

Analisis Ketersediaan Material Produksi pada PT. X dengan Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis

Dwi Sukma Donoriyanto^a, Nur Rahmawati^{b*}

^{a,b} Program studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, UPN Veteran Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya No.1, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294

* Corresponding author: nur.rahma.ti@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Manajemen material adalah bagian integral dari manajemen rantai pasokan dan dapat memiliki dampak besar pada profitabilitas dan kinerja keseluruhan perusahaan. Dengan manajemen material yang baik, perusahaan dapat mengurangi biaya, meningkatkan efisiensi, dan meningkatkan kepuasan pelanggan. PT. X merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi teh. Perusahaan selama ini mengalami kendala dalam memanager material sebagai bahan baku produknya. Pendekatan untuk mengatasi permasalahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan pendekatan system dinamis dengan bantuan software vensim. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah terdapatnya gap yang tinggi antara permintaan teh dengan ketersediaan bahan baku teh di Gudang. Ketersediaan bahan baku yang sangat melimpah bila dibandingkan dengan permintaan mengakibatkan besarnya biaya simpan serta Perusahaan juga harus mengganggu biaya atas kerusakan barang yang disimpan. Sebaliknya kekosongan persediaan bahan baku menyebabkan penurunan tingkat kepuasan dari pengguna produk. Skenario perbaikan yang diusulkan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan monitoring ketersediaan bahan baku secara berkala. Pemantauan secara berkala dapat membantu mengetahui keadaan terkini dari stok barang yang dimiliki.

Kata Kunci: Manajemen material, Sistem Dinamis, Vensim.

ABSTRACT

Material management is an integral part of supply chain management and can have a significant impact on teh profitability and overall performance of a company. With effective material management, a company can reduce costs, improve efficiency, and enhance customer satisfaction. PT. X is a manufacturing company that produces tea. Teh company has faced challenges in managing materials as raw materials for its products. Teh approach used to address this issue in this research is using a dynamic system approach with teh assistance of Vensim software. Teh results obtained from this research indicate a high gap between tea demand and teh availability of tea raw materials in teh warehouse. Teh abundance of raw material availability compared to demand results in high storage costs, and teh company also incurs costs for damaged goods. Conversely, a shortage of raw material inventory leads to a decrease in user satisfaction with teh products. Teh proposed improvement scenario in this research involves monitoring teh availability of raw materials periodically. Periodic monitoring can help determine teh current status of teh inventory.

Keywords: Material management, dynamic system, Vensim.

1. Pendahuluan

Kebutuhan masyarakat Indonesia semakin hari semakin beragam. Hal ini memunculkan semakin beragamnya industri atau perusahaan baru untuk memenuhi permintaan pasar dari beragam kebutuhan tersebut [1]. Permintaan akan suatu produk sangat fluktuatif serta beragam sehingga perusahaan dipaksa untuk melakukan manajemen sumber daya yang dimiliki untuk dapat bertahan di pasaran. Perusahaan harus mampu menganalisis pasar dan memprediksi permintaan konsumen. Dengan mengetahui kondisi tersebut, perusahaan dapat merencanakan bagaimana proses produksi beroperasi agar memenuhi keinginan konsumen. Perusahaan perlu menghasilkan output secara efektif dan menggunakan input secara efisien dengan menyesuaikan kapasitas dari produksi perusahaan. Efektivitas dan efisiensi juga perlu diperhatikan agar perusahaan dapat menggunakan dan mengendalikan sumber daya yang dimiliki [2], baik sumber daya manusia ataupun sumber daya bahan produk. Perusahaan juga perlu memperhatikan faktor manajemennya, karena manajemen yang mengatur keseluruhan kegiatan perusahaan secara efektif dan efisien [3]. Masalah yang timbul dari fluktuasi permintaan adalah efektivitas dan efisiensi sumber daya [4].

