



## Pemodelan Sistem Persediaan Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamik

Tubagus Evan Zulfikar<sup>1</sup>, Supriyadi<sup>2\*</sup>, Rosihin<sup>3</sup>, Ahmad Nalhadi<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya, Serang, Indonesia

<sup>1</sup>evanzulfikar4@gmail.com, <sup>2\*</sup>supriyadi@unsera.ac.id, <sup>3</sup>rosihin1080@gmail.com, <sup>4</sup>irqi02@gmail.com

<sup>\*)</sup> supriyadi@unsera.ac.id

**Abstrak**—Kondisi bisnis yang tidak menentu dapat berdampak pada permasalahan terkait dengan permintaan dan persediaan. Tingkat persediaan yang kurang baik berdampak pada permasalahan kekurangan maupun persediaan. Penelitian ini bertujuan mensimulasikan tingkat persediaan suatu distributor berdasarkan estimasi tingkat permintaan yang terjadi. Penelitian ini menggunakan model simulasi program dinamik dengan bantuan tools Powersim 10. Hasil pemodelan dinyatakan valid apabila titik validasi AME kurang dari 30% dan dinyatakan menyerupai bila titik validasi AME kurang dari 10%. Hasil simulasi menunjukkan pemodelan pada stok gudang mendapatkan nilai validasi 3,37 dan tingkat permintaan sebesar 2,02 yang menyatakan model data dikatakan valid. Hasil pengujian menunjukkan hasil simulasi memberikan sistem prediksi lebih baik dibandingkan dengan menggunakan metode *moving average*.

**Kata Kunci:** Peramalan, Persediaan, Sistem Dinamik, *Moving Average*

**Abstract**— Uncertain business conditions can impact problems related to demand and inventory. Poor inventory levels have an impact on shortage and inventory problems. This study aims to simulate the inventory level of a distributor based on the estimated demand level. The modeling results are declared valid if the AME validation point is less than 30% and said to be resembling if the AME validation point is less than 10%. The simulation results show modeling on warehouse stock gets a validation value of 3.37 and a demand level of 2.02, which states the data model is said to be valid. The test results show that the simulation results provide a better prediction system than the moving average method.

**Keywords:** Forecasting, Inventory, System Dynamics, Moving Average

### 1. PENDAHULUAN

Persaingan bisnis yang semakin ketat berpengaruh pada tingkat ketidakpastian dalam rantai pasokan. Manajemen rantai pasokan mempunyai peranan yang penting untuk meningkatkan kinerja rantai pasokan secara keseluruhan termasuk berupaya meminimalkan tingkat persediaan, yang diterjemahkan menjadi penghematan biaya dari waktu ke waktu [1]. Manajemen inventaris yang efektif sangat penting dalam mengatasi gangguan yang disebabkan oleh ketidakpastian dan meraih sukses untuk semua rantai pasokan. Model inventaris multiproduk tradisional biasanya mengasumsikan bahwa distribusi permintaan produk dan/atau distribusi hasil pemasok serta semua parameternya telah diketahui dengan sempurna [2]. Namun, asumsi ini mungkin tidak berlaku dalam rantai pasokan kehidupan nyata. Shi *et al* [3] menunjukkan bahwa bahkan dengan data historis yang dikumpulkan, pemilihan distribusi yang paling tepat dan parameternya hampir tidak mungkin dilakukan.

Salah langkah memperbaiki sistem inventori adalah dengan menggunakan sistem *forecasting* yang baik. Peramalan dalam sistem persediaan merupakan alat organisasi yang semakin kritis untuk meningkatkan daya saing bisnis [4]. Ali dan Boylan [5] memberikan ringkasan metode peramalan berperingkat tinggi menurut tingkat penggunaan, dan kepuasan di antara para praktisi. Umumnya, pembuat keputusan rantai pasokan memilih metode peramalan berdasarkan kesederhanaannya.

