

ANALISIS KETERSEDIAAN BERAS DI SURABAYA DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIS

Dwi Sukma Donoriyanto ¹⁾, Isna Nugraha ²⁾, Rana Atikah Ardlianti ³⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik & Sains,
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

³⁾ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains, Teknologi dan Pendidikan
Universitas Muhammadiyah Lamongan

e-mail: dwisukama.ti@upnjatim.ac.id¹⁾, isna.nugraha.ti@upnjatim.ac.id^{2)*},
rardlianti@umla.ac.id³⁾

*) Corresponding Author

ABSTRAK

Kota Surabaya salah satu kota di Provinsi Jawa Timur dengan tingkat jumlah penduduk setiap tahun yang terus meningkat yang menyebabkan kebutuhan untuk konsumsi pangan pokok beras semakin banyak dan berdampak pada ketersediaan beras yang semakin menipis serta krisis beras di kemudian hari. Serta lahan pertanian yang terus berkurang setiap tahunnya dimana dipergunakan untuk perumahan maupun industri. Dengan permasalahan diatas penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebijakan ketersediaan beras di Surabaya pada masa mendatang guna memberikan alternatif kebijakan untuk meningkatkan ketersediaan beras. Penyelesaian pada penelitian ini adalah menggunakan metode pendekatan sistem dinamis, dengan langkah awal pembuatan model causal loop diagram, lalu stock flow diagram hingga simulasi dengan bantuan software vensim. Hasil yang didapatkan adalah dengan adanya kebijakan jumlah ketersediaan beras meningkat sebanyak 205.840 ton/tahun dan jumlah produksi beras sebanyak 287.216 ton/tahun. Dari hasil diatas bisa disimpulkan dengan adanya kebijakan untuk peningkatan produktivitas dapat meningkatkan hasil produksi beras dan ketersediaan beras begitu juga dengan kebijakan pengurangan lahan mutasi dapat berpengaruh juga dalam meningkatkannya ketersediaan beras dan produksi beras.

Kata Kunci: CLD, kebijakan, ketersediaan beras, SFD, sistem dinamis

ABSTRACT

The city of Surabaya is one of the cities in East Java Province with a population level that continues to increase every year which causes the need for consumption of staple food to increase and the impact on the availability of rice is getting depleted and the rice crisis in the future. As well as agricultural land that continues to decrease every year which is used for housing and industry. With the above problems, this study aims to increase the availability of rice in Surabaya and to analyze the policy of rice availability in Surabaya in the future in order to provide alternative policies to increase the availability of rice. The solution in this research is to use a dynamic system approach method, with the first step making a causal loop diagram model, then stock flow diagrams to simulations with the help of vensim software. The results obtained are with the policy that the amount of rice availability increases by 205,840 tons/year and the amount of rice production is 287,216 tons/year. From the above results it can be concluded that the existence of policies to increase productivity can increase rice production and rice availability as well as policies to reduce land mutations can also have an effect on increasing rice availability and rice production..

Keywords: CLD, policy, rice stock, SFD, dynamic system

I. PENDAHULUAN

Beras merupakan kebutuhan pangan paling pokok bagi masyarakat Indonesia. Pengelolaan kebijakan dalam mempertimbangan pentingnya kebutuhan dan ketersediaan beras. Pemerintah sebagai pihak yang mendapatkan peran dalam upaya meningkatkan ketahanan pangan pengelolaan serta pemenuhan kebutuhan penduduk. Pengelolaan dalam kebijakan yang dimiliki pemerintah inilah yang menjadi kunci dimana kebutuhan beras sangat penting bagi penduduk di kehidupan sehari-hari, mengingat jumlah penduduk setiap

tahun yang terus meningkat yang menyebabkan kebutuhan untuk konsumsi panganan pokok beras semakin banyak dan berdampak pada ketersediaan beras yang semakin menipis serta krisis beras di kemudian hari (Jamaludin et al., 2021).

Pertumbuhan populasi yang cepat, urbanisasi yang pesat, dan perubahan pola konsumsi masyarakat telah menghadirkan tantangan serius terkait ketersediaan pangan (Wibowo et al., 2015), khususnya beras, sebagai kebutuhan pokok di Surabaya. Sebagai kota metropolitan yang menjadi pusat kegiatan ekonomi, sosial, dan budaya di Jawa Timur, Surabaya memiliki kompleksitas sistem pangan yang memerlukan perhatian serius dalam upaya menjaga ketersediaan dan distribusi beras yang memadai.

Kota Surabaya salah satu kota di Provinsi Jawa Timur dengan tingkat jumlah penduduk setiap tahun yang terus meningkat yang menyebabkan kebutuhan untuk konsumsi panganan pokok beras semakin banyak dan berdampak pada ketersediaan beras yang semakin menipis serta krisis beras di kemudian hari. Serta lahan pertanian yang terus berkurang setiap tahunnya dimana dipergunakan untuk perumahan maupun industri (Dewi, 2019).

Analisis ketersediaan beras menjadi esensial mengingat peran strategis beras sebagai sumber utama karbohidrat bagi penduduk Indonesia. Surabaya, sebagai pusat ekonomi regional, tidak hanya berfungsi sebagai konsumen utama beras, tetapi juga memiliki peran kunci dalam rantai pasok dan distribusi pangan di wilayah sekitarnya. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang ketersediaan beras di Surabaya perlu diungkap melalui pendekatan yang holistik dan dinamis (Christian et al., 2018).

