

Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pembuatan Kaos Menggunakan Pendekatan Simulasi Monte Carlo Dan Min-Max Pada Konveksi Jaguar Screen Printing

Hamzah Abdul Hakim¹, Argaditia Mawadati^{*2}, Cyrilla Indri Parwati³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas AKPRIND Indonesia
e-mail: ¹hamzahabd15@gmail.com, ^{2*}mawadati@akprind.ac.id, ³cindiparwati@akprind.ac.id

Abstract

The continuity of the production process in a company is influenced by various factors, one of which is the supply of raw materials. Shortages of raw materials can result in delays in production, meanwhile if there is excess besides creating waste, if it is not adjusted to the storage capacity it will result in the accumulation of raw materials on the production floor. So in an effort to prevent these problems, this study aims to determine the supply of raw materials for making t-shirts in the coming period using Monte Carlo simulations and determining optimal inventory control of raw materials for making t-shirts using the Min-Max method. The object of this research is the raw materials for making t-shirts including fabric, rib, emulsion and ink. By carrying out a Monte Carlo simulation, the estimated results for the supply of raw materials for t-shirts in the following period in 2022 are 5,974 kg of fabric. Rib material of 426 kg. Emulsion Material of 227 kg. The amount of ink material is 818 kg. The results of the calculation of the Min-Max method from the simulation data with details, namely the minimum value of the fabric is 24.28 kg and the maximum value is 39.83 kg. The rib material has a minimum value of 4.92 kg and a maximum value of 8.52 kg. The minimum value of the emulsion material is 2.76 kg and the maximum value is 4.54 kg. The minimum ink value is 3.04 kg and the maximum value is 5.45 kg.

Keywords : Inventory, Monte Carlo Simulation, Min-Max, Raw Material, Safety Stock

Abstrak

Kelangsungan proses produksi dalam suatu perusahaan dipengaruhi berbagai faktor salah satunya persediaan bahan baku. Kekurangan bahan baku dapat mengakibatkan keterlambatan produksi, sementara itu jika terjadi kelebihan selain membuat pemborosan, jika tidak disesuaikan dengan kapasitas penyimpanan akan mengakibatkan penumpukan bahan baku hingga di lantai produksi. Sehingga dalam upaya untuk mencegah permasalahan tersebut penelitian ini bertujuan untuk menentukan persediaan bahan baku pembuatan kaos pada periode mendatang menggunakan simulasi Monte Carlo serta menentukan pengendalian persediaan bahan baku pembuatan kaos secara optimal menggunakan metode Min-Max. Objek penelitian ini yaitu pada bahan baku pembuatan kaos antara lain kain, rib, emulsi dan tinta. Dengan melakukan simulasi Monte Carlo diperoleh hasil estimasi persediaan bahan baku kaos pada periode berikutnya tahun 2022 sebanyak 5.974 kg kain. Bahan rib sebesar 426 kg. Bahan Emulsi sebesar 227 kg. Jumlah bahan Tinta sebesar 818 kg. Hasil perhitungan metode Min-Max dari data hasil simulasi dengan rincian yaitu nilai minimum bahan kain sebesar 24,28 kg dan nilai maksimum sebesar 39,83 kg. Bahan rib memiliki nilai minimum sebesar 4,92 kg dan nilai maksimum sebesar 8,52 kg. Nilai minimum bahan emulsi sebesar 2,76 kg dan nilai maksimum sebesar 4,54 kg. Nilai minimum bahan tinta sebesar 3,04 kg dan nilai maksimum sebesar 5,45 kg.

Kata Kunci: Bahan Baku, Persediaan, Simulasi Monte Carlo, Min-Max, Safety Stock

PENDAHULUAN

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2022, industri tekstil dan pakaian jadi menyumbang produk domestik bruto (PDB) atas dasar harga konstan (ADHK) sebesar Rp139,33 triliun. Nilai tersebut lebih tinggi 9,34% dibandingkan pada tahun sebelumnya sebesar Rp127,43 triliun. Produsen industri fashion yang sering ditemukan di berbagai kota di Indonesia adalah usaha konveksi dan sablon, baik dalam kapasitas kecil, sedang maupun besar.

