

Analisis Optimasi Kebutuhan *Abrasive Disc* Menggunakan Metode *Forecasting* Dengan Pendekatan *Time Series* Pada Unit Kerja Dm5100

1st Alfred Komuna
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

alfredkomuna@student.telkomuniversit
y.ac.id

2nd Murman Dwi Prasetyo
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

murmandwi@telkomuniversity.ac.id

3rd Nopendri
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

nopendri@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — DM5100 Standard Planning & Control merupakan salah satu unit kerja yang bertanggung jawab kepada DM5000 Tool Manufacturing & Services dan Direktorat Produksi. Bidang ini berada pada yang memproduksi pesawat terbang dan helikopter. Proses bisnis yang diterapkan oleh perusahaan ini yaitu Job Order dimana produksi dimulai ketika ada permintaan dari pelanggan. Dalam memenuhi permintaan pelanggan, departemen produksi perusahaan memiliki 2 jenis tool untuk membantu proses produksi. Tool ini terdiri dari aset tetap dan consumable tool. Berdasarkan data historis permintaan consumable tool pada tahun 2019–2021 terdapat kesenjangan mengenai pengadaan atau pembelian consumable tool yang salah satunya yaitu Abrasive Disc. Pada penelitian ini, difokuskan untuk merencanakan kebutuhan optimal pada consumable tool agar dapat memenuhi permintaan departemen produksi. Usulan yang diajukan dengan menerapkan forecasting dengan pendekatan time series. Dalam perhitungan time series memiliki beberapa metode yang digunakan yaitu Moving Average, Weight Moving Average, Exponential Smoothing. Metode terpilih berdasarkan pola data uji sampel serta nilai MSE terkecil pada seluruh metode yang digunakan. Dari hasil pengolahan data, diketahui metode terpilih yaitu Single Moving Average ordo 2 dengan nilai MSE 4.991.209. Berdasarkan hasil tersebut, metode ini memiliki hasil peramalan senilai 2200 unit penggunaan abrasive disc setiap periode dalam 6 periode selanjutnya dari tahun 2022–2024.

Kata Kunci – Permintaan, Abrasive Disc, Forecasting, Time Series

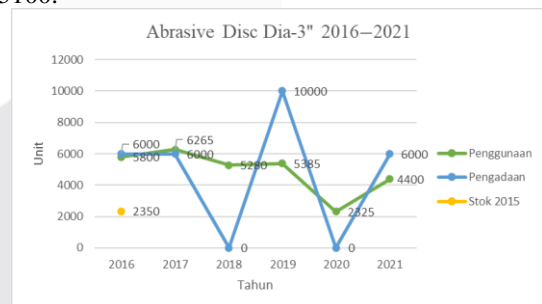
I. PENDAHULUAN

DM5000 merupakan departemen yang bekerja dibawah Direktorat Produksi dan divisi *Detail Part Manufacturing* yang memiliki kode DM0000. DM5100 *Standard Planning & Control* adalah salah satu unit kerja yang bertanggung jawab kepada DM5000 *Tool Manufacturing & Services*. Unit kerja ini memiliki beberapa tugas pokok yaitu *Cutting tool engineering*, *Standard tool store*, *Measuring tool*, *DPM tool*, *Tool crib* dan *Tool grinding*.

Pada unit kerja ini terdapat 2 jenis *tool* yang digunakan dalam proses produksi yaitu *assets tools* dan *consumable tools*. *Assets Tools* adalah aset tetap milik perusahaan yang memiliki nilai penting seperti mesin bubut manual dan mesin bubut CNC serta dapat di lakukan perawatan apabila terjadi

kerusakan. Sedangkan, *Consumable Tools* adalah aset yang memiliki biaya pembelian atau penggantian relatif terjangkau yang dimiliki perusahaan sehingga sering kali disebut benda sekali pakai yang berfungsi untuk membantu proses utama produksi seperti gas argon, oksigen, kain majun, *cutting tool* dan *abrasive*.

