesar 9,33%, CAM 2SX sebesar 21,31%, dan CAM B74 sebesar 19,80%.

5.3 Analisis Metode Terpilih

a. Analisis Metode Terpilih CAM 2DP

Pada CAM 2DP setelah dilakukan perhitungan 4 metode peramalan dengan konsep moving average dan eksponential smoothing. Nilai error yang diambil adalah MAPE karena memerhatikan persentase dan dinilai ketelitiannya lebih tinggi. Didapatkan nilai MAPE terkecil pada metode DMA dengan 10,09%

b. Analisis Metode Terpilih CAM 2SX

Pada CAM 2DP setelah dilakukan perhitungan 4 metode peramalan dengan konsep moving average dan eksponential smoothing. Nilai error yang diambil adalah MAPE karena memerhatikan persentase dan dinilai ketelitiannya lebih tinggi. Didapatkan nilai MAPE terkecil pada metode SES dengan 17,88%

c. Analisis Metode Terpilih CAM B74

Pada CAM 2DP setelah dilakukan perhitungan 4 metode peramalan dengan konsep moving average dan eksponential smoothing. Nilai error yang diambil adalah MAPE karena memerhatikan persentase dan dinilai ketelitiannya lebih tinggi. Didapatkan nilai MAPE terkecil pada metode DES dengan 19,80%

5.4 Analisis Validasi Metode Terpilih

Pada validasi metode terpilih ini dilakukan setelah menghitung metode SMA, DMA, SES, DES dilakukan uji validasi menggunakan *moving range*. Pada metode validasi ini digunakan berdasarkan statistika parametrik, yakni digunakan adalah uji F dan uji T, namun yang digunakan hanya uji F karena data peramalan dianggap tidak lolos saat uji *Moving Range*. Jika pada perhitungan uji F didapatkan hasil Fhitung < Ftabel dianggap lolos uji F dan tak perlu dilakukan uji T. Metode moving range chart digunakan pada validasi ini karena dirancang untuk membandingkan nilai permintaan aktual dengan nilai peramalan. Moving Range digunakan untuk menguji kestabilan sistem sebab akibat yang mempengaruhi permintaan dengan konsep nilai error tak melebihi batas atas (UCL) dan batas bawah (LCL) pada suatu grafik maka tek perlu dilanjutkan uji F dan uji T.

a. Analisis Validasi Metode Terpilih CAM 2DP

Berdasarkan perhitungan CAM 2DP ini didapatkan validasi metode DMA Dengan nilai CL (rata-rata) sebesar 8900,714 , nilai UCL sebesar -23675,9 , dan nilai LCL sebesar.23,675,9 . Berdasarkan penentuan nilai UCL dan LCL menunjukkan error yang akan disajikan dengan grafik tak melebihi UCL dan LCL. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwasanya metode moving range ini aman karena error berada dalam batas kendali (tak melebihi UCL maupun LCL) serta data yang digunakan sudah aman dan tak perlu pengambilan lagi.

b. Analisis Validasi Metode Terpilih CAM 2SX

Berdasarkan perhitungan CAM 2DP ini didapatkan validasi metode SES Dengan nilai CL (rata-rata) sebesar 13081,315 , nilai UCL sebesar 34796,298, dan nilai LCL sebesar -34796,298. Berdasarkan penentuan nilai UCL dan LCL menunjukkan erro yang akan disajikan dengan grafik tak melebihi UCL dan LCL sehingga dapat diambil kesimpulan dengan metode moving range ini aman karena error berada dalam batas kendali (tak melebihi UCL maupun LCL)

c. Analisis Validasi Metode Terpilih CAM B74

Berdasarkan perhitungan CAM 2DP ini didapatkan validasi metode DES Dengan nilai CL (rata-rata) sebesar 2646,784 , nilai UCL sebesar 7040,445 , dan nilai LCL sebesar -7040,445. Berdasarkan penentuan nilai UCL dan LCL menunjukkan erro yang akan disajikan dengan grafik tak melebihi UCL dan LCL sehingga dapat diambil kesimpulan dengan metode moving range ini aman karena error berada dalam batas kendali (tak melebihi UCL maupun LCL)