Pendekatan sistem dinamis dipilih karena mampu memberikan gambaran yang komprehensif tentang interaksi kompleks antara berbagai variabel yang memengaruhi ketersediaan beras (Maun Jamaludin et al., 2022). Perubahan dalam faktor-faktor seperti produksi padi, distribusi, kebijakan pemerintah, dan perubahan perilaku konsumen dapat memiliki dampak yang signifikan pada sistem pangan beras (Andri & Pangarsa, 2016). Analisis ini akan membantu mengidentifikasi pola-pola dinamis, mengevaluasi keberlanjutan sistem, dan merumuskan kebijakan yang responsif terhadap perubahan lingkungan (Kristianto & Nadapdap, 2021; Pratiwi, 2022).

Kendati Surabaya memiliki akses terhadap sumber daya pertanian di sekitarnya, seperti Kabupaten Sidoarjo dan Gresik, namun transformasi lahan pertanian menjadi area perkotaan dan industrialisasi dapat menghadirkan tekanan signifikan terhadap produksi beras. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman yang komprehensif tentang cara mengelola sumber daya pertanian secara berkelanjutan, menjaga produktivitas, dan memastikan distribusi beras yang merata di tengah dinamika perkembangan urbanisasi (Nugraha et al., 2020; Rahim et al., 2017).

Dengan permasalahan diatas penelitian ini bermaksud untuk menganalisis kebijakan ketersediaan beras di surabaya pada masa mendatang guna memberikan alternatif kebijakan untuk mendukung ketersediaan beras tersebut menggunakan metode sistem dinamis dengan bantuan software vensim. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis mendalam terhadap ketersediaan beras di Surabaya dengan menggunakan pendekatan sistem dinamis. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat diidentifikasi faktor-faktor kunci yang mempengaruhi ketersediaan beras, menjelaskan pola-pola dinamis yang mungkin terjadi (Nugraha et al., 2022), dan merumuskan rekomendasi kebijakan yang dapat meningkatkan keberlanjutan sistem pangan beras di Surabaya. Dengan demikian, penelitian ini bukan hanya menciptakan pemahaman yang lebih baik tentang ketersediaan beras di tingkat lokal, tetapi juga memberikan kontribusi pada literatur kebijakan pangan dan pengembangan sistem pangan berkelanjutan. Diharapkan hasil penelitian ini dapat membantu para pengambil kebijakan dalam menentukan arah perencanaan dalam pelaksanaan penyediaan beras khususnya di wilayah surabaya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Ketahanan Pangan

Pangan adalah kebutuhan esensial bagi manusia untuk kelangsungan hidup dan menjalankan aktivitas sehari-hari. Kesejahteraan dan kesehatan sepanjang siklus kehidupan manusia sangat bergantung pada asupan nutrisi seperti karbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral, dan air, yang dapat ditemukan dalam pangan (Banita, 2013). Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang pangan menyebutkan bahwa ketahanan pangan mencakup pemenuhan pangan dari tingkat nasional hingga individu, yang ditandai oleh ketersediaan pangan yang memadai, aman, bervariasi, bergizi, merata, terjangkau, dan sesuai dengan nilai-nilai agama, keyakinan, dan budaya masyarakat (Saliem & Ariani, 2016).

Dalam mencapai ketahanan pangan, terdapat empat elemen utama yang perlu diperhatikan, yaitu ketersediaan pangan yang mencukupi, stabilitas tanpa fluktuasi musiman dan tahunan, aksesibilitas, serta mutu atau keamanan pangan. Ketahanan pangan diukur dengan menggabungkan keempat komponen tersebut untuk membentuk indeks ketahanan pangan, yang menjadi indikator kunci pencapaian ketahanan pangan pada tingkat rumah tangga (Kaputra, 2015).

Pembangunan ketahanan pangan bertujuan untuk menjamin pasokan dan kebutuhan pangan yang mencukupi, aman, berkualitas, dan gizi seimbang di tingkat nasional, regional, dan rumah tangga. Kedua, aspek keberlanjutan ketahanan pangan menjadi perhatian khusus dalam rangka meningkatkan kemandirian pangan nasional (Aminudin, 2014).

Konsep ketahanan pangan dapat diuraikan menjadi tiga poin pokok, yaitu ketersediaan pangan yang memadai, sumber daya yang mencukupi untuk memperoleh pangan yang cukup dan bergizi, serta pengetahuan gizi dan perawatan dalam penggunaan pangan secara rasional, termasuk aspek sanitasi air yang mencukupi. Menurut Thomas Robert Malthus, pertumbuhan penduduk cenderung mengikuti deret ukur, sedangkan ketersediaan pangan mengikuti deret hitung. Oleh karena itu, permasalahan muncul ketika pertumbuhan penduduk kota tidak seimbang dengan ketersediaan pangan yang terus berkurang (Abdullah et al., 2022). Ketersediaan pangan mencerminkan jumlah pangan yang tersedia untuk penduduk suatu wilayah dalam periode waktu tertentu. Akses terhadap pangan diatur oleh sistem hierarkis mulai dari tingkat nasional hingga tingkat rumah tangga (Abdullah et al., 2022).

B. Sistem Dinamik

Sistem dinamik adalah metodologi untuk memahami suatu masalah yang kompleks. Metodologi ini dititikberatkan pada pengambilan kebijakan dan bagaimana kebijakan tersebut menentukan tingkah laku masalah-masalah yang dapat dimodelkan oleh sistem secara dinamik (Richardson & Pugh, 1997).