Dalam proses produksi pembuatan komponen utama pesawat terbang, seperti sayap dan badan pesawat digunakan raw material yang terbuat dari aluminium, *carbon* dan *steel*. Pada tahapan pembentukan komponen tersebut, hasil akhirnya tidak halus apabila dilihat dengan kasat mata. Hal ini dapat menyebabkan permukaan *raw material* tersebut tidak halus. Oleh karena itu, digunakan salah satu *consumable tool* yaitu *abrasive* atau secara umumnya disebut amplas yang berfungsi untuk mengasah dan menghaluskan permukaan *raw material*. Berikut data salah satu jumlah penggunaan dan pengadaan *consumable tool abrasive* pada DM5100.

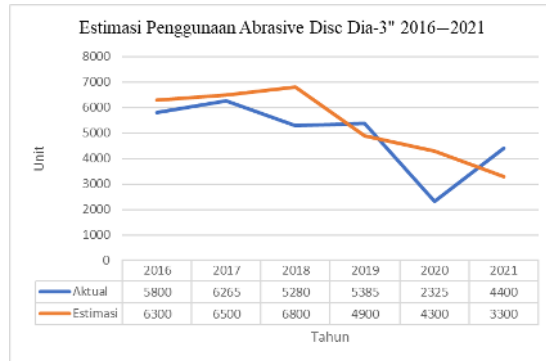


GAMBAR 1.
Penggunaan Abrasive Disc Dia-3" pada tahun 2016–2021

Dari data tersebut, terdapat 1 tahun pengadaan yang berlebih pada tahun 2019 sehingga tahun berikutnya tidak terjadi pengadaan karena pemesanan stok yang berlebih. Hal ini menyebabkan penyimpanan di gudang bertambah dan mempengaruhi *lifetime abrasive disc* karena ini termasuk aspek penting bagi teknisi dalam produksi sehari-hari [1]. Penyebab pemesanan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti historis penggunaan, *track record* penggunaan dan peralihan *budgeting*.

Permasalahan pada faktor lingkungan disebabkan oleh peralihan *budgeting* dan penyesuaian Kegiatan Barang Jasa (KBJ) sehingga terjadi pengurangan dalam pembelian

abrasive disc. Permasalahan pada faktor metode disebabkan perencanaan menggunakan data historis dimana pembelian dilakukan berdasarkan jumlah penggunaan *abrasive disc* pada tahun sebelumnya. Misalnya, tahun sebelumnya menggunakan 1000-unit dan tahun berikutnya ditambahkan 10% untuk memperkirakan penggunaan *abrasive disc* tetapi setelah dijalankan jumlah penggunaan bisa melebihi atau terjadi kekurangan stok sehingga belum memiliki perencanaan yang efisien.



GAMBAR 2.

Data Estimasi Penggunaan Abrasive Disc Dia-3" 2016–2021

Permasalahan pada faktor manusia disebabkan oleh penggunaan *abrasive disc* yang berlebih dan pencatatan penggunaannya. Penggunaan yang berlebih disebabkan oleh jumlah yang digunakan oleh operator untuk menghaluskan permukaan material yang berbeda-beda.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka solusi yang tepat adalah melakukan *forecasting* dengan pendekatan model *time series* untuk mengoptimasi jumlah pengadaan *consumable tool abrasive* sehingga dapat menjaga penggunaan *abrasive* tiap tahunnya. Data *time series* merupakan kumpulan pengamatan yang diatur secara berurutan berdasarkan waktu dengan jarak yang sama [2].

II. KAJIAN TEORI

A. Optimasi

Optimasi adalah suatu proses yang bertujuan untuk mencari nilai maksimum atau minimum dari suatu fungsi dengan melakukan serangkaian langkah-langkah keputusan dalam beberapa tahap, dengan tujuan mencapai hasil yang terbaik atau hasil maksimal dari fungsi tersebut [3]. Jadi, tujuan akhirnya seperti meminimalkan upaya yang diperlukan atau untuk memaksimalkan hasil dari manfaat yang diperoleh.