Produksi adalah fungsi utama dari setiap organisasi industri dan mencakup kegiatan yang ditujukan untuk menciptakan produk bernilai tambah yang merupakan hasil dari masing-masing organisasi ini [5]. Proses produksi adalah langkah-langkah yang harus diambil untuk menghasilkan produk akhir dari bahan mentah atau bahan baku [6]. Ini melibatkan serangkaian aktivitas, termasuk perencanaan, pengadaan bahan baku, manufaktur, pengujian kualitas, dan distribusi produk. Proses produksi dapat berbeda-beda tergantung pada jenis produk yang dihasilkan, industri, dan teknologi yang digunakan. Tujuan dari proses produksi adalah menghasilkan produk berkualitas sesuai dengan spesifikasi, dalam jumlah yang memadai, dan dalam waktu yang efisien [7].

Dapat terlihat bahwa pengendalian bahan baku sangat penting bagi keberlangsungan proses produksi [8]. Pengendalian bahan baku melibatkan pemantauan stok, peramalan kebutuhan [9], manajemen persediaan, dan kolaborasi yang baik dengan pemasok [10].

PT. X merupakan perusahaan yang memproduksi produk teh. Permasalahan yang terjadi pada PT. X yaitu banyaknya variable dalam sistem yang terlibat dalam perencanaan persediaan. Dengan adanya interaksi antar variable di dalam sistem, maka langkah awal untuk menyelesaikan permasalahan ini adalah diusulkannya untuk membuat model dan simulasi sistem dinamik dengan menggunakan beberapa scenario agar didapatkan skenario yang dapat menguntungkan baik bagi perusahaan maupun bagi konsumen pengguna produk tersebut.

Sistem dinamis bertujuan untuk menggambarkan bagaimana variabel-variabel dalam suatu sistem mempengaruhi satu sama lain dan bagaimana sistem tersebut bereaksi terhadap perubahan dalam variabel-variabel tersebut [11]. Sistem dinamis digunakan dalam berbagai bidang, termasuk manajemen operasi, ekonomi, ekologi, ilmu sosial, teknik, dan banyak lagi. Contoh penerapannya meliputi model peramalan cuaca [12], [13], analisis rantai pasokan [14], perencanaan produksi [15], [16], pengembangan kebijakan publik [17], hingga pemodelan ekosistem [18]. Kelebihan utama dari pendekatan sistem dinamis adalah kemampuannya untuk menggambarkan sistem yang kompleks dan dinamis yang seringkali sulit dimodelkan dengan pendekatan matematis [19].

Dalam pendekatan sistem dinamis, sistem terlebih dahulu digambarkan dalam causal loop diagram. Model Causal Loop Diagram adalah salah satu model digunakan untuk memecahkan masalah dengan pendekatan sistem yang mempertimbangkan kompleksitas dinamis dari sistem atau untuk mendukung pendekatan sistem dinamik [20].

2. Tinjauan Pustaka

2.1 *Pengendalian Material*

Pengendalian material merujuk pada upaya untuk mengawasi dan mengelola persediaan atau stok material suatu perusahaan atau organisasi. Tujuan dari pengendalian material adalah memastikan bahwa persediaan material tersedia dalam jumlah yang sesuai, kualitas yang baik, dan pada waktu yang tepat untuk mendukung operasi perusahaan.

Pengendalian material yang efektif membantu perusahaan mengoptimalkan penggunaan sumber daya, mengurangi biaya persediaan, meningkatkan efisiensi operasional, dan memenuhi kebutuhan pelanggan dengan lebih baik. Hal ini juga dapat mengurangi risiko terkait dengan kekurangan stok atau kerusakan material.