*Moving average* merupakan salah satu metode yang biasa digunakan dalam peramalan tingkat kebutuhan atau persediaan. Metode ini digunakan untuk memperkirakan tingkat saat ini dari deret waktu, dengan nilai ini diproyeksikan sebagai prakiraan untuk pengamatan di masa depan [6]. *Moving average* digunakan yang menghitung rata-rata dari serangkaian titik data selama periode waktu tertentu dan dapat dilihat sebagai operator agregasi bergerak untuk masalah *time-series smoothing* [7]. *Moving average* membutuhkan data yang lengkap [8] dan kurang sesuai untuk meramalkan data dengan pola yang tidak pasti [9]. Metode ini mengasumsikan bahwa nilai masa depan akan sama dengan nilai masa lalu, yang mungkin tidak berlaku dalam kasus di mana ada





perubahan mendadak atau pola yang tidak teratur dalam data [9]. Keterbatasan lain dari peramalan *moving average* adalah tidak memperhitungkan korelasi waktu antara titik data yang berbeda dalam deret waktu yang berdampak pada efisiensi pembelajaran model peramalan, terutama dalam aplikasi dunia nyata [10]. *Moving average* juga mempunyai kekurangan terkait penggunaan data tanpa adanya hubungan timbal balik *variable*, yang memberikan informasi mengenai keadaan sistem dari waktu ke waktu

Sistem dinamik merupakan adalah pendekatan pemodelan yang berfokus pada pemahaman perilaku sistem yang kompleks dari waktu ke waktu. Pendekatan ini melibatkan pembangunan diagram lingkaran sebab akibat, pengembangan model matematika, dan penggunaan teknik simulasi untuk menganalisa dan memprediksi perilaku sistem [11]. Sistem dinamik memperhitungkan sifat data stok persediaan yang kompleks dan dinamis dengan menggabungkan berbagai faktor dan variabel yang dapat mempengaruhi tingkat persediaan, seperti tren pasar, permintaan pelanggan, dan kinerja pemasok. Hal ini memungkinkan perkiraan yang lebih akurat dan komprehensif dibandingkan dengan *moving average* yang hanya mengandalkan data historis. Metode ini juga dapat beradaptasi dan memperbarui prakiraannya secara real-time berdasarkan input data baru. Selain itu, sistem dinamik dapat menangani hubungan non-linear dan loop umpan balik, serta menangkap saling ketergantungan yang kompleks dan loop umpan balik [12]. Keunggulan peramalan sistem dinamis menjadi metode yang lebih kuat dan akurat untuk memprediksi dan mengelola tingkat stok persediaan. Implementasi sistem dinamik dapat memperbaiki sistem pemesanan bahan baku dan persediaan bahan baku sehingga dapat meminimalisir kemungkinan terjadinya kekurangan stok setiap bulannya [13]. Model sistem dinamik memberikan pemahaman yang lebih baik dan wawasan yang lebih baik terhadap kinerja sistem inventori [14].

Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan tingkat persediaan produk dengan menggunakan pendekatan sistem dinamik. Hasil penelitian diharapkan mampu memperbaiki sistem persediaan dengan memperhatikan faktor dan variabel yang berpengaruh dalam sistem persediaan. Perbaikan yang dilakukan diharapkan mampu memberikan sistem prediksi yang sesuai dengan kondisi nyata sehingga dapat menurunkan tingkat biaya persediaan.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada suatu pusat distribusi kebutuhan rumah tangga di daerah Serang. Data primer yang digunakan adalah rangkaian proses sistem pemasukan barang dari perusahaan ke gudang distribusi dan Pengiriman barang dari gudang distribusi ke agen Kota Serang, serta permintaan barang dari agen Kota Serang ke distributor melalui sales dan oleh admin distributor di data untuk memesan barang ke perusahaan.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif *ex post facto*. *Ex post facto* berfungsi untuk memeriksa hubungan sebab akibat antara variabel serta menganalisis data atau kondisi yang ada untuk mengetahui pengaruh atau hubungan antar variabel setelah terjadi [15]–[17]. Tahapan-tahapan *Causal Loop Diagram (CLD)* adalah menentukan permasalahan yang terjadi secara kompleks; menggambarkan suatu kejadian masalah dengan *Causal Loop Diagram (CLD)* dengan anak panah sebagai penunjuk hubungan antara penyebab dan akibat dalam bentuk loop; serta menambahkan tanda "R (+)" pada ujung anak panah untuk mengindikasikan bahwa perubahan atau peningkatan pada komponen yang mempengaruhi juga akan mempengaruhi komponen yang berpengaruh secara positif, dan tanda "B (-)" untuk menunjukkan bahwa perubahan yang meningkat pada komponen yang mempengaruhi akan menyebabkan penurunan pada komponen yang terpengaruh, dan sebaliknya [18]–[20].

Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian *Causal Loop Diagram (CLD)* karena dalam diagram ini mempertimbangkan dampak waktu terhadap hubungan antar variabel. Hal ini berarti bahwa setiap variabel mampu mencerminkan akumulasi hasil untuk tingkat variabel tersebut.. Untuk membuat *Stock Flow Diagram* diperlukan dukungan dari perangkat lunak (*software*) komputer yang tidak hanya mampu menggambarkan mental model menjadi notasi simbol, namun juga dapat mensimulasikan model sehingga diketahui perilaku dari model yang telah dibuat.

Tahap validasi model dengan menggunakan *Absolute Mean Error (AME)* dengan membandingkan kinerja keluaran model dengan data aktual [21]. Prosedur pengujian konsistensi menggunakan dua langkah, pertama dengan mengeluarkan output simulasi kemudian membandingkannya dengan pola perilaku data empiris visual. Selanjutnya, jika ada ketidaksesuaian, variabel dan parameter model akan diperbaiki berdasarkan investigasi penyebab ketidakberesan tersebut. Kedua, keluaran simulasi yang sesuai dengan pola data aktual diuji secara statistik dengan menggunakan *Absolute Means Error (AME)* untuk memvalidasi hasilnya. *Absolute Means Error*

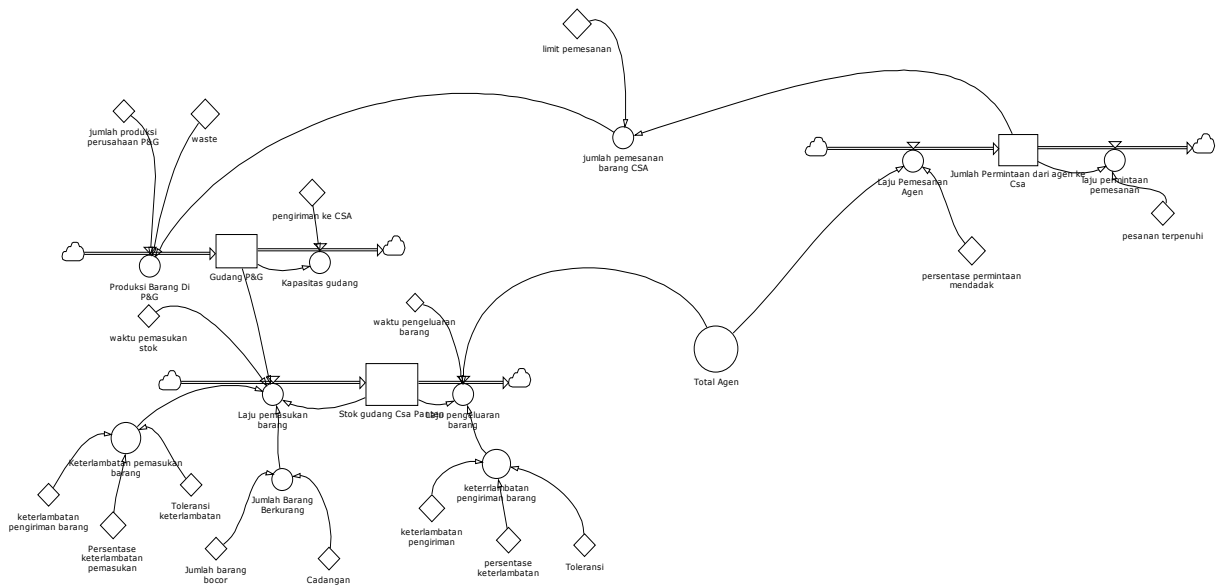




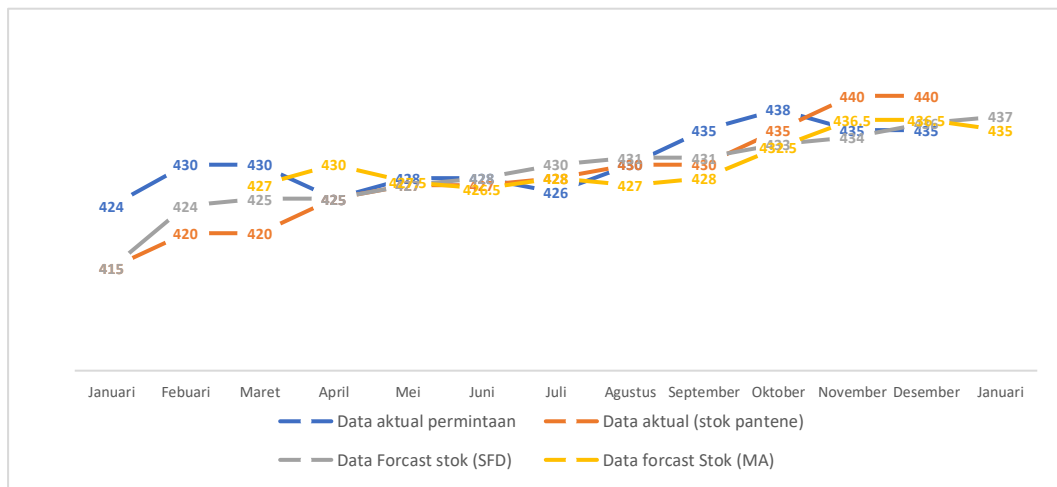
Setelah hubungan sebab dan akibat antar komponen yang menyusun struktur CLD dideskripsikan dan diekspresikan, tahapan selanjutnya, adalah mengoperasionalkan model. Menurut Asy'arie [23], pengoperasian model dilakukan dengan mentransformasikan struktur *Causal Loop Diagram* (CLD) ke dalam struktur *Stock and Flow Diagram* (SFD) menggunakan bantuan perangkat lunak pemodelan Powersim Studio 8 Enterprise. Struktur CLD merupakan komponen yang menjadi bagian dari struktur model SFD. Proses penerjemahan struktur CLD menjadi struktur SFD merupakan langkah dalam mengembangkan model konseptual dengan cara menyertakan komponen model yang lebih rinci (*detail