B. Forecasting

Forecasting (peramalan) merupakan teknik untuk memperkirakan permintaan yang diharapkan di masa depan. Peramalan adalah suatu cara memprediksi masa depan seakurat mungkin, karena peramalan yang baik harus meminimalkan kesalahan antara permintaan saat ini (aktual) dan nilai perkiraan [4].

C. Time Series

Metode *time series* adalah suatu teknik statistik yang menggunakan data permintaan historis untuk memprediksi permintaan di masa mendatang [5]. Berikut merupakan persamaan *time series* yang digunakan.

1. Regresi linier

Regresi linier adalah suatu metode populer untuk berbagai macam permasalahan. Untuk peramalan *time series*, formula regresi linier cocok digunakan bila pola data adalah tren [6].

$$a = \left(\frac{(\sum d_t)(\sum t^2) - (\sum t)(\sum d_t \cdot t)}{N(\sum t^2) - (\sum t)^2} \right) \quad (1)$$

$$b = \left(\frac{N(\sum t \cdot d_t) - (\sum t)(\sum d_t)}{N(\sum t^2) - (\sum t)^2} \right) \quad (2)$$

$$d'_t = a + b \cdot t \quad (3)$$

Keterangan:

d'_t = Hasil peramalan periode t

t = Periode

d_t = Nilai permintaan periode t

a = Titik potong

b = Kemiringan

N = Jumlah periode

2. Single moving average

Single moving average adalah pendekatan peramalan yang memanfaatkan nilai rata-rata dari data-data dalam n periode terbaru guna meramalkan nilai pada periode selanjutnya [7].

$$d'_t = \frac{(d_{t-1} + d_{t-2} + d_{t-3} + \dots + d_{t-N})}{N} \quad (4)$$

Keterangan:

d'_t = Hasil peramalan periode t

d_{t-1} = Nilai permintaan periode $t-1$ (periode sebelumnya)

d_t = Nilai permintaan periode t

N = Jumlah periode

3. Double moving average

Double moving average merupakan salah satu metode dalam *moving average* yang menggunakan data *single moving average* pada waktu tertentu dengan penyesuaian antara SMA dan DMA serta penyesuaian *trend*.

$$S't = \frac{(d_{t-1} + d_{t-2} + d_{t-3} + \dots + d_{t-N})}{N} \quad (5)$$

$$S''t = \frac{(S'_{t-1} + S'_{t-2} + S'_{t-3} + \dots + S'_{t-M+1})}{M} \quad (6)$$

$$a_t = S't + (S't - S''t) \quad (7)$$

$$b_t = \frac{2}{N-1}(S't - S''t) \quad (8)$$

$$d'_t = a_t + b_t \cdot M \quad (9)$$

Keterangan:

$S't$ = *Moving average* pertama

$S''t$ = *Moving average* kedua

a_t = Jumlah data dalam *moving average*

b_t = Koefisien *trend*

N = Total periode *moving average* pertama

M = Pengurangan antara periode yang diprediksi dengan periode yang sebenarnya

d_t = Permintaan pada periode t

4. Weight Moving Average

Weight moving average merupakan metode yang menggunakan rata-rata sejumlah nilai aktual yang

diperbarui saat nilai baru tersedia dengan memberikan bobot lebih pada nilai aktual dalam time series [8].

$$d'_t = \frac{W_1(d_{t-1}) + W_2(d_{t-2}) + \dots + W_N(d_{t+1-N})}{W_1 + W_2 + \dots + W_N} \quad (10)$$

Keterangan:

d_{t-1} = Nilai permintaan periode $t-1$

W_N = Bobot ($0 \leq W_N \leq 1$) yang diberikan pada periode t

d'_t = Hasil peramalan periode t

5. Single Exponential Smoothing

Single exponential smoothing (SES) termasuk metode prediksi kuantitatif dengan pola data historis yang tidak stabil dan berdasarkan deret waktu.

$$d'_t = d'_{t-1} + \alpha(d_{t-1} - d'_{t-1}) \quad (11)$$

Keterangan:

d'_t = Hasil peramalan periode t

α = Faktor/ konstanta yang subjektif

d'_{t-1} = Nilai peramalan pada periode $t-1$

6. Double Exponential Smoothing

Pada metode peramalan ini, yang dapat digunakan adalah pola data tren [9].