5.5 Analisis Safety Stock

Setelah dilakukan metode forecasting hingga nilai error dan hasil forecasting metode terpilih diketahui, lalu akan dilakukan perhitungan safety stock untuk menganalisis stock pengaman 12 periode mendatang dari CAM 2SX, CAM DP, dan B74 tersebut akan seperti apa nanti kedepannya dengan perhitungab penentuan maximal pemakaian (permintaan) data historis, permintaan rata-rata customer, hingga penentuan stok maksimal dan minimal dalam produksi stok pengaman akan seperti apa setelah dilakukan perhitungan safety stock setelah peramalan tersebut.

a. Analisis Safety Stock CAM 2DP

Pada CAM 2DP ini setelah dilakukan perhitungan safety stock dengan metode min-max stock didapatkan hasil yaitu dengan meksimal produksi sebanyak 122000 dengan rata-rata permintaan tiap bulan dari customer sebanyak 92875 part berdasarkan leadtime 0,1 (perhitungan leadtime perusahaan setiap 3 hari) sehingga safety stock yag didapat sebesar sekitar 2913 part dengan minimal stock yang tersedia 12200 dan maksimal stok tersedia 21488 part yang memerhatikan production frekuensi 18575 part.

b. Analisis Safety Stock CAM 2SX

Pada CAM 2SX ini setelah dilakukan perhitungan safety stock dengan metode min-max stock didapatkan hasil yaitu dengan meksimal produksi sebanyak 76500 dengan rata-rata permintaan tiap bulan dari customer sebanyak 48721 part berdasarkan leadtime 0,1 (perhitungan leadtime perusahaan setiap 3 hari) sehingga safety stock yang didapat sebesar sekitar 2778 part dengan minimal stock yang tersedia 7650 dan maksimal stok tersedia 2562 part yang memerhatikan production frekuensi 9745 part.

c. Analisis Safety Stock CAM B74

Pada CAM B74 ini setelah dilakukan perhitungan safety stock dengan metode min-max stock didapatkan hasil yaitu dengan meksimal produksi sebanyak 16000 dengan rata-rata permintaan tiap bulan dari customer sebanyak 9617 part berdasarkan leadtime 0,1 (perhitungan leadtime perusahaan setiap 3 hari) sehingga safety stock yag didapat sebesar sekitar 639 part dengan minimal stock yang tersedia 1600 dan maksimal stok tersedia 2562 part yang memerhatikan production frekuensi 1924 part.

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan dan kesimpulan sebelumnya, maka kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah:

1. Pola permintaan data permintaan berdasarkan plot data permintaan masa lalu 24 periode masa lalu adalah pola musiman untuk CAM 2DP, pola data trend untuk CAM 2SX, dan pola musiman untuk CAM B74. Oleh karena iti, berdasarkan pola data tersebut metode terpilih adalah *Single Eksponential Smoothing* untuk part CAM 2SX serta *Double Moving Average* untuk CAM B74 dan CAM 2DP.
2. Usulan metode peramalan yang digunakan oleh PT Indomatsumoto Press and Dies Industries adalah tiem series untuk mengestimasi, meramal permintaan part di masa mendatang (12 periode yang akan datang) dengan menggunakan 24 periode historis tersebut dalam permintaan part. Pada CAM 2DP metode terpilihnya adalah