complexity*). Perilaku hubungan variabel SFD didapatkan pada model CLD untuk mendapatkan hubungan spesifik antara komponen di dalam SFD (Tabel 1). Setelah persamaan powersim didapat lalu tahap selanjutnya adalah implementasikan kedalam gambar pemodelan powersim untuk menemukan hasil peramalan data persediaan (Gambar 2).

**Tabel 1.** Persamaan Powersim *Stock Flow Diagram* (SFD)

No	Nama Variabel	Satuan	Definisi
1	Stok Gudang Csa	Karton	415<<karton>>
2	Laju Pemasukan Barang Csa	Karton/mo	('Gudang P&G'/waktu pemasukan stok)-('Stok gudang Csa'/waktu pemasukan stok)'/Keterlambatan pemasukan barang'*Jumlah Barang Berkurang')
3	Laju Pengeluaran Agen	Karton/mo	(( <i>Stok gudang Csa</i> /'waktu pengeluaran barang')+ <i>Total Agen</i> )*'keterlambatan pengiriman barang'
4	Jumlah Permintaan dari Agen ke Csa	Karton	424<<karton>>
5	Laju Pemesanan Agen	Karton/mo	'Total Agen'*'persentase permintaan mendadak'
6	Laju Permintaan Pemesanan	Karton/mo	'Jumlah Permintaan dari agen ke Csa'*'pesanan terpenuhi'
7	Gudang P&G	Karton	450<<karton>>
8	Produksi Barang Di P&G	Karton/mo	('jumlah produksi perusahaan P&G'*waste)+'jumlah pemesanan barang CSA'
9	Kapasitas Gudang P&G	Karton/mo	'pengiriman ke CSA '*Gudang P&G'
10	Keterlambatan Pemasukan Barang	%	'Persentase keterlambatan pemasukan*(keterlambatan pengiriman barang'-Toleransi keterlambatan)
11	Jumlah Barang Berkurang	%	'Jumlah barang bocor'-Cadangan
12	Keterlambatan Pengiriman Barang	%	'persentase keterlambatan*(Toleransi-keterlambatan pengiriman)'
13	Total Agen	Karton	415<<karton>>
14	Persentase Permintaan Mendadak	%	8.8<<%/mo>>
15	Pesanan Terpenuhi	%/mo	8.2<<%/mo>>
16	Jumlah Pemesanan Barang Ke Csa	Karton/mo	'Jumlah Permintaan dari agen ke Csa'/limit pemesanan'
17	Limit Pemesanan	Mo	1<<mo>>
18	Jumlah Produksi P&G	Karton/mo	480<<Karton>>
19	Waste	%	1<<mo>>
20	Pengiriman Ke Csa	%/mo	98<<%/mo>>
21	Waktu Pemasukan Stok	Mo	1<<mo>>
22	Waktu Pengeluaran Barang	Mo	1<<mo>>