Dynamic System atau Sistem dinamik adalah kerangka yang fokus pada sistem berpikir (*system thinking*) dengan cara *feedback loop* dan mengambil beberapa langkah tambahan struktur serta mengujinya melalui model simulasi komputer (Forrester, 1994) dalam (Krisdayanti et al., 2017). Ini menerapkan saling ketergantungan, interaksi timbal balik, umpan balik informasi, dan lingkaran kausalitas terhadap masalah dinamis yang timbul dalam sistem sosial yang kompleks (Yang & Wang, 2011). Dinamika sistem berdasar pada teori dinamika nonlinier dan kontrol umpan balik yang dikembangkan dalam matematika,

fisika, dan teknik. dinamika sistem juga mengacu pada psikologi kognitif dan sosial, teori organisasi, ekonomi, dan ilmu sosial lainnya (Series & Serman, 2003).

Tujuan metodologi sistem dinamik berdasarkan filosofi sebab akibat yaitu mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang cara kerja suatu sistem (Sa'adah et al., 2017). Pengaplikasian sistem dinamik dapat diterapkan melalui *Software* seperti *stella*, *vensim*, *powersim*, *dyan-mo* dan lain-lain. Pemilihan Vensim sebagai perangkat lunak simulasi model karena kemudahan dan ketersediaannya selama penelitian. Pemodelan dinamis terdiri dari variabel yang saling terkait. Dengan perangkat lunak ini, model dibuat secara grafis dengan simbol untuk variabel dan hubungannya yang melibatkan dua hal, yaitu struktur dan perilaku. Struktur merupakan suatu unsur pembentuk fenomena (Sa'adah et al., 2017).

Variabel sistem dinamis diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu level (*stock*) dan *interest* (Trisnawati, 2016). Tingkat pengisian menunjukkan keadaan sistem setiap saat (variabel keadaan sistem). Tingkat adalah hasil akumulasi dalam sistem sedangkan tingkat mewakili berfungsinya sistem. *Level* adalah jumlah yang terakumulasi dari waktu ke waktu, dan *rate* adalah aktivitas atau pergerakan atau aliran yang berpengaruh terhadap perubahan *level* per satuan waktu. Setiap variabel didefinisikan dalam sebuah persamaan, yaitu persamaan stok/tingkat, persamaan harga, persamaan tambahan, atau persamaan standar.

C. Causal Loop Diagram (CLD)

Model Causal Loop Diagram (CLD) adalah model yang banyak digunakan dalam pemecahan masalah dengan pendekatan sistem yang mempertimbangkan kompleksitas dinamis dari sistem atau untuk mendukung pendekatan sistem dinamik. Model CLD menekankan perhatiannya kepada hubungan sebab akibat antar komponen sistem yang digambarkan dalam suatu diagram berupa garis lengkung yang berujung tanda panah yang menghubungkan antara komponen sistem yang satu dengan lainnya (Mawengkang, 2020). Metode ini bermanfaat untuk menjelaskan interdependensi dalam berbagai situasi dan efektif untuk mengetahui mental models. Hubungan sebab akibat antar variabel ini menunjukkan dua kemungkinan yang terjadi yaitu: kemungkinan hubungan tersebut bergerak ke arah yang sama (+ / R = Reinforcing) atau bergerak ke arah yang berlawanan (- / B = Balancing) (Kristianto et al., 2022).

D. Stock Flow Diagram (SFD)

Stock flow diagram atau diagram alir merupakan penjabaran lebih rinci dari sistem yang sebelumnya ditunjukkan oleh CLD karena pada diagram ini memperhatikan pengaruh waktu terhadap keterkaitan antar variabel, sehingga nantinya setiap variabel mampu menunjukkan hasil akumulasi untuk variabel level, dan variabel yang merupakan laju aktifitas sistem tiap periode waktu disebut rate/flow (Alfani et al., 2023).

E. Verifikasi dan Validasi

Verifikasi Model adalah proses menentukan apakah model simulasi merefleksikan model konseptual dengan tepat. Verifikasi dari suatu model bertujuan untuk menjamin kebenaran suatu model secara matematis dan konsisten secara logika.

Validasi adalah suatu tindakan yang membuktikan bahwa suatu proses/metode dapat memberikan hasil yang konsisten sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan dan terdokumentasi dengan baik. Validasi Model adalah proses menentukan apakah model konseptual merefleksikan sistem nyata dengan tepat. validasi adalah sebuah proses menentukan apakah model konseptual merepresentasikan system nyata dengan tepat atau tidak (Law dan Kelton, 2007).