Konveksi Jaguar Screen Printing adalah perusahaan UMKM yang bergerak dalam bidang industri

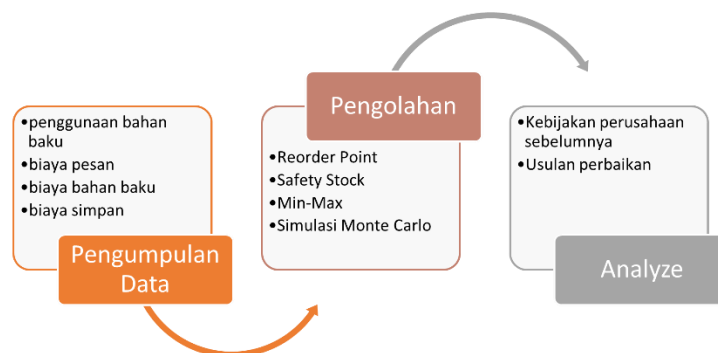
konveksi yang menghasilkan produk berupa kaos, kemeja, jaket, masker dan kantong plastik sablon. Persediaan bahan baku menjadi hal yang krusial dalam perusahaan ini, karena Jaguar Screen Printing menerapkan sistem produksi make to order, sehingga jalannya produksi ditentukan dengan adanya orderan dari konsumen dan menuntut persediaan bahan baku yang memadai. Konveksi Jaguar Screen Printing mampu memproduksi beraneka macam jenis konveksi, antara lain yaitu kaos, jaket, kemeja, polo, totebag, plastik dan jersey sehingga membutuhkan beberapa bahan baku yang beragam untuk memenuhi produksi. Akan tetapi, dalam kasus ini yang dibahas adalah bahan baku pembuatan kaos. Bahan baku utama pembuatan kaos meliputi kain, tinta sablon, screen sablon dan emulsi.

Berdasarkan data produksi Jaguar Screen Printing, setiap bulan terdapat sekitar 17,85% pesanan kaos yang mengalami keterlambatan dari jadwal awal, hal ini dikarenakan oleh pasokan bahan baku yang tidak sesuai atau kurang serta belum adanya patokan kebutuhan bahan baku pada periode selanjutnya. Keadaan ini apabila dibiarkan secara terus menerus mengakibatkan jumlah produksi tidak menentu serta sewaktu-waktu dapat menimbulkan kemacetan produksi di Jaguar Screen Printing. Selama ini jika mengalami keterlambatan kedatangan bahan baku, perusahaan akan membeli di distributor yang masih berada dalam satu wilayahnya. Namun harga dasar bahan baku disana sangatlah mahal sehingga mengalami pembengkakan biaya.

Selain itu, Jaguar Screen Printing juga tidak dapat memasok bahan baku dalam jumlah banyak, karena keterbatasan area penyimpanan. Bahkan jika mengalami orderan banyak, persediaan bahan baku berupa gulungan kain diletakkan di area jahit dan packing, sehingga akan mengganggu mobilitas proses produksi. Sehingga perlu adanya penelitian untuk menentukan estimasi persediaan bahan baku yang tepat pada periode berikutnya, agar pengadaan bahan baku dapat terpenuhi dengan baik tanpa kurang maupun kelebihan pada perusahaan ini.

Salah satu metode yang digunakan untuk penentuan persediaan bahan baku adalah menggunakan simulasi monte carlo. Penggunaan metode monte carlo pada penelitian-penelitian sebelumnya telah banyak dilakukan seperti penelitian mengenai optimasi persediaan rangkaian bunga hias (Fathoni, 2011), pengendalian persediaan sarung tangan (Sarjono & Lestari, 2012), pengendalian persediaan bahan baku crude palm oil (Indah & Risasti, 2017), persediaan bahan baku cabai bubuk (Nirmal et al., 2022), persediaan pada retail (Montororing & Widyantoro, 2022) dan lain-lain. Metode lain yang dapat digunakan adalah metode min dan max, seperti yang telah dilakukan oleh Alfiki et al (2023), Pramuditya (2023), dan Sarjono & Lestari (Sarjono & Lestari, 2012), Salam & Mujiburrahman (2018), dan lain-lain. Penggunaan metode monte carlo maupun min max pada penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan metode ini dapat digunakan pada berbagai macam industri, tidak terbatas hanya pada perusahaan manufaktur besar namun juga bisa digunakan pada produksi kecil skala UMKM. Pada penelitian ini pengadaan bahan baku akan menggunakan kombinasi kedua metode tersebut.