**Gambar 2.** Pemodelan Stock Flow Diagram



**Gambar 3.** Perbandingan Data

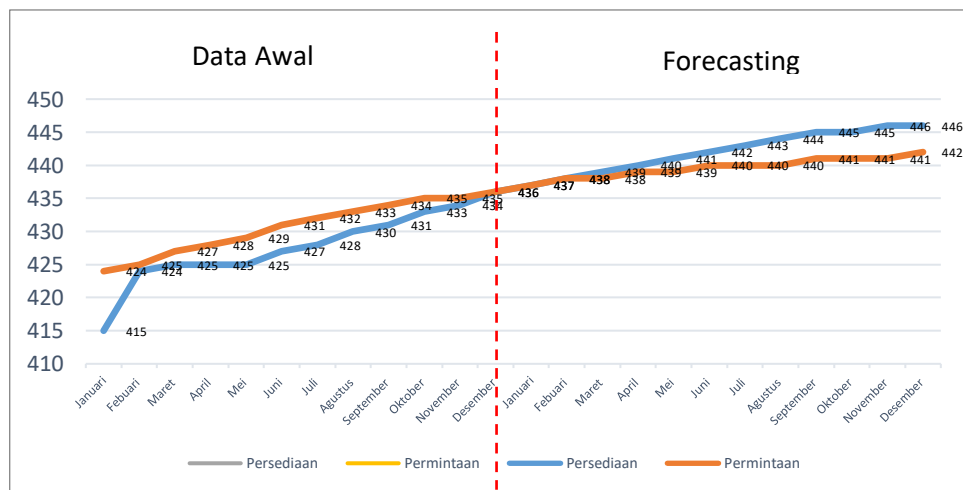
Data *Forecast* stok (SFD) mengatasi permintaan pada bulan Juni sampai September sedangkan data *Forecast* (MA) masih di bawah data aktual permintaan. stok aktual pada bulan Juni hingga September mengalami kekurangan stok di gudang, oleh sebab itu data *Forecast* stok (SFD) lebih mendekati data aktual permintaan dibandingkan dengan data *moving average* sehingga data *Forecast* (SFD) disarankan untuk mengatasi kekurangan barang di gudang. Faktor mempengaruhi kehabisan stok di gudang yaitu laju pemasukan dipengaruhi oleh keterlambatan pemasukan barang dan jumlah barang berkurang, sedangkan laju pengeluaran barang dipengaruhi oleh keterlambatan pengiriman didapatkan variabel-variabel membentuk *loop negative* sehingga permasalahan stok di gudang csa terjadi negatif jika tidak dilakukan perbaikan.