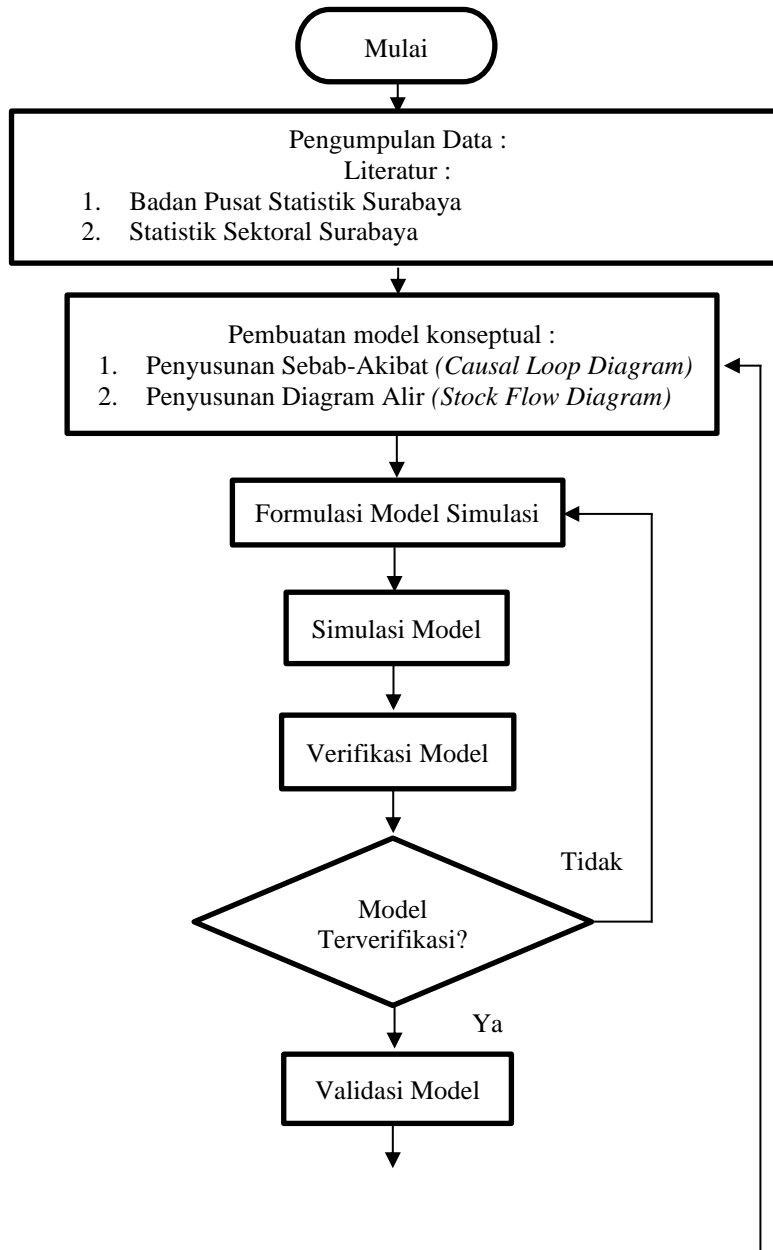
F. Software Vensim

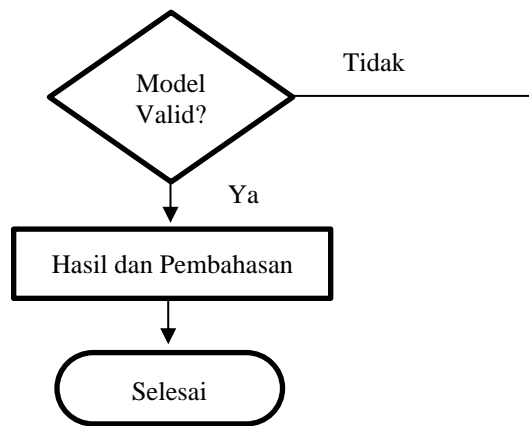
Vensim merupakan suatu perangkat pemodelan visual yang membolehkan Anda untuk melakukan konseptualisasi, dokumentasi, simulasi, analisis, dan optimasi model sistem dinamis. Vensim adalah salah satu alat perangkat lunak yang menggunakan sistem dinamis untuk memodelkan dan memberikan solusi pada masalah. Alat pemodelan ini menggunakan metode pemodelan objektif (Sa'adah et al., 2017).

Vensim PLE sendiri menawarkan pembangunan model simulasi dengan diagram sebab akibat loop atau (causal loop diagram) diagram alir stok (stock flow diagram) dengan konsep yang sederhana dan fleksibel (He & Li, 2019). Model simulasi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai salah satu alat pendukung keputusan dalam kebijakan (Dwi Astanti & Ristyowati, 2016). Dengan menghubungkan kata-kata dengan tanda panah, keterkaitan antar variabel sistem dimasukkan dan dicatat sebagai hubungan kausal. Anda dapat menganalisis model yang telah Anda buat melalui proses building, melihat pada penyebab dan penggunaan suatu variabel, dan juga pada loop yang melibatkan variabel.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pendekatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menggunakan simulasi berbasis model sistem dinamis. Adapun langkah-langkah ditampilkan pada gambar 1 berikut :



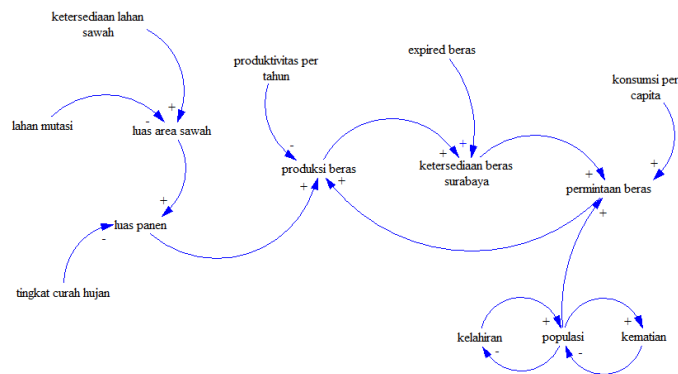


Gambar 1. Flowchart Langkah-langkah Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penyusunan Diagram Sebab-Akibat (Casual Loop Diagram)

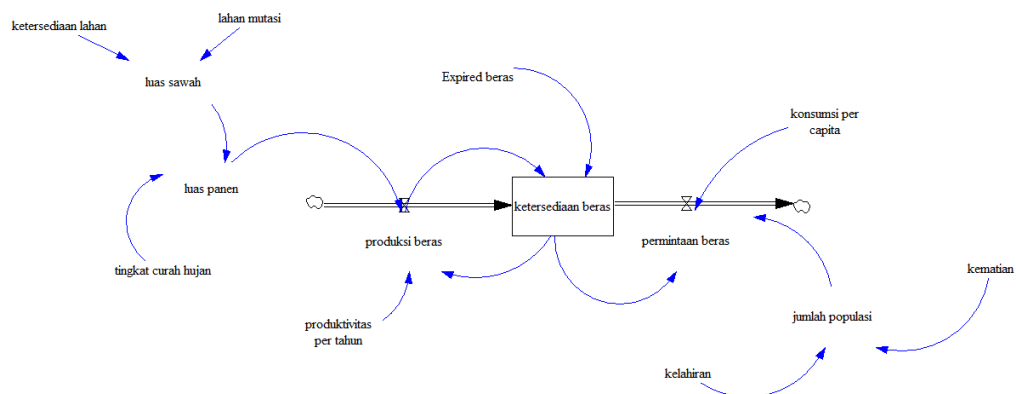
Casual loop diagram merupakan gambaran sebab akibat seluruh variabel yang saling terhubung dalam suatu sistem. Adapun casual loop diagram dari penelitian ini ditunjukkan pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Causal Loop Diagram