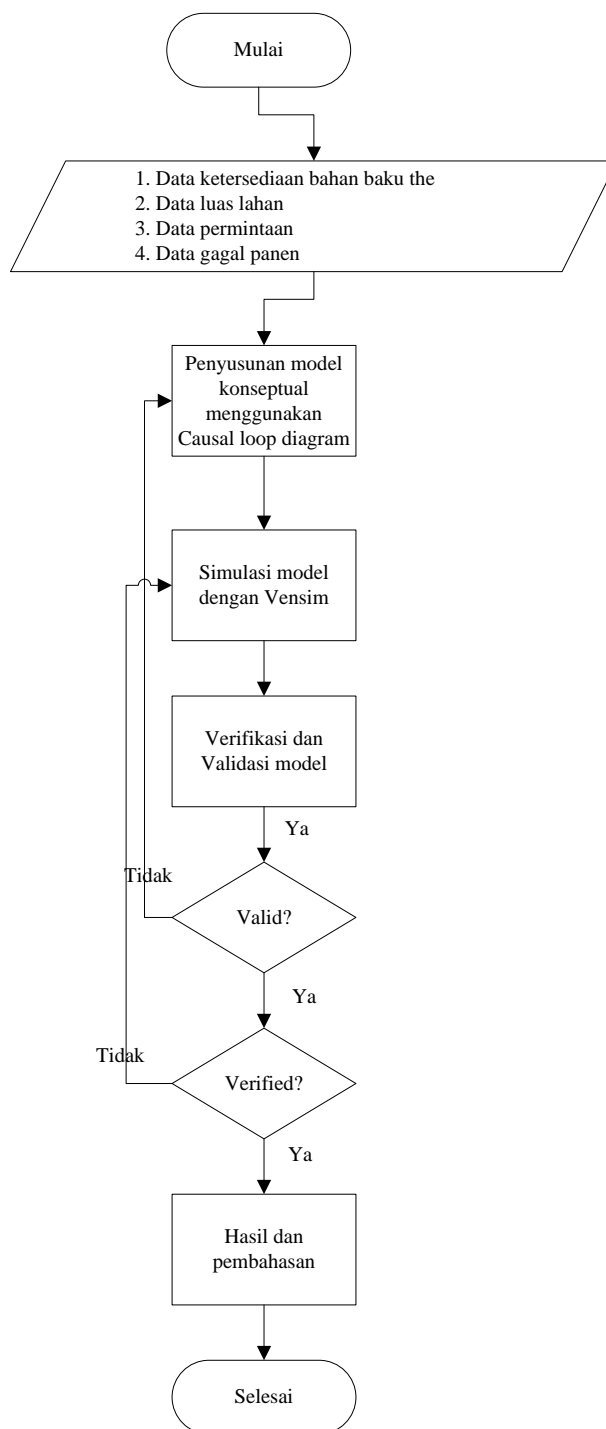
2.2 *Sistem Dinamis*

Sistem dinamis adalah sebuah konsep dan metodologi yang digunakan untuk memodelkan, menganalisis, dan memahami bagaimana berbagai elemen dalam suatu sistem saling berinteraksi dan berubah seiring waktu. Sistem dinamis berfokus pada perubahan dan dinamika dalam sistem, yang dapat melibatkan variabel-variabel yang berkembang seiring waktu, perubahan dalam perilaku, serta dampak dari kejadian dan interaksi dalam sistem tersebut.

Model sistem dinamis adalah representasi matematis dari sebuah sistem yang menggambarkan bagaimana komponen-komponen dalam sistem tersebut berinteraksi satu sama lain dan bagaimana mereka berubah seiring waktu. Model ini memanfaatkan prinsip-prinsip sistem dinamis untuk memahami perilaku sistem, memprediksi dampak perubahan dalam variabel-variabel sistem, dan membantu dalam pengambilan keputusan. Model sistem dinamis adalah alat yang kuat untuk memahami dan mengelola sistem yang kompleks, terutama ketika perubahan seiring waktu dan interaksi antarvariabel memainkan peran penting dalam perilaku sistem tersebut.

3. Metode Penelitian

Gambar 1 berikut ini adalah tahapan dalam penyelesaian permasalahan dengan menggunakan pendekatan system dinamis.

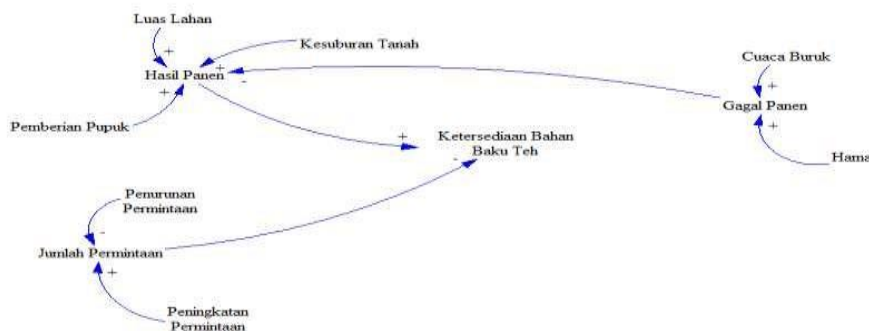


Gambar 1. Flowchart penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

A. Causal loop diagram

Gambar 2 berikut ini adalah model konseptual yang tertuang dalam causal loop diagram.