Metode peramalan tradisional yang hanya berdasarkan data yang ada mungkin tidak dapat memprediksi secara akurat dampak dari perubahan besar dalam strategi. Selain itu, metode tradisional tradisional tidak cocok untuk prediksi yang dinamis dan kompleks fenomena yang melibatkan ketidakpastian, perilaku dinamis, evaluasi model, dan optimasi [24]. Sistem dinamik dapat diimplementasikan dengan menggunakan waktu diskrit untuk membuat peramalan untuk jangka waktu yang lebih panjang dan meningkatkan akurasi prediksi. Suryani *et al.* [25]

menyebutkan keuntungan utama sistem dinamik dibandingkan metode peramalan tradisional adalah dapat memodelkan perilaku nonlinier dan mengintegrasikan pengetahuan ahli ke dalam model, model lebih dapat diandalkan daripada model statistik, dan memungkinkan untuk memperkirakan sensitivitas hasil terhadap variabel dan menggunakan skenario yang lebih kuat.

Setelah data *Forecast* SFD didapatkan langkah akhir untuk menentukan, membandingkan data stok aktual dengan data *Forecast* menggunakan rumus AME. Berdasarkan hasil validasi data didapatkan nilai pemodelan Stok barang di gudang distributor yang mendapatkan nilai AME sebesar 3,37% dan jumlah permintaan dari agen ke distributor yang mendapatkan titik validasi 2,02. Berdasarkan hasil pemodelan sistem stok barang di gudang dinyatakan valid dan data permintaan peramalan dapat mendekati keadaan yang terjadi untuk 1 tahun kedepan, jika sistem stok barang tidak mengalami perubahan (Gambar 3).

Wada *et al.* [26] mengembangkan model peramalan permintaan untuk pembuatan kapal menggunakan sistem dinamik dan mendapatkan validitas model yang diusulkan dan efektivitasnya dalam mengoptimalkan kapasitas pembuatan kapal. Zhang *et al.* [27] menggunakan pendekatan sistem dinamik untuk peramalan permintaan air perkotaan dan mencapai prakiraan yang akurat dengan kesalahan relatif lebih rendah dari 10%. Implementasi sistem dinamik mempunyai kemampuan untuk menangkap karakteristik dinamis jangka pendek, mempertimbangkan hubungan jangka panjang, menghindari multikolinieritas [28], dan meningkatkan akurasi dalam konteks tertentu [29]. Keunggulan tersebut berkontribusi pada peramalan yang lebih andal dan akurat, yang dapat membantu mengoptimalkan operasi, mengurangi biaya, dan membuat keputusan yang tepat [30], [31].



**Gambar 4.** Hasil Peramalan

#### 4. KESIMPULAN

Sistem perencanaan tingkat persediaan menggunakan pendekatan dinamik memberikan solusi yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan metode *moving average*. Hasil ini disebabkan sistem dinamik dapat memfasilitasi variabel-variabel lain yang mempengaruhi tingkat persediaan yang tidak bisa disediakan dalam *moving average* yang hanya menggunakan data historis persediaan sebelumnya. Hasil validasi AMR menunjukkan pemodelan pada stok gudang mendapatkan nilai validasi 3,37 dan tingkat permintaan sebesar 2,02 yang menyatakan model valid dapat digunakan untuk sistem perencanaan persediaan maupun permintaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat persediaan dan permintaan bermacam-macam sehingga penelitian selanjutnya dapat ditambahkan faktor tersebut agar model yang dihasilkan bisa mendekati dengan dunia nyata.