METODE PENELITIAN



Gambar 1 Tahapan Penyelesaian Masalah

Permasalahan yang terjadi pada konveksi Jaguar *Screen Printing* adalah perlu adanya perencanaan pengendalian bahan baku. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah Sistem Min-Max dan Simulasi Monte Carlo. Minimum-Maximum Sistem merupakan salah satu metode pengendalian persediaan. Cara kerja Min-Max Sistem yaitu apabila persediaan telah melewati batas-batas minimum dan mendekati batas safety stock maka dari itu reorder harus dilakukan. Indrajit dan Djokopranoto (2003) menyatakan bahwa dalam konsep minimum maksimum, peninjauan dilakukan secara terus menerus, yang artinya setiap kali harus dipesan, maka harus dipesan. Konsep minimum maksimum menekankan bahwa sejumlah persediaan harus ditentukan jumlah minimum dan maksimumnya, karena mengingat tingkat permintaan tidak tentu (fluktuatif).

Simulasi Monte Carlo didefinisikan sebagai seismua teknik sampling statistic yang digunakan untuk meimpeirkirakan solusi teirhadap masalah-masalah kuantitatif. Meitodei Monte Carlo meingsimulasikan sisteim teirseibut beirulang-ulang kali, ratusan bahkan sampai ribuan kali teirgantung sisteim yang ditinjau, deingan cara meimilih seibuah nilai random untuk seitiap variabeil dari distribusi probabilitasnya. Hasil yang didapatkan dari simulasi teirseibut adalah seibuah distribusi probabilitas dari nilai seibuah sisteim seicara keiseiluruhan.

Tahapan penyelesaian permasalahan menggunakan sistem min-max dan simulasi monte carlo dapat dilihat pada **gambar 1**. Langkah awal yang dilakukan adalah pengumpulan data yang meliputi data mengenai penggunaan bahan baku pada periode sebelumnya serta data biaya-biaya.

Setelah data yang dibutuhkan terkumpul maka dilanjutkan dengan pengolahan data. Pengolahan data meliputi perhitungan-perhitungan untuk menentukan reorder point, nilai safety stock, nilai min-max dan simulai monte carlo.

Setelah pengolahan data dilakukan berikutnya adalah melakukan analisis dengan membandingkan kebijakan perusahaan saat ini dibandingkan dengan hasil perhitungan perencanaan kebutuhan bahan baku menggunakan metode min-max dan monte carlo. Perbandingan dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif usulan yang dilakukan dibandingkan dengan kebijakan yang selama ini dilaksanakan perusahaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Jaguar Screen Printing menerapkan sistem produksi make to order, sehingga jalannya produksi ditentukan dengan adanya orderan dari konsumen. Produk terbanyak yang sering dipesan konsumen yaitu kaos sablon. Kapasitas produksi kaos di Jaguar Screen Printing sekitar 2.000-3.500 pcs kaos per bulan.

Dalam menjalankan proses produksi, selama ini Jaguar Screen Printing belum melakukan upaya pengendalian persediaan seperti Safety Stock, ROP dan Min-Max, sehingga pada penelitian ini dilakukan pengendalian terlebih dahulu menggunakan data perusahaan. Berikut ini merupakan data penggunaan bahan baku pembuatan kaos pada tahun 2021 yang ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1. Penggunaan Bahan Baku Tahun 2021

Tahun	Bulan	Bahan Baku			
		Kain (kg)	Rib (kg)	Emulsi (Kg)	Tinta (kg)
2021	Januari	438	29	16	55
	Februari	370	25	14	46
	Maret	392	26	17	53
	April	608	41	23	76
	Mei	422	28	16	53
	Juni	363	24	16	50
	Juli	474	32	18	59
	Agustus	607	40	23	76
	September	556	37	21	69
	Oktober	500	33	21	71

November	560	37	21	70
Desember	514	34	19	64
Total	5804	386	225	742
Rata-rata	483,67	32,17	18,75	61,83
Lead Time	1 Hari	3 Hari	3 Hari	1 Hari

Tabel 1 berisi tentang informasi data penggunaan bahan baku pembuatan kaos di Jaguar Screen Printing pada tahun 2021, selain itu juga terdapat informasi mengenai total, rata-rata penggunaan serta lead time atau waktu tunggu pemesanan.

Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo memiliki beberapa tahapan. Tahap pertama yaitu membuat Distribusi probabilitas yang digunakan untuk menentukan peluang atau harapan di setiap variabel data. Contoh diambil dari data kain bulan Januari yaitu sebanyak 438 sedangkan total data sebanyak 5804. Rumus probabilitas adalah $P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$ dimana peluang kejadian dilambangkan dengan $P(A)$, Banyak kemungkinan dilambangkan dengan $n(A)$, A melambangkan banyak kejadian serta banyaknya ruang sampel dilambangkan dengan $n(S)$. Perhitungan distribusi probabilitas menggunakan persamaan (1) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P(A) &= \frac{n(A)}{n(S)} \\
 &= \frac{438}{5804} \\
 &= 0,08
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Distribusi probabilitas yang sudah diketahui kemudian diubah ke bentuk kumulatif dengan cara menambahkan angka probabilitas dengan angka probabilitas sebelumnya hingga data terakhir. Contohnya yaitu nilai probabilitas bahan kain pada bulan Januari sebesar 0,08 kemudian ditambah dengan nilai probabilitas bahan kain pada bulan Februari sebesar 0,06 sehingga hasilnya yaitu 0,14. Nilai 0,14 kemudian ditambah kembali dengan nilai probabilitas bahan kain pada bulan Maret sebesar 0,07 menghasilkan 0,21. Langkah ini dilanjutkan hingga pada data terakhir atau bulan Desember.

Langkah selanjutnya yaitu Membuat Interval Angka. Interval angka yaitu kelompok dari seluruh nilai probabilitas yang akan mewakili nilai probabilitas tersebut. Interval angka diperoleh dari distribusi probabilitas kumulatif. Sebagai contoh yaitu pada data kain di bulan Januari maka interval angka yang didapat yaitu 00-08, kemudian pada data bulan Februari sebesar 09-14 dan seterusnya hingga data bulan Desember

Tahapan berikutnya yaitu membuat bilangan acak dapat diperoleh dengan menggunakan software Microsoft Excel, dengan fungsi =Randbetween(0;99). Angka 0 dan 99 dalam kurung tersebut dimaksudkan untuk menjadi batas antara bilangan acak dari 0 hingga 99, penentuan angka ini tergantung dengan nilai distribusi kumulatif probabilitas yang sudah dibuat sebelumnya. Jumlah bilangan acak yang dibutuhkan sebanyak 48 angka, dimana terdapat 4 bahan baku dengan masing-masing bahan mempunyai 12 data pada setiap bulannya sebagai angka acak.

Tahap terakhir yaitu melakukan simulasi Monte Carlo. Teknis simulasi yaitu dengan memasukkan bilangan acak sesuai dengan nilai interval bilangan acak. Sebagai contoh pada bahan kain, pada bulan pertama bilangan acak yang muncul yaitu 92, kemudian pada interval bilangan acak, nilai 92 berada pada angka 92-99 yang mana memiliki data penggunaan sebesar 514, itu berarti kebutuhan kain pada bulan Januari 2022 yaitu sebesar 514. Langkah ini diulang hingga pada bulan ke 12.