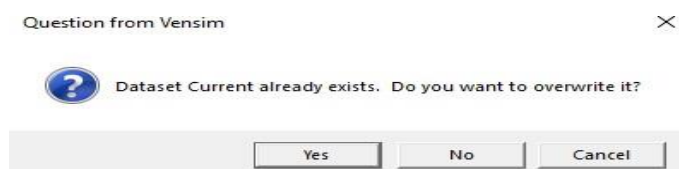
Gambar 1. Causal loop diagram

B. Verifikasi dan Validasi

Pada sub bab ini ditampilkan data mentah yang akan diolah, perhitungan manual pada data mentah, dan Analisa yang berisi kesimpulan pada proses verifikasi.

B1. Verifikasi

Model yang telah dibuat kemudian diverifikasi apakah terjadi error atau tidak. Bila model yang ada terjadi error, maka logika dari simulasi yang dibuat belum sepenuhnya benar. Model yang mengalami error harus mengulang pembuatan model awal simulasi. Adapun hasil running dari model yang telah dibuat pada tiga area pendistribusian tersebut ditunjukkan pada gambar di bawah dan terlihat bahwa model tersebut bebas dari error, sehingga model telah memenuhi tahap verifikasi sebagai berikut:



Gambar 3. Verifikasi Model pada Software Vensim

B2. Validasi

Validasi dilakukan secara statistic dengan membandingkan data empiris sistem nyata dengan output simulasi model. Variabel yang akan diuji validasinya adalah variabel order rate. Berikut di bawah ini validasi model pada Vensim:

Tabel 1
Replikasi Aktivitas Produksi Teh di PT. X

Tahun	Total Ketersediaan Bahan Baku	
	Real	Simulasi
2022	1750	1000
2023	4650	1825
2024	5400	3450
2025	6000	5875
2026	6500	9100
2027	7650	13125
Rata-Rata	5325	5729,167
SD	2024,043	4666,568

Persen error dari rata-rata data empiris dan data output simulasi:

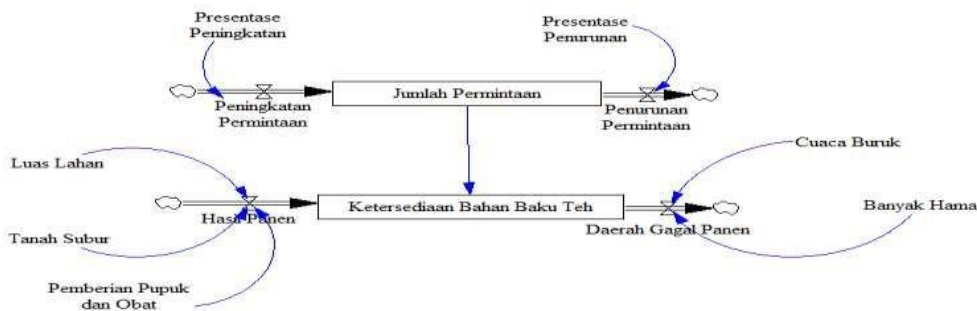
$$E_1 = \frac{|\bar{s} - \bar{A}|}{\bar{A}} = \frac{|5729,167 - 2024,043|}{2024,043} = 0,075 = 7,5\%$$

Persen error standar deviasi data empiris dan data output simulasi:

$$E_2 = \frac{|S_s - S_a|}{S_a} = \frac{|4666,568 - 2024,043|}{2024,043} = 0,2205 = 2,205\%$$

C. Output Simulasi

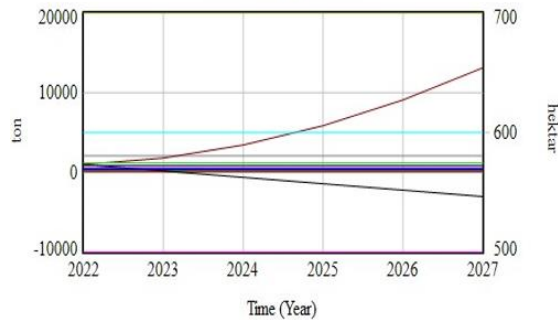
Berikut ini adalah hasil pengolahan data (input data dan output data dalam software).