## REFERENSI

- [1] Y. Tliche, A. Taghipour, and B. Canel-Depitre, 'An improved forecasting approach to reduce inventory levels in decentralized supply chains', *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 287, no. 2, pp. 511–527, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.ejor.2020.04.044.
- [2] R. Qiu, Y. Sun, and M. Sun, 'A distributionally robust optimization approach for multi-product inventory decisions with budget constraint and demand and yield uncertainties', *Comput. Oper. Res.*, vol. 126, p. 105081, Feb. 2021, doi: 10.1016/j.cor.2020.105081.
- [3] C. Shi, W. Chen, and I. Duenyas, 'Technical Note—Nonparametric Data-Driven Algorithms for Multiproduct Inventory Systems with Censored Demand', *Oper. Res.*, vol. 64, no. 2, pp. 362–370, Feb. 2016, doi: 10.1287/opre.2015.1474.
- [4] N. R. Sanders and K. B. Manrodt, 'Forecasting Software in Practice: Use, Satisfaction, and Performance', *Interfaces (Providence)*, vol. 33, no. 5, pp. 90–93, Oct. 2003, doi: 10.1287/inte.33.5.90.19251.
- [5] M. M. Ali and J. E. Boylan, 'On the effect of non-optimal forecasting methods on supply chain downstream demand', *IMA J. Manag. Math.*, vol. 23, no. 1, pp. 81–98, Jan. 2012, doi: 10.1093/imaman/dpr005.
- [6] F. R. Johnston, J. E. Boyland, M. Meadows, and E. Shale, 'Some properties of a simple moving average when applied to forecasting a time series', *J. Oper. Res. Soc.*, vol. 50, no. 12, pp. 1267–1271, Dec. 1999, doi: 10.1057/palgrave.jors.2600823.
- [7] E. León-Castro, E. Avilés-Ochoa, J. M. Merigó, and A. M. Gil-Lafuente, 'Heavy Moving Averages and Their Application in Econometric Forecasting', *Cybern. Syst.*, 2018, doi: 10.1080/01969722.2017.1412883.
- [8] S. H. Sakdiyah, N. Eltivia, N. I. Riwijanti, and K. Ekasari, 'Forecasting Analysis on the Impact of Pandemic Towards Cigarette Sales', 2021, doi: 10.2991/aebmr.k.210717.053.
- [9] R. Hanif, S. Mustafa, S. Iqbal, and S. Piracha, 'A Study of Time Series Forecasting Enrollments Using Fuzzy Interval Partitioning Method', *J. Comput. Cogn. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 143–149, Mar. 2022, doi: 10.47852/bonviewJCCE2202159.
- [10] G. Zhang, X. Zhang, and H. Feng, 'Forecasting financial time series using a methodology based on autoregressive integrated moving average and Taylor expansion', *Expert Syst.*, vol. 33, no. 5, pp. 501–516, Oct. 2016, doi: 10.1111/exsy.12164.
- [11] I. J. Martinez-Moyano and G. P. Richardson, 'Best practices in system dynamics modeling', *Syst. Dyn. Rev.*, vol. 29, no. 2, pp. 102–123, Apr. 2013, doi: 10.1002/sdr.1495.
- [12] S. M. Fortsch, J. H. Choi, and E. A. Khapalova, 'Competition Can Help Predict Sales', *J. Forecast.*, 2021, doi: 10.1002/for.2818.
- [13] P. D. Sentia, Andriansyah, R. D. Lufika, and M. J. Satria, 'The planning of iron sand inventory with System Dynamic Approach', *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 931, no. 1, p. 012015, Sep. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/931/1/012015.
- [14] I. Belhajali and W. Hachicha, 'System dynamics simulation to determine safety stock for a single-stage inventory system', in *2013 International Conference on Advanced Logistics and Transport*, 2013, pp. 488–493, doi: 10.1109/ICAdLT.2013.6568507.
- [15] M. K. Simon and J. Goes, 'Ex post facto research', *Retrieved Sept.*, vol. 25, pp. 1–2, 2013, [Online]. Available: <http://profshankarbhusari.com/wp-content/uploads/2016/05/Ex-Post-Facto-research.pdf>.
- [16] M. Giuffre, 'Designing research: Ex post facto designs', *J. PeriAnesthesia Nurs.*, vol. 12, no. 3, pp. 191–195, Jun. 1997, doi: 10.1016/S1089-9472(97)80038-X.
- [17] F. Samyn, 'The use of artificial neural networks as a sales forecasting method: A quantitative ex post facto study', University of Phoenix, 2013, [Online]. Available: <https://www.proquest.com/openview/661b56a0147c956f3badaa37c1c9c3d9/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750>.
- [18] A. Inam, J. Adamowski, J. Halbe, and S. Prasher, 'Using causal loop diagrams for the initialization of stakeholder engagement in soil salinity management in agricultural watersheds in developing countries: A case study in the Rechna Doab watershed, Pakistan', *J. Environ. Manage.*, vol. 152, pp. 251–267, Apr. 2015, doi: 10.1016/j.jenvman.2015.01.052.
- [19] R. Iannone, G. Martino, S. Miranda, and S. Riemma, 'Modeling Fashion Retail Supply Chain through Causal Loop Diagram', *IFAC-PapersOnLine*, vol. 48, no. 3, pp. 1290–1295, 2015, doi: 10.1016/j.ifacol.2015.06.263.