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S'_{t-1} \quad (12)$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1} \quad (13)$$

$$a_t = 2 S'_t - S''_t \quad (14)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S'_t - S''_t) \quad (15)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t(m) \quad (16)$$

Keterangan:

α = Parameter exponential smoothing ($0 < \alpha < 1$)

X_t = Data aktual pada periode t

S'_{t-1} = Nilai SES periode ke $t-1$

S''_{t-1} = Nilai DES periode ke $t-1$

a_t = Nilai konstanta pada periode ke- t

b_t = Nilai tren pada periode ke- t

m = Periode ke depan yang akan diramalkan

F_{t+m} = Nilai peramalan untuk m periode ke depan

D. Pengukuran Akurasi Peramalan

Akurasi peramalan merupakan faktor penting ketika memutuskan di antara alternatif peramalan. Akurasi didasarkan pada kinerja kesalahan historis dari suatu perkiraan [8]. Ada tiga ukuran yang biasa digunakan, yaitu:

1. Mean Absolute Deviation (MAD)

Mean Absolute Deviation merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu. MAD merupakan bobot semua kesalahan secara merata.

$$MAD = \sum_{t=1}^n \left| \frac{d_t - d'_t}{n} \right| \quad (17)$$

2. Mean Square Error (MSE)

Mean Square Error merupakan rata-rata kuadrat kesalahan peramalan [10]. Dalam MSE bobot kesalahannya sesuai dengan nilai kuadratnya. MSE memberikan nilai bobot kesalahan yang lebih besar yang biasanya menyebabkan lebih banyak masalah.

$$MSE = \sum_{t=1}^n \frac{(d_t - d'_t)^2}{n} \quad (18)$$

3. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error merupakan rata-rata persen kesalahan mutlak. Bobot MAPE menurut kesalahan relatif. MAPE harus digunakan ketika ada kebutuhan untuk menghitung kesalahan dalam perspektif tertentu.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{(d_t - d'_t)}{d'_t} \right|}{n} \times 100 \quad (19)$$

Keterangan:

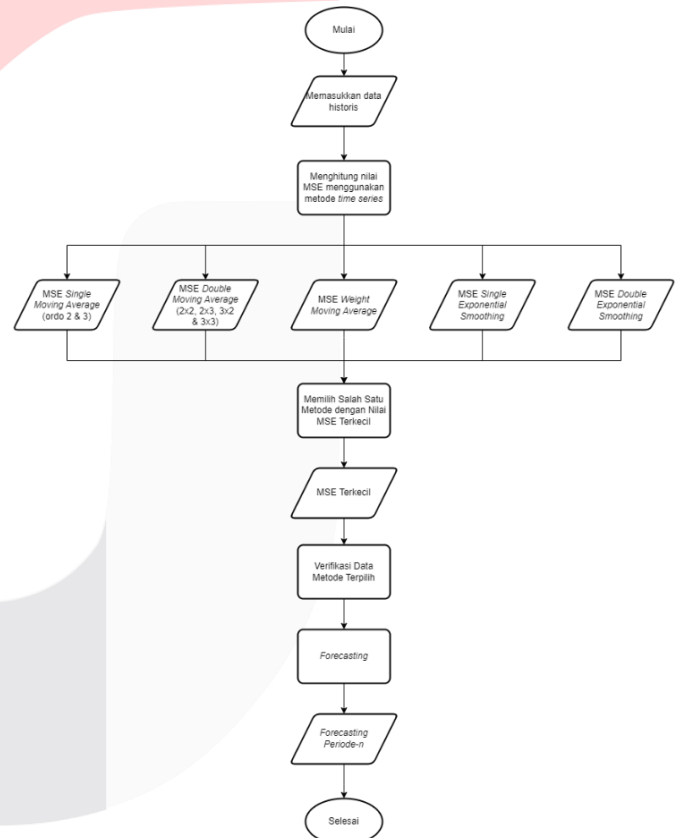
n = Jumlah data kesalahan

d_t = Nilai permintaan periode t

d'_t = Hasil peramalan periode t

III. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan observasi data dimana didapatkan data historis *abrasive disc* dari tahun 2016 sampai 2021. Penentuan metode peramalan yang terpilih didapatkan dari nilai MSE terkecil dari setiap metode yang digunakan dalam perhitungan peramalan. Berikut penjelasan metode yang akan digunakan dalam penelitian ini.



GAMBAR 3.
Metodologi Penelitian

Data historis merupakan data observasi *abrasive disc* diameter ukuran 3-inch pada tahun 2016 sampai tahun 2021 dibagi menjadi 12 periode dimana dari 6 tahun menjadi 12 semester karena pembelian DM5100 dilakukan sebanyak dua kali dalam setahun. Selanjutnya data tersebut dikelola menggunakan *tool* perhitungan yang akan dirancang sehingga dapat menghitung nilai MSE terkecil dari 5 metode *time series* yang dipilih. Setelah itu, metode yang terpilih ditentukan menggunakan MSE yang menghitung nilai *error* pada metode peramalan dari rata-rata dalam periode tertentu.

Langkah selanjutnya, metode *time series* yang terpilih akan dilakukan verifikasi untuk memastikan metode tersebut representatif terhadap data. Verifikasi ini dilakukan dengan menggunakan *Moving Range Chart* (MRC). Pada MRC akan terlihat apakah sebaran data masih dalam kontrol atau berada di luar kontrol. Apabila berada di luar kontrol, maka *forecasting* tidak dapat dilanjutkan karena sebaran data tidak valid. Jika berada dalam kontrol, maka metode terpilih representatif terhadap data dan di dapatkan hasil *forecasting* 6 periode selanjutnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pola Data

Pola data bertujuan untuk menentukan metode yang tepat dalam menentukan metode *time series*. Data penggunaan *abrasive disc* diameter ukuran 3 inci pada tahun 2016-2021 dibagi menjadi 12 periode dimana dari 6 tahun menjadi 12 semester. Berdasarkan 12 periode tersebut, pola data berbentuk siklis sehingga metode yang cocok dengan data ini yaitu metode *moving average*, *weight moving average* dan *exponential smoothing*.

B. Perbandingan MSE

Perbandingan MSE dilakukan untuk menentukan metode terbaik dari seluruh metode terpilih dengan melihat nilai bobot kesalahan yang paling kecil. Tabel berikut merupakan hasil perbandingan MSE.

TABEL 1.
Perbandingan Hasil MSE

Metode	Nilai MSE
SMA 2	4991209
SMA 3	5432692
DMA 2x2	7977356
DMA 2x3	8185651
DMA 3x2	8519724
DMA 3x3	9079130
SES SOLVER	5871465
DES SOLVER	5694297
WMA	6293296
MSE Terkecil	4991209

Berdasarkan tabel diatas, diketahui nilai MSE terkecil yaitu metode *single moving average* ordo 2 dengan nilai 4.991.209 dibandingkan metode lainnya. Oleh karena itu, metode ini dipilih untuk ke tahap selanjutnya yaitu verifikasi.