B. Penyusunan Diagram Alir (Stock Flow Diagram)

Stock Flow Diagram merupakan gambaran rincian suatu sistem yang telah di gambarkan pada casual loop diagram sebelumnya dengan penjelasan level pada sebuah variabel. Stock flow diagram ditunjukkan pada gambar 3 berikut ini



Gambar 3. *Stock Flow Diagram.*

C. *Formulasi Model*

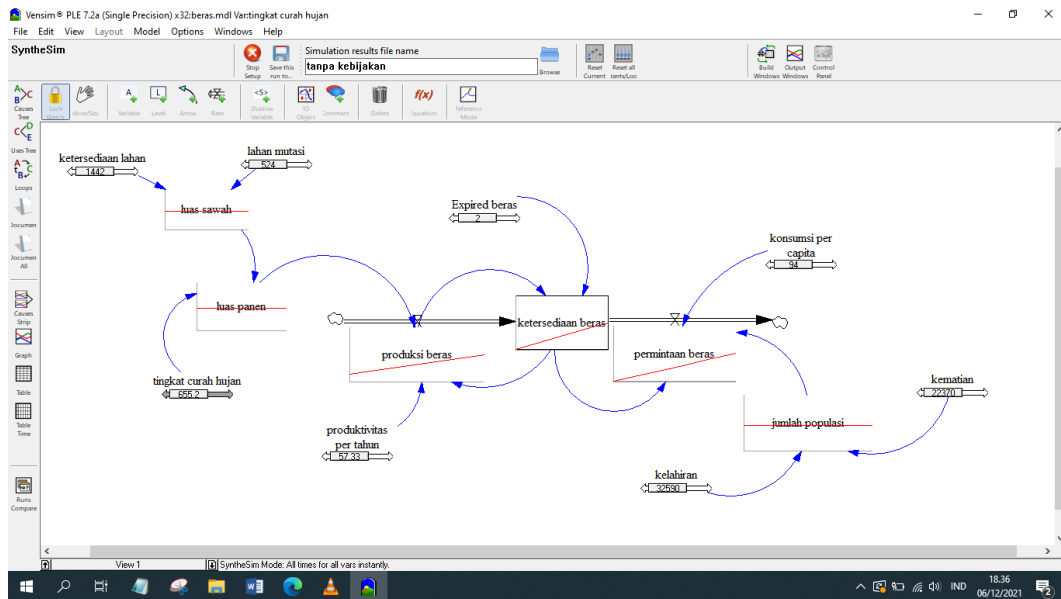
Formulasi model matematis dilakukan dengan cara memasukkan keterkaitan antar variabel menjadi suatu persamaan matematis. Berikut merupakan beberapa contoh formulasi model:

TABEL 1
FORMULASI MODEL

No.	Variable	Type	Equation
1.	Ketersediaan Beras	Level	(produksi beras-permintaan beras)/expired beras
2.	Produksi beras	Rate	Produktivitas per tahun*luas panen
3.	Permintaan beras	Rate	Ketersediaan beras-(jumlah populasi*konsumsi per capita)
4.	Luas panen	Auxiliary	luas sawah*tingkat curah hujan
5.	Luas sawah	Auxiliary	ketersediaan lahan-lahan mutasi
6.	Jumlah populasi	Auxiliary	kelahiran-kematian

D. *Simulasi Model*

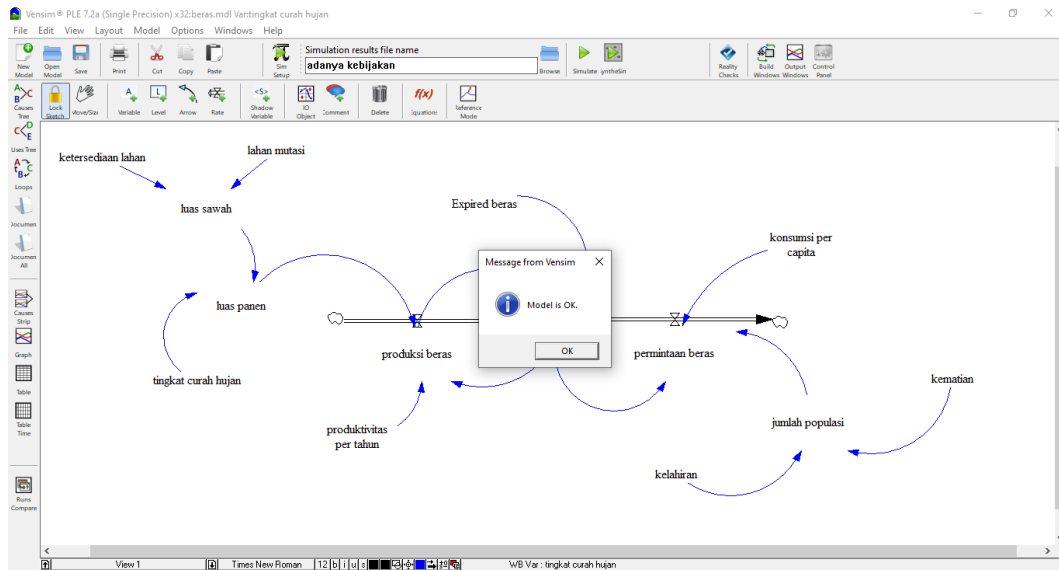
Simulasi model merupakan gambaran simulasi komputer dengan bantuan *software* yang menjelaskan hubungan sebab akibat dalam sebuah sistem. Simulasi model dari penelitian ini digambarkan pada gambar 4 berikut.