Gambar 4. Model Ketersediaan produk dengan Software Vensim

C1. Skenario 1(Tanpa merubah Kebijakan)

Selected Variables



Gambar 5. Graph Pad Ketersediaan bahan baku

Pada Gambar 5 didapatkan bahwa pada tahun 2022 hingga tahun 2027 ketersediaan bahan baku produk teh dapat memenuhi semua permintaan yang ada. Dikarenakan adanya jumlah permintaan produk teh dan ketersediaan bahan baku yang konstan.

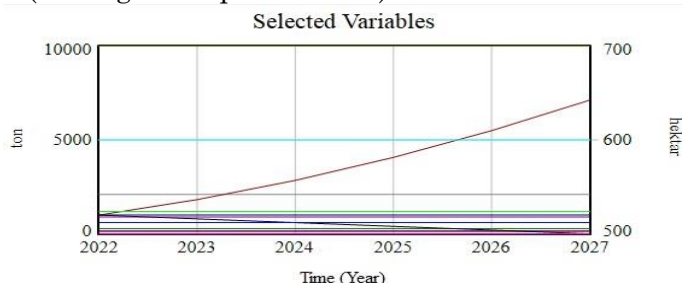
Time (Year)	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Selected Variables Rates						
Banyak Hama	150	150	150	150	150	150
Cuaca Buruk	125	125	125	125	125	125
Daerah Gagal Panen	275	275	275	275	275	275
Hasil Panen	2100	2100	2100	2100	2100	2100
Jumlah Permintaan	1000	200	-600	-1400	-2200	-3000
Ketersediaan Bahan Baku Teh	1000	1825	3450	5875	9100	13325
Luas Lahan	600	600	600	600	600	600
Pemberian Pupuk dan Obat	900	900	900	900	900	900
Peningkatan Permintaan	400	400	400	400	400	400
Penurunan Permintaan	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Presentase Peningkatan	0.2					
Presentase Penurunan	0.6					
Tanah Subur	600	600	600	600	600	600

Gambar 6. Table Pad Ketersediaan produk

Dari Gambar 6 dapat diketahui bahwa pada tahun 2022 ketersediaan bahan baku produk teh didapatkan sebesar 1000 ton, tahun 2023 ketersediaan bahan baku produk teh didapatkan sebesar 1825 ton, tahun 2024 ketersediaan bahan baku produk teh didapatkan sebesar 3450 ton, tahun 2025 ketersediaan bahan baku produk teh didapatkan sebesar 5875 ton, tahun 2026 ketersediaan bahan baku produk teh

didapatkan sebesar 9100 ton, dan tahun 2027 ketersediaan bahan baku produk teh didapatkan sebesar 13125 ton. Jumlah ketersediaan bahan baku produk teh mengalami peningkatan dari tahun ke tahun.

C2. Skenario 2 (Peningkatan permintaan)



Gambar 7. Graph Pad jumlah permintaan

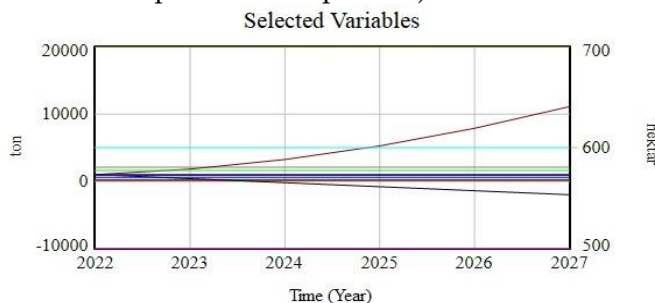
Pada Gambar 7 dapat disimpulkan bahwa pada tahun 2022 hingga tahun 2027 ketersediaan bahan baku produk teh dapat memenuhi semua permintaan yang ada.