C. Verifikasi

Verifikasi dilakukan dengan menggunakan grafik *moving range chart* (MRC). Proses ini memiliki tujuan untuk membandingkan nilai yang diamati (data aktual) dengan nilai peramalan. Tujuan dari verifikasi ini juga mencakup pengecekan terhadap adanya data yang berada di luar batas kontrol. Jika terdapat keraguan mengenai validitas metode peramalan selama proses verifikasi, maka perlu mencari metode yang lebih sesuai atau cocok [11].

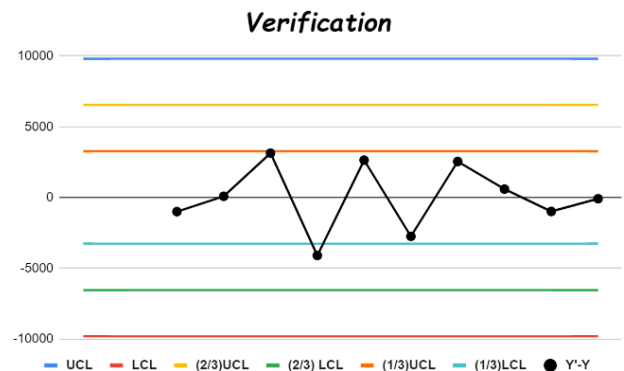
Dalam melakukan perhitungan metode ini, peneliti terlebih dahulu harus mengetahui nilai Y dan Y'. Selanjutnya, dapat menghitung nilai MR dan rata-rata total MR sehingga dapat menghitung batas atas (UCL) dan batas

bawah (LCL). Dan terakhir, menghitung nilai 1/3 dan 2/3 dari UCL dan LCL. Setelah menghitung dan memperoleh hasil dari tabel verifikasi (Tabel 2), selanjutnya dapat membuat grafik verifikasi yang bertujuan untuk melihat data yang dimiliki melewati out of control atau berada di titik aman.

TABEL 2.
Hasil Perhitungan Verifikasi MRC

Period	Y	Y'	Y'-Y	MR	Mean of MR	UCL	LCL	(2/3) UCL	(2/3) LCL	(1/3) UCL	(1/3) LCL
1	4800				3689	9813	-9813	6542	-6542	3271	-3271
2	1000				3689	9813	-9813	6542	-6542	3271	-3271
3	3900	2900	-1000		3689	9813	-9813	6542	-6542	3271	-3271
4	2365	2450	85	1085	3689	9813	-9813	6542	-6542	3271	-3271
5	0	3133	3133	3048	3689	9813	-9813	6542	-6542	3271	-3271
6	5280	1183	-4098	7230	3689	9813	-9813	6542	-6542	3271	-3271
7	0	2640	2640	6738	3689	9813	-9813	6542	-6542	3271	-3271
8	5385	2640	-2745	5385	3689	9813	-9813	6542	-6542	3271	-3271
9	150	2693	2543	5288	3689	9813	-9813	6542	-6542	3271	-3271
10	2175	2768	593	1950	3689	9813	-9813	6542	-6542	3271	-3271
11	2150	1163	-988	1580	3689	9813	-9813	6542	-6542	3271	-3271
12	2250	2163	-88	900	3689	9813	-9813	6542	-6542	3271	-3271

Berdasarkan grafik berikut (Gambar 4), diketahui bahwa data yang terpilih terverifikasi karena tidak ada nilai Y'-Y yang melewati batas kontrol data dan memenuhi syarat *moving range chart*. Jadi, data tersebut dapat digunakan untuk perhitungan *forecasting* pada 6 periode berikutnya.



GAMBAR 4.
Hasil Verifikasi

D. Hasil Peramalan

Hasil akhir dari penelitian ini sebanyak 6 periode yaitu tahun 2022 sampai dengan tahun 2024. Masa periode ini terbilang lebih pendek dibandingkan masa periode historis yang ada karena semakin pendek masa periode yang didapatkan dari hasil peramalan, maka semakin kecil juga kemungkinan error yang dihasilkan dari peramalan ini.