Setelah melakukan berbagai tahapan simulasi Monte Carlo, didapatkan data prediksi kebutuhan bahan baku pada periode yang akan datang atau pada tahun 2022 yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan Bahan Baku Hasil Simulasi Monte Carlo

Tahun	Bulan	Kain (kg)	Rib (kg)	Emulsi (kg)	Tinta (kg)
2022	Januari	514	32	18	76
	Februari	607	34	21	64
	Maret	422	40	23	70

April	560	29	16	64
Mei	560	40	17	71
Juni	500	37	21	71
Juli	363	37	14	69
Agustus	500	28	23	71
September	607	37	21	64
Oktober	422	34	21	46
November	363	41	14	76
Desember	556	37	18	76
Total	5974	426	227	818
Rata-rata	497,83	35,50	18,92	68,17

Tabel 2 Menunjukkan kebutuhan bahan baku setelah dilakukan simulasi yang digunakan sebagai patokan dalam menentukan persediaan bahan di periode selanjutnya atau pada tahun 2022 oleh perusahaan. Total penggunaan bahan baku pada hasil simulasi dengan data perusahaan 2021 tidak begitu banyak perubahan. Berdasarkan hasil simulasi bahan kain memiliki total 5974 kg sedangkan data perusahaan 2021 sebanyak 5804 kg. Hasil simulasi bahan rib memiliki total 426 kg sedangkan data perusahaan 2021 sebanyak 386 kg. Hasil simulasi bahan emulsi memiliki total 227 kg sedangkan data perusahaan 2021 sebanyak 225 kg. Hasil simulasi bahan tinta memiliki total 818 kg sedangkan data perusahaan 2021 sebanyak 742 kg.

Pengendalian Bahan Baku

Hasil perhitungan pengendalian persediaan pada tiap bahan baku dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Pengendalian Bahan Baku

No	Bahan Baku	Lead Time (bulan)	Safety stock (kg)	ROP (kg)	Minimum Inventory (kg)	Maximum Inventory (kg)
1	Kain	0,040	4,37	24,28	24,28	39,83
2	Rib	0,120	0,66	4,92	4,92	8,52
3	Emulsi	0,120	0,49	2,77	2,76	4,54
4	Tinta	0,040	0,31	3,04	3,04	5,45

Berdasarkan tabel 3 dapat diperoleh perhitungan Safety stock dari data bahan baku hasil simulasi dengan rincian yaitu bahan kain memiliki nilai Safety stock sebesar 4,37 kg. bahan rib sebesar 0,66 kg, bahan emulsi sebesar 0,49 kg dan bahan tinta sebesar 0,31 kg. Safety stock merupakan persediaan yang harus ada dalam suatu penyimpanan bahan baku sebagai persediaan pengaman, kebijakan ini digunakan perusahaan ketika terjadi penambahan pemakaian bahan atau jika terjadi keterlambatan kedatangan bahan.

Perhitungan Reorder Point (ROP) berdasarkan data bahan baku hasil simulasi dengan rincian yaitu bahan kain sebesar 24,28 kg, bahan rib sebesar 4,92 kg, bahan emulsi sebesar 2,77 kg dan untuk bahan tinta memiliki nilai ROP sebesar 3,04 kg. ROP dapat diartikan sebagai titik suatu bahan harus melakukan pemesanan kembali. Sebagai contoh pada bahan kain harus melakukan pemesanan kembali ketika jumlah persediaan mencapai angka 24,28 kg. ROP harus diimplementasikan karena berhubungan dengan Lead Time atau estimasi waktu pemesanan bahan sehingga diharapkan tidak mengalami keterlambatan kedatangan dan proses produksi tetap berjalan optimal.

Hasil perhitungan metode Min-Max dari data hasil simulasi dengan rincian yaitu nilai minimum bahan kain sebesar 24,28 kg dan nilai maksimum sebesar 39,83 kg. Bahan Rib memiliki nilai minimum sebesar 4,92 kg dan nilai maksimum sebesar 8,52 kg. Nilai minimum bahan emulsi sebesar 2,76 kg dan nilai maksimum sebesar 4,54 kg. Nilai minimum bahan tinta sebesar 3,04kg dan nilai maksimum sebesar 5,45 kg. Metode Min-Max dilakukan dengan mengendalikan jumlah minimum dan jumlah maksimum persediaan dengan mengatur rencana pemesanan persediaan (plan order) agar tidak terjadi kekurangan (stock out) atau kelebihan persediaan (over stock).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil simulasi Monte Carlo maka diperoleh estimasi persediaan bahan baku kaos pada periode berikutnya tahun 2022 sebanyak 5.974 kg kain. Bahan rib sebesar 426 kg. Bahan Emulsi sebesar 227 kg. Jumlah bahan Tinta sebesar 818 kg.