Time (Year)	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Selected Variables Base:	SFD PRODUKSI TEH MODUL 3					
Banyak Hama	150	150	150	150	150	150
Cuaca Buruk	125	125	125	125	125	125
Daerah Gagal Panen	275	275	275	275	275	275
Hasil Pemanen	2100	2100	2100	2100	2100	2100
Jumlah Permintaan	1000	800	600	400	200	0
Ketersediaan Bahan Baku Teh	1000	1825	2850	4075	5500	7125
Luas Lahan	600	600	600	600	600	600
Pemberian Pupuk dan Obat	900	900	900	900	900	900
Peningkatan Permintaan	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Penurunan Permintaan	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Persentase Peningkatan	0.5					
Persentase Penurunan	0.6					
Tanah Subur	600	600	600	600	600	600

Gambar 8. Table Pad jumlah permintaan

Berdasarkan Gambar 8 dapat diketahui bahwa pada tahun 2022 ketersediaan bahan baku produk didapatkan sebesar 1000 ton, tahun 2023 ketersediaan bahan baku produk didapatkan sebesar 1825 ton, tahun 2024 ketersediaan bahan baku produk didapatkan sebesar 2850 ton, tahun 2025 ketersediaan bahan baku produk didapatkan sebesar 4075 ton, tahun 2026 ketersediaan bahan baku produk didapatkan sebesar 5500 ton, dan tahun 2027 ketersediaan bahan baku produk didapatkan sebesar 7125 ton. Jumlah persediaan bahan baku meningkat pada skenario jumlah permintaan ditingkatkan.

C3. Skenario 3 (Penurunan permintaan produk)



Gambar 9. Graph Pad penurunan permintaan produk

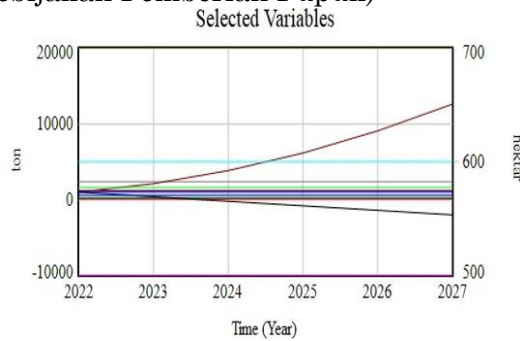
Pada Gambar 9 dapat disimpulkan bahwa pada tahun 2022 sampai pada tahun 2027 bahwa ketersediaan bahan baku produk dapat memenuhi semua permintaan yang ada. Dikarenakan adanya jumlah permintaan produk dan ketersediaan bahan baku yang konstan.

Time (Year)	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Selected Variables Runs:	SFD PRODUKSI TEH MODUL 3					
Banyak Hama	150	150	150	150	150	150
Cuaca Buruk	125	125	125	125	125	125
Daerah Gagal Panen	275	275	275	275	275	275
Hasil Panen	2100	2100	2100	2100	2100	2100
Jumlah Permintaan	1000	400	-200	-800	-1400	-2000
Ketersediaan Bahan Baku Teh	1000	1825	3250	5275	7900	11125
Luas Lahan	600	600	600	600	600	600
Pemberian Pupuk dan Obat	900	900	900	900	900	900
Peningkatan Permintaan	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Penurunan Permintaan	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Presentase Peningkatan	0.5					
Presentase Penurunan	0.8					
Tanah Subur	600	600	600	600	600	600

Gambar 10. *Table Pad* penurunan permintaan produk

Dari Gambar 10 diatas dapat diketahui bahwa jumlah ketersediaan bahan baku meningkat pada skenario penurunan jumlah permintaan produk.

C4. Skenario 4 (Kebijakan Pemberian Pupuk)



Gambar 11. *Graph Pad* pemberian pupuk

Pada Gambar 11 dapat disimpulkan bahwa pada tahun 2022 sampai pada tahun 2027 bahwa ketersediaan bahan baku produk dapat memenuhi semua permintaan yang ada. Dikarenakan adanya jumlah permintaan produk dan ketersediaan bahan baku yang konstan.