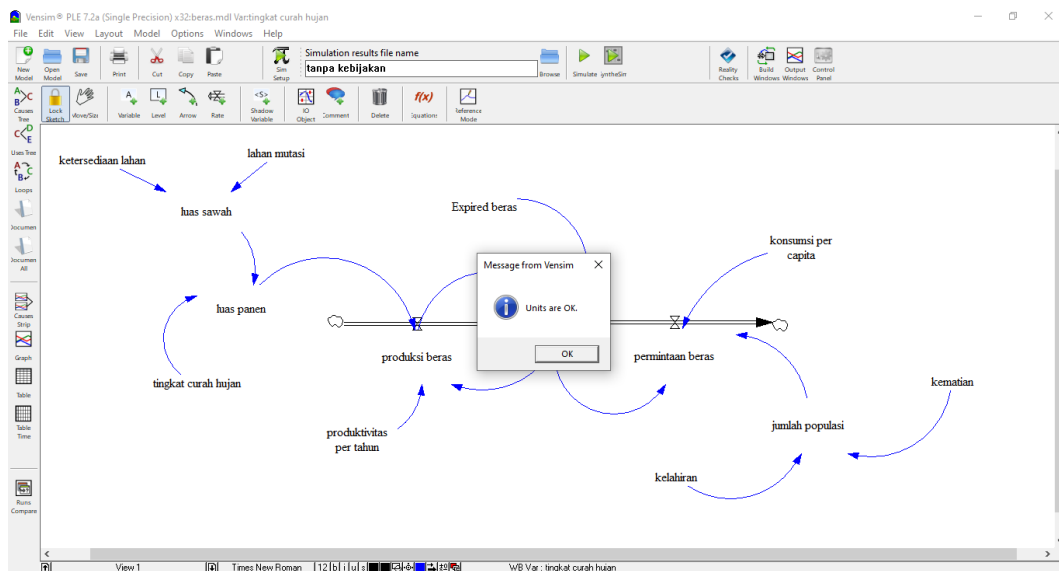
Gambar 4. Hasil Simulasi Model ketersediaan beras

E. *Verifikasi Model*

Verifikasi model adalah proses pemeriksaan logika sistem agar sesuai dengan bahasa pemrograman yang benar. Adapun verifikasi model ditunjukkan oleh gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Verifikasi Formulasi Model



Gambar 6. Verifikasi Unit Variabel

Hasil uji verifikasi dengan menggunakan menu yang ada pada software VENSIM, bahwa model dan unit satuan keseluruhan variabel telah sesuai (ok) sehingga model analisis ketersediaan beras di Surabaya dinyatakan sudah terverifikasi.

F. Validasi Model

Validasi model adalah pemeriksaan apakah simulasi sistem yang dibuat menggambarkan sistem yang nyata. Berikut ini gambar 6 validasi model yang telah dilakukan.

VALIDASI MODEL		
	<i>Aktual</i>	<i>Simulasi</i>
Mean	53163,6	123504
Variance	785111184,3	4237010560
Observations	5	5
Pearson Correlation	1	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	-4,242658782	
P(T<=t) one-tail	0,006617704	
t Critical one-tail	2,131846786	
P(T<=t) two-tail	0,013235408	
t Critical two-tail	2,776445105	

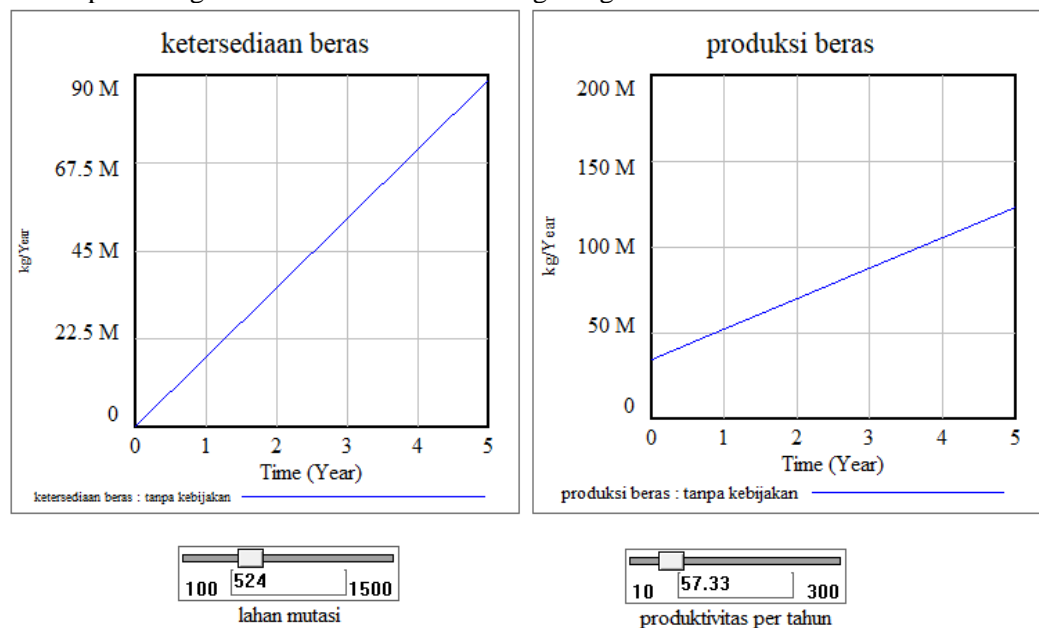
Gambar 7. Validasi Model

Dari Hasil Dari Hasil validasi model menggunakan *software Microsoft Excel* sebagai uji statistiknya, dapat dilihat pada gambar 6 validasi data yang diinputkan adalah data simulasi ketersediaan beras dan data aktual ketersediaan beras dengan nilai $P = 0,013235408$ artinya jika $P \text{ value} < \alpha (0,05)$ maka H_0 diterima, yang artinya model dapat dinyatakan valid.