Usulan pengendalian persediaan bahan baku pembuatan kaos melalui perhitungan safety stock dari data hasil simulasi dengan rincian yaitu bahan kain memiliki nilai safety stock sebesar 4,37 kg, bahan rib sebesar 0,66 kg, bahan emulsi sebesar 0,49 kg dan bahan tinta sebesar 0,31 kg. Perhitungan Reorder Point (ROP) berdasarkan data bahan baku hasil simulasi dengan rincian yaitu bahan kain sebesar 24,28 kg, bahan rib sebesar 4,92 kg, bahan emulsi sebesar 2,77 kg dan untuk bahan tinta memiliki nilai ROP sebesar 3,04 kg. Hasil perhitungan metode Min-Max dari data hasil simulasi dengan rincian yaitu nilai minimum bahan kain sebesar 24,28 kg dan nilai maksimum sebesar 39,83 kg. Bahan rib memiliki nilai minimum sebesar 4,92 kg dan nilai maksimum sebesar 8,52 kg. Nilai minimum bahan emulsi sebesar 2,76 kg dan nilai maksimum sebesar 4,54 kg. Nilai minimum bahan tinta sebesar 3,04 kg dan nilai maksimum sebesar 5,45 kg. Kebijakan pengendalian persediaan menggunakan metode Min-Max bagi perusahaan dapat melakukan tindakan pencegahan yang bertujuan untuk meminimalisir kekurangan stok maupun kelebihan stok.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiki, R., Mawadati, A., & Yusuf, M. (2023). Optimalisasi Jumlah Produksi Wajan Menggunakan Fuzzy Inference System Metode Min-Max Di WL Aluminium Yogyakarta. *Journal of Engineering Environment Energy and Science, Vol 2 No 2 (2023): June 2023*, 95–104. <https://ejurnal.ubharajaya.ac.id/index.php/JOE3S/article/view/2123/1463>
- Fathoni, A. (2011). *Optimasi persediaan rangkaian bunga hias menggunakan simulasi monte carlo (studi kasus pada CV sentra mulia tahun 2011)* [UIN Syarif Hidayatullah Jakarta]. <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/446>
- Gaspersz, V. (200 C.E.). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Gramedia Pustaka Utama.
- Indah, D. R., & Risasti, E. Y. (2017). Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku pada PT. Tri Agro Palma Tamiang. *Jurnal Samudra Ekonomi Dan Bisnis, 8(2)*, 710–724. <https://doi.org/10.33059/jseb.v8i2.429>
- Indrajit, R. E., & Djokopranoto, R. (2003). *Manajemen Persediaan*. Grasindo.
- Montororing, Y. D. R., & Widyantoro, M. (2022). Model of Inventory Planning Using Monte Carlo Simulation in Retail Supermarket with Consider To Competitors and Stimulus Strategies. *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS), 4(1)*, 342–350. <https://doi.org/10.37385/jaets.v4i1.1093>
- Nirmal, A., Ahmad, & Kristina, H. J. (2022). PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU CABAI BUBUK UNTUK MENGELIMINASI STOCKOUT DENGAN SIMULASI MONTE CARLO. *Jurnal Mitra Teknik Industri, 1(3)*, 329–339. <https://doi.org/10.24912/jmti.v1i3.23513>
- Pramuditya, R. (2023). Penerapan Metode Min-Max Untuk Menentukan Perencanaan Barang Dagang di Sakinah Mart Surabaya. In *Undergraduate thesis, Universitas Dinamika: Vol. No. 194302*.
- Salam A, & Mujiburrahman. (2018). Pengendalian Persediaan Bahan Baku menggunakan Metode Min-Max Stock pada Perusahaan Konveksi Gober Indo. *Jurnal Ekonomi Dan Manajemen Teknologi, 2(1)*, 1–54.
- Sarjono, H., & Lestari, E. (2012). Perencanaan Persediaan Dengan Pendekatan Metode Monte Carlo. *Forum Ilmiah, 9(2)*, 142–152.