Time (Year)	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Selected Variables Runs:	SFD PRODUKSI TEH MODUL 3					
Banyak Hama	150	150	150	150	150	150
Cuaca Buruk	125	125	125	125	125	125
Daerah Gagal Panen	275	275	275	275	275	275
Hasil Panen	2400	2400	2400	2400	2400	2400
Jumlah Permintaan	1000	400	-200	-800	-1400	-2000
Ketersediaan Bahan Baku Teh	1000	2125	3850	6175	9100	12625
Luas Lahan	600	600	600	600	600	600
Pemberian Pupuk dan Obat	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Peningkatan Permintaan	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Penurunan Permintaan	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Presentase Peningkatan	0.5					
Presentase Penurunan	0.8					
Tanah Subur	600	600	600	600	600	600

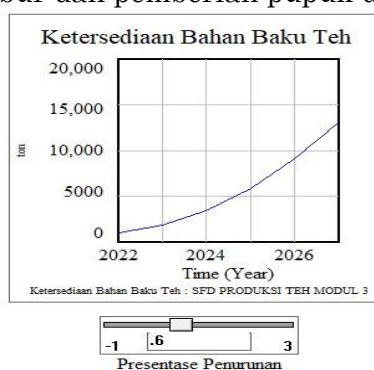
Gambar 12. *Table Pad* pemberian pupuk

Dari Gambar 12 diatas dapat diketahui pada skenario pemberian pupuk dapat dilihat bahwa jumlah ketersediaan bahan baku produk semakin meningkat dari tahun ke tahun.



Gambar 13. Model Interface ketersediaan bahan baku produk pada prosentase peningkatan permintaan

Dari Gambar 13 diketahui bahwa ketersediaan bahan baku produk pada prosentase peningkatan mengalami peningkatan setiap tahunnya dikarenakan beberapa faktor seperti luas lahan, tanah subur dan pemberian pupuk dan obat.



Gambar 14. Model Interface Ketersediaan bahan baku produk pada prosentase penurunan permintaan

Dari Gambar 14 diketahui bahwa ketersediaan bahan baku produk pada prosentase penurunan juga mengalami peningkatan setiap tahunnya dikarenakan adanya beberapa faktor seperti cuaca buruk dan banyak hama.

Berdasarkan hasil output simulasi menggunakan aplikasi vensim dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan pada hasil grafik dan juga tabel pada ketersediaan bahan baku produk. ketersediaan bahan baku produk pada tahun 2022 ketersediaan bahan baku produk didapatkan sebesar 1000 ton, tahun 2023 ketersediaan bahan baku produk didapatkan sebesar 1825 ton, tahun 2024 ketersediaan bahan baku produk didapatkan sebesar 3450 ton, tahun 2025 ketersediaan bahan baku produk didapatkan sebesar 5875 ton, tahun 2026 ketersediaan bahan baku produk didapatkan sebesar 9100 ton, dan tahun 2027 ketersediaan bahan baku produk didapatkan sebesar 13125 ton. Jumlah ketersediaan bahan baku meningkat dari tahun ke tahun. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan yang cukup signifikan pada tahun 2026 walaupun sempat mengalami penurunan. Penurunan tersebut diakibatkan karena adanya peningkatan jumlah permintaan dan peningkatan ketersediaan bahan baku di tahun 2027 disebabkan oleh penurunan dari permintaan terhadap produk.

5. Kesimpulan

Dalam mengatasi permasalahan di atas, maka dapat direkomendasikan skenario 1 yaitu dengan melakukan monitoring stok barang yang dimiliki secara berkala. Pemantauan secara berkala dapat membantu mengetahui keadaan terkini dari stok barang yang dimiliki. Agar tidak terjadi over produksi, sebaiknya penambahan kapasitas terpasang tidak dilakukan sekaligus tapi dilakukan secara berangsur.