G. Analisa Skenario Kebijakan

Analisa Skenario kebijakan adalah analisa berdasarkan kebijakan atau alaternatif yang akan diterapkan dengan melihat progress dari tahun ke tahun menggunakan simulasi sistem dinamis yang dimodelkan sesuai dengan keadaan real.

a. Tanpa Peningkatan Produktivitas dan Pengurangan Lahan Mutasi



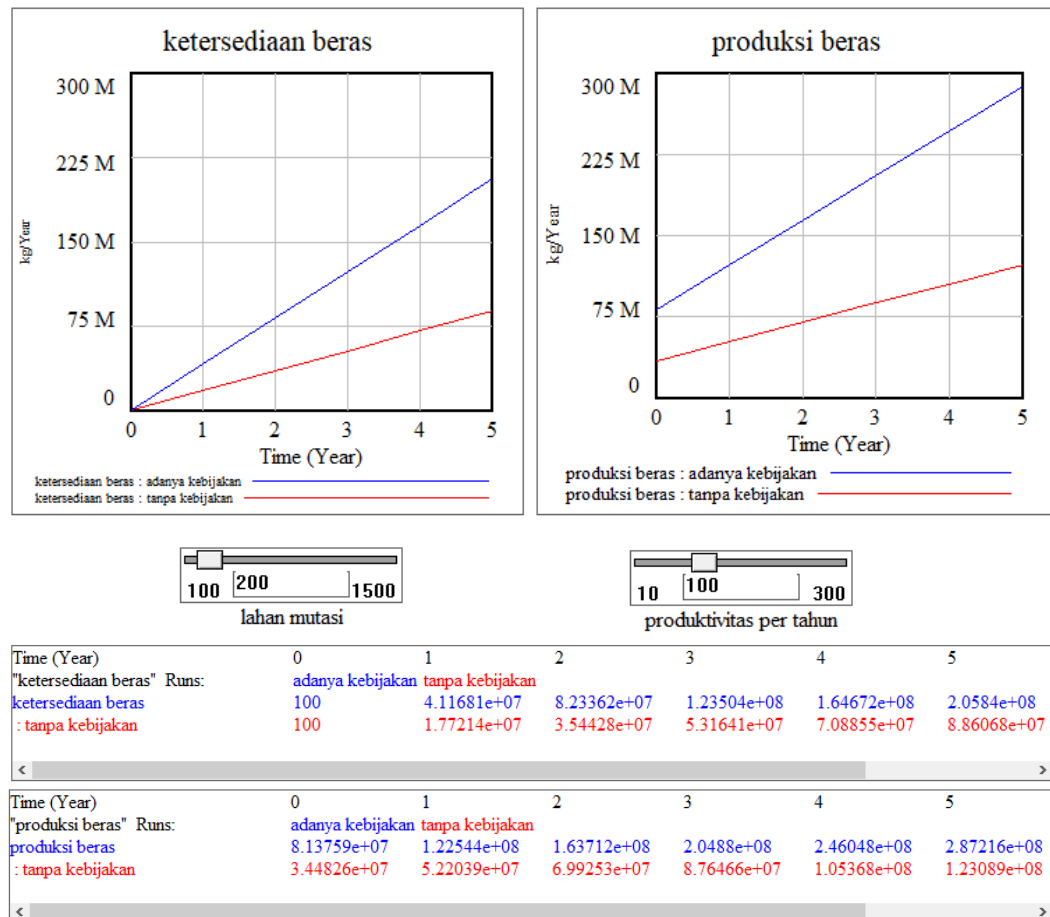
Time (Year)	0	1	2	3	4	5
"ketersediaan beras" Runs:	tanpa kebijakan					
ketersediaan beras	100	1.77214e+07	3.54428e+07	5.31641e+07	7.08855e+07	8.86068e+07

Time (Year)	0	1	2	3	4	5
"produksi beras" Runs:	tanpa kebijakan					
produksi beras	3.44826e+07	5.22039e+07	6.99253e+07	8.76466e+07	1.05368e+08	1.23089e+08

Gambar 8. Output Program Tanpa Peningkatan Produktivitas dan Pengurangan Lahan Mutasi

Simulasi diatas adalah simulasi ketika tidak dibuatnya kebijakan Peningkatan Produktivitas dan Pengurangan Lahan Mutasi. Jadi simulasi diatas menunjukkan jumlah ketersediaan beras dan produksi beras dari tahun 0 sampai 5. Dari hasil diatas pada tahun ke 5 jumlah ketersediaan beras sebanyak 88.606 ton/tahun sedangkan jumlah produksi beras sebanyak 123.089 ton/tahun.

b. Adanya Peningkatan Produktivitas dan Pengurangan Lahan Mutasi



Gambar 9. Ouput Program Adanya Peningkatan Produktivitas dan Pengurangan Lahan Mutasi