- [20] H. Dianat, S. Wilkinson, P. Williams, and H. Khatibi, 'Planning the resilient city: Investigations into using "causal loop diagram" in combination with "UNISDR scorecard" for making cities more resilient', *Int. J. Disaster Risk Reduct.*, vol. 65, p. 102561, 2021, doi: 10.1016/j.ijdrr.2021.102561.
- [21] W. Rusiawan, P. Tjiptoherijanto, E. Suganda, and L. Darmajanti, 'System Dynamics Modeling for Urban Economic Growth and CO2 Emission: A Case Study of Jakarta, Indonesia', *Procedia Environ. Sci.*, vol. 28, pp. 330–340, 2015, doi: 10.1016/j.proenv.2015.07.042.
- [22] C. Musi, S. Anggoro, and S. Sunarsih, 'System dynamic modelling and simulation for cultivation of forest land: case study Perum Perhutani, Central Java, Indonesia', *J. Ecol. Eng.*, vol. 18, no. 4, pp. 25–34, Jul. 2017, doi: 10.12911/22998993/74307.
- [23] T. Asy'arie, 'Strategi pengelolaan sampah kota melalui penerapan alternatif kebijakan lingkungan', Universitas Indonesia, 2016, [Online]. Available: <http://digilib.ui.ac.id/detail?id=20422819&lokasi=lokal>.
- [24] M. K. Saraji and A. M. Sharifabadi, 'Application of System Dynamics in Forecasting: A Systematic Review.', *Int. J. Manag. Account. Econ.*, vol. 4, no. 12, pp. 1192–2005, 2017, [Online]. Available: [https://www.ijmae.com/article\\_115223.html](https://www.ijmae.com/article_115223.html).
- [25] E. Suryani, S.-Y. Chou, and C.-H. Chen, 'Air passenger demand forecasting and passenger terminal capacity expansion: A system dynamics framework', *Expert Syst. Appl.*, vol. 37, no. 3, pp. 2324–2339, 2010, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.07.041>.
- [26] Y. Wada, K. Hamada, and N. Hirata, 'Shipbuilding capacity optimization using shipbuilding demand forecasting model', *J. Mar. Sci. Technol.*, vol. 27, no. 1, pp. 522–540, Mar. 2022, doi: 10.1007/s00773-021-00852-8.
- [27] H. Zhang, X. Zhang, and B. Zhang, 'System dynamics approach to urban water demand forecasting', *Trans. Tianjin Univ.*, vol. 15, no. 1, pp. 70–74, Feb. 2009, doi: 10.1007/s12209-009-0014-5.
- [28] G. Li, K. K. F. Wong, H. Song, and S. F. Witt, 'Tourism Demand Forecasting: A Time Varying Parameter Error Correction Model', *J. Travel Res.*, vol. 45, no. 2, pp. 175–185, Nov. 2006, doi: 10.1177/0047287506291596.
- [29] Z. Hu, J. Ma, L. Yang, X. Li, and M. Pang, 'Decomposition-Based Dynamic Adaptive Combination Forecasting for Monthly Electricity Demand', *Sustainability*, vol. 11, no. 5, p. 1272, Feb. 2019, doi: 10.3390/su11051272.
- [30] A. Narayanan, F. Sahin, and E. P. Robinson, 'Demand and order-fulfillment planning: The impact of point-of-sale data, retailer orders and distribution center orders on forecast accuracy', *J. Oper. Manag.*, vol. 65, no. 5, pp. 468–486, Jul. 2019, doi: 10.1002/joom.1026.
- [31] J. Wen, Z. Xian, K. Chen, and W. Luo, 'A novel forward operator-based Bayesian recurrent neural network-based short-term net load demand forecasting considering demand-side renewable energy', *Front. Energy Res.*, vol. 10, Sep. 2022, doi: 10.3389/fenrg.2022.963657.