Pustaka

- [1] T. A. Syahputri, T. S. Az-zahra, N. A. Setifani, K. P. Ningrum, and D. Rolliawati, "Pemodelan Dan Simulasi Proses Produksi Peralatan Bayi Pada Home Industri Puppy Putra Perdana. JUST IT: Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi Dan Komputer, 11 (1), 24." 2020.
- [2] Y. A. Rahman, "Manajemen sumber daya manusia," *Tsaqofah; J. Pendidik. Islam*, vol. 4, no. 2, pp. 1–23, 2020.
- [3] M. S. Azizi, Y. Aditiatama, M. K. Mubarak, and D. Rolliawati, "Pemodelan dan simulasi distribusi kaos custom dengan anylogic: studi kasus konveksi kaos surabaya," *JUST IT J. Sist. Informasi, Teknol. Inf. dan Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 32–36, 2020.
- [4] M. B. Soeltanong and C. Sasongko, "Perencanaan produksi dan pengendalian persediaan pada perusahaan manufaktur," *JRAP (Jurnal Ris. Akunt. dan Perpajakan)*, vol. 8, no. 1, pp. 14–27, 2021.
- [5] A. F. Hidayat and S. A. Muttalib, "Analisis nilai tambah produk agroindustri tempe di kecamatan sukamulia, kabupaten lombok timur," *J. Ilm. Rekayasa Pertan. dan Biosist.*, vol. 8, no. 2, pp. 230–235, 2020.
- [6] Z. I. Ifada, "SISTEM PRODUKSI PRODUK KARUNG PLASTIK DAN ANALISA PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA DI PK. ROSELLA BARU MOJOKERTO," 2023.
- [7] M. Siadari, "Analisis Pengendalian Rejection Proses Produksi Scale pada PT Tropical Electronic." Prodi Teknik Industri, 2023.
- [8] F. M. Tiloly, R. Vikaliana, and I. Irwansyah, "Analisis Rencana Implementasi dengan Metode EOQ Pada Manajemen Persediaan Material," *J. Bus. Econ. Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 238–246, 2022.
- [9] A. Syamil *et al.*, *Manajemen Rantai Pasok*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- [10] K. N. Muna and M. I. N. Ismaya, "Strategi Pengendalian Biaya Produksi Pada Operasional Manufaktur Yang Efektif," *Sanskara Manaj. Dan Bisnis*, vol. 1, no. 03, pp. 197–203, 2023.
- [11] I. R. C. Saleh, "Kombinasi Metode Structural Equation Modelling (SEM) Dan Simulasi Sistem Dinamik Untuk Memprediksi Performance Perilaku Advokat Dalam Management Talenta (Studi Kasus: IKADIN Yogyakarta)." Universitas Islam Indonesia, 2019.
- [12] V. Krishnamurthy, "Predictability of weather and climate," *Earth Sp. Sci.*, vol. 6, no. 7, pp. 1043–1056, 2019.
- [13] A. Hochman, P. Alpert, T. Harpaz, H. Saaroni, and G. Messori, "A new dynamical systems perspective on atmospheric predictability: Eastern Mediterranean weather regimes as a case study," *Sci. Adv.*, vol. 5, no. 6, p. eaau0936, 2019.
- [14] T. Rebs, M. Brandenburg, and S. Seuring, "System dynamics modeling for sustainable supply chain management: A literature review and systems thinking approach," *J. Clean. Prod.*, vol. 208, pp. 1265–1280, 2019.
- [15] T. Talitha and R. Berliyana, "Simulation Model of Production System Using Dynamic System Approach to Increase Production Capacity Tofu Factory," *OPSI*, vol. 15, no. 2, pp. 228–237, 2022.
- [16] E. A. Rachma, "Optimasi Perencanaan Produksi dengan Menggunakan Model Sistem Dinamik di PT X," *J. Optimasi Tek. Ind.*, vol. 2, no. 1, pp. 36–42, 2020.
- [17] L. R. Andhika, "Model sistem dinamis: Simulasi formulasi kebijakan publik [Dynamic system model: Simulation method in formulation public policy]," *J. Ekon. Kebijak. Publik*, vol. 10, no. 1, pp. 73–86, 2019.
- [18] A. Wafi and H. Ariadi, "POLA PEMODELAN DINAMIS ANTARA BIOMASSA UDANG, JUMLAH PAKAN, DAN BAHAN ORGANIK PADA EKOSISTEM TAMBAK," *EnviroScienteeae*, vol. 18, no. 3, pp. 171–179.
- [19] P. Anaking, "Analisis Rantai Pasok Daging Sapi Untuk Meningkatkan Ketersediaan Dan Nilai Rantai Pasok Dengan Menggunakan Metode Sistem Dinamik." Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2020.
- [20] D. R. Widiananda and K. D. Maharani, "Kajian Pengelolaan Limbah Padat Fasilitas Kesehatan Dengan Pendekatan Sistem Dinamik (STUDI KASUS: KOTA PONOROGO)," in *Seminar MASTER PPNs*, 2019, pp. 241–252.