Single moving average ordo 2 merupakan acuan dalam perhitungan *forecasting* 6 periode selanjutnya. Metode ini dipilih karena memiliki nilai MSE paling kecil dibandingkan metode lainnya. Oleh karena itu, perhitungan periode 13 dan selanjutnya akan menggunakan metode ini. Tabel berikut merupakan hasil *forecasting* dalam 6 periode selanjutnya.

TABEL 3.
Hasil Peramalan 6 Periode Selanjutnya

Periode	Tahun/ Semester	Penggunaan
13	2022/ 1	2200
14	2022/ 2	2200
15	2023/ 1	2200

Periode	Tahun/ Semester	Penggunaan
16	2023/ 2	2200
17	2024/ 1	2200
18	2024/ 2	2200

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dilakukan peramalan dengan metode *time series* yang bertujuan untuk mendapatkan jumlah *demand* atau penggunaan *abrasive disc* pada 6 periode selanjutnya. Dari metode SMA, WMA dan *exponential smoothing*, diketahui nilai MSE terkecil diperoleh pada metode SMA ordo 2 senilai 4.991.209. Kemudian, dilakukan proses verifikasi untuk mengetahui apakah data melewati batas *out of control* atau memenuhi aturan yang ada. Setelah data terverifikasi, dilakukan perhitungan *forecasting* dan didapatkan hasil peramalan *demand* atau penggunaan *abrasive disc* pada 6 periode berikutnya menggunakan metode SMA ordo 2. Jadi, usulan perencanaan pembelian menggunakan metode ini dapat dipertimbangkan perusahaan untuk pembelian produk *abrasive disc* diameter 3-inch berikutnya.

REFERENSI

- [1] N. Ortega, V. Martynenko, D. Perez, D. M. Krahmer, L. N. L. De Lacalle, and E. Ukar, "Abrasive disc performance in dry-cutting of medium-carbon steel," *Metals (Basel)*, vol. 10, no. 4, 2020, doi: 10.3390/met10040538.
- [2] A. Mahfud Al *et al.*, "Peramalan Data Time Series Seasonal Menggunakan Metode Analisis Spektral Berdasarkan data yang tersedia diperoleh model terbaik untuk peramalan penumpang pesawat di Bandar Udara Raden Intan II adalah Seasonal ARIMA (0," 2020.
- [3] H. Sunandar and Pristiwanto, "Optimalisasi Implementasi Algoritma Greedy dalam Fungsi Penukaran Mata Uang Rupiah," *Jurnal Teknik Informatika Unika St. Thomas (JTIUST)*, vol. 04, no. 02, Dec. 2019.
- [4] D. R. Sule, *Production Planning and Industrial Scheduling*. 2007. doi: 10.1201/9781420044218.
- [5] B. W. T. Roberta S. Russell, *Operations Management: Creating Value Along the Supply Chain, Seventh Edition*, vol. 7th editio, no. December. 2010.
- [6] T. Baroto, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia, 2002.
- [7] C. Heizer, Jay; Render, Barry; Munson, *Operation Management Sustainability and Supply Chain Management*, vol. 12, no. 2. 2017.
- [8] W. J., Stevenson, *Operations management*, 11th ed. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2012.
- [9] P. Subagyo, *Forecasting: Konsep dan Aplikasi*, 2nd ed. Yogyakarta: BPFE, 2002.
- [10] D. Gunawan and J. Kurniawan, "Perancangan Sistem Informasi Purchase Order Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing," *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer dan Informasi*, vol. 2, no. 1, pp. 13–18, [Online]. Available: http://www.academia.edu/8309937/SDLC_Systems_Developm
- [11] Z. Mardhiyah¹, R. Aurachman, P. Giri, and A. Kusuma, "Penentuan Jumlah Perencanaan Permintaan Terhadap Produk Aqua Dengan Metode Peramalan Time Series (STUDI KASUS PADA PT TIRTA INVESTAMA BANDUNG)," 2020.