- Double Moving Average* dengan error sebesar 7,57%, lalu pada CAM 2SX metode terpilihnya adalah *Single Eksponential Smoothing* dengan error sebesar 17,88% pada MAPE, dan pada CAM B74 sebesar metode terpilihnya adalah *Double Eksponential Smoothing* dengan error sebesar 19,8%.
3. Hasil Perhitungan nilai safety stock didapatkan hasil Pada CAM 2DP ini setelah dilakukan perhitungan safety stock maksimal produksi sebanyak 122000 dengan rata-rata permintaan tiap bulan dari customer sebanyak 92875 part sehingga safety stock yang didapat sebesar sekitar 2913 part dengan minimal stock yang tersedia 12200 dan maksimal stok tersedia 21488 part yang memerhatikan production frekuensi 18575 part. Pada CAM 2SX safety stock didapatkan hasil yaitu dengan maksimal produksi sebanyak 76500 dengan rata-rata permintaan tiap bulan dari customer sebanyak 48721 part sehingga safety stock yang didapat sebesar sekitar 2778 part dengan minimal stock yang tersedia 7650 dan maksimal stok tersedia 2562. Pada CAM B74 ini didapatkan hasil yaitu dengan maksimal produksi sebanyak 16000 dengan rata-rata permintaan tiap bulan dari customer sebanyak 9617 part sehingga safety stock yang didapat sebesar sekitar 639 part dengan minimal stock yang tersedia 1600 dan maksimal stok tersedia 2562 part yang memerhatikan production frekuensi 1924 part.
 4. Setelah dilakukannya penerapan metode forecasting dalam proses pengendalian persediaan pada produk jadi, yakni CAM 2SX, CAM 2DP, dan CAM B74 tersebut lebih teratur dari segi permintaan berdasarkan historis dan actual permintaan masa mendatang (12 periode) tersebut yakni mengusulkan rekomendasi perbaikan pada sistem produksi PT Indomatsumoto dengan memproduksi part sesuai dengan forecasting untuk 12 periode masa mendatang tersebut daripada harus menghabiskan coil untuk 1x produksi. Walaupun masih ada sisa coil dari produksi, akan digunakan kembali sesuai dengan permintaan tersebut sehingga gudang finished good tersebut tidak menjadi penuh serta proses bongkar muat barang menjadi lebih terarah.
- Ardian. (2017). Pengendalian Safety Stock Secara Efisien dalam Penentuan Ketersediaan Barang
- Ardiansyah. (2018). Manajemen Rantai Pasok dalam keberjalanan Bisnis Digital Marketing yang Optimal.
- Assauri. (2004). Persediaan Material yang baik untuk mencapai Nilai Optimal.
- Assauri. (2010). Persediaan optimal pada Kebutuhan Material PT Dunlop.
- Bakhtiar Wibowo, A. P. (2015). Teknik Peramalan Demand pada Data Historis.
- Budiman. (2018). Efektivitas Peramalan pada Permintaan Produk Teh Sosro pada PT Sosro Indonesia.
- Damanik, I., Gunadnya, I. B., & Aviantara, I. N. (2022). Penggunaan Beberapa Model Peramalan (Forecasting) untuk Produksi Gula Kristal Putih di PT. Perkebunan Nusantara X. *JURNAL BETA (BIOSISTEM DAN TEKNIK PERTANIAN)*, 29.
- Fikri. (2017). Metode Min-Max Stock dalam Penentuan Ketersediaan Bahan Baku Afthur DPPU Ahmad Yani Kota Semarang.
- Ghiffari, M. (2021). Pengoptimalan Manajemen Rantai Pasok untuk Keberjalanan Produksi.
- Ginatra, N. L. (2019). Penerapan Metode Single Exponential Smoothing Dalam Peramalan Penjualan Barang.
- Ginting, R. (2007). *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hajjah, A., & Marlim, Y. N. (2021). Analisis Error Terhadap Peramalan Data Penjualan Error Analysis Toward Sales Data Forecasting. *Techno*, 4.

Daftar Pustaka

- Akmal, R. (2013). USULAN PERBAIKAN SISTEM PENJADWALAN DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE DISTRIBUTION REQUIREMENT PLANNING DI PT. COCA COLA AMATIL CABANG PEKANBARU.