Simulasi diatas adalah simulasi ketika tidak dibuatnya kebijakan Peningkatan Produktivitas dan Pengurangan Lahan Mutasi. Jadi simulasi diatas menunjukkan jumlah ketersediaan beras dan produksi beras dari tahun 0 sampai 5. Dari hasil diatas pada tahun

ke 5 dengan adanya kebijakan jumlah ketersediaan beras meningkat sebanyak 205.840 ton/tahun sedangkan jumlah produksi beras sebanyak 287.216 ton/tahun

V. KESIMPULAN

Dari hasil rancangan model simulasi analisis kebijakan ketersediaan beras di Surabaya didapatkan hasil bahwa pada tahun ke 5 dengan tidak adanya kebijakan jumlah ketersediaan beras sebanyak 88.606 ton/tahun dan jumlah produksi beras sebanyak 123.089 ton/tahun. Sedangkan dengan adanya kebijakan jumlah ketersediaan beras meningkat sebanyak 205.840 ton/tahun dan jumlah produksi beras sebanyak 287.216 ton/tahun. Dari hasil diatas bisa disimpulkan dengan adanya kebijakan untuk peningkatan produktivitas dapat meningkatkan hasil produksi beras dan ketersediaan beras begitu juga dengan kebijakan pengurangan lahan mutasi dapat berpengaruh dalam meningkatnya ketersediaan beras dan produksi beras. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya sebelum dilakukannya simulasi lebih baik dilakukannya check model dan check unit terlebih dahulu.
2. Sebaiknya lebih teliti lagi pada saat memasukkan formulasi model.
3. Sebaiknya ditambahkan lagi variabelnya agar model lebih kompleks.

PUSTAKA

- Abdullah, F., Imran, S., & Rauf, A. (2022). Analisis Ketersediaan Beras Di Kabupaten Gorontalo Selang Tahun 2021-2030. *AGRINESIA: Jurnal Ilmiah Agribisnis*, 6(3), 187-197.
- Alfani, A. M., Donoriyanto, D. S., & Nugraha, I. (2023). Penerapan Sistem Dinamis dalam Menganalisis Tarif Tol Krian-Legundi-Manyar-Bunder. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 8(3), 704-714.
- Aminudin, M. (2014). Simulasi Model Sistem Dinamis Rantai. *Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah*.
- Andri, K. B., & Pangarsa, N. (2016). Analyzing Determinant Components on East Java Rice Surplus Contribution Using Dynamical System Approach. *International Journal of Agriculture System*, 4(2), 121-131.
- Banita, D. (2013). Analisis Ketersediaan Pangan Pokok dan Pola KonsumsiI pada Rumah Tangga Petani Di Kabupaten Wonogiri Skripsi. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 9, 1-111.
- Christian, L., Juwitasary, H., Putra, E. P., & Chandra, Y. U. (2018, September). Development model availability of rice in Indonesia using system dynamics approach. In *2018 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech)* (pp. 560-564). IEEE.
- Dewi, E. (2019). Analisis kebijakan swasembada beras dalam upaya peningkatan ketahanan pangan. *Jurnal Agribis*, 5(2), 29-42.
- Dwi Astanti, Y., & Ristyowati, T. (2016). Pengembangan Model Simulasi Sistem Dinamis Keseimbangan Jumlah Input-Output Mahasiswa. *Jurnal OPSI FTI UPN" Veteran" Yogyakarta*, 9(1), 69-75.
- Forrester, J. W. (1994). System dynamics, systems thinking, and soft OR. *System Dynamics Review*, 10(2-3), 245-256. <https://doi.org/10.1002/sdr.4260100211>
- He, S. K., & Li, J. (2019). A study of urban city traffic congestion governance effectiveness based on system dynamics simulation. *Int. Ref. J. Eng. Sci*, 8, 37-47.
- Jamaludin, M., Fauzi, T., & Nugraha, D. (2021). A system dynamics approach for analyzing supply chain industry: Evidence from rice industry. *Uncertain Supply Chain Management*, 9(1), 217-226.
- Kaputra, I. (2015). Alih Fungsi Lahan, Pembangunan Pertanian dan Kedaulatan Pangan. *Jurnal Strukturasasi*, 1(1), 25-39.
- Krisdayanti, N. M. L., Satriawan, I. K., & Yoga, I. W. G. S. (2017). Sistem Dinamik Ketersediaan Kedelai Dalam Rangka Swasembada Pangan Di Provinsi Bali. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 5(3), 45-56.

- Kristianto, A. H., & Nadapdap, J. P. (2021). Dinamika Sistem Ekonomi Sirkular Berbasis Masyarakat Metode Causal Loop Diagram Kota Bengkulu. *Sebatik*, 25(1), 59-67.
- Kristianto, A. H., br Siahaan, S. V., & Vuspitasari, B. K. (2022). Potensi Pengembangan Ekonomi Sirkular Kerakyatan dan Solusi Permasalahan Sampah Tidak Terkelola (Studi Kasus Desa Sungai Duri Kabupaten Bengkulu). *JURNAL MANEKSI*, 11(1), 231-236.
- Law, A. M., Kelton, W. D., & Kelton, W. D. (2007). *Simulation modeling and analysis* (Vol. 3). New York: Mcgraw-hill.
- Maun Jamaludin, N. I. D. N., Fauzi, T. H., Yuniarti, Y., & Mulyaningsih, M. (2022). Assessing the Availability of Rice by Using System Dynamics Approach in West Java, Indonesia. *Universal Journal of Agricultural Research*, 9(5), 156-165.
- Mawengkang, H. (2020). Analisis Keputusan Menggunakan Pendekatan Model Causal Loop Diagram (CLD) Model Dinamik untuk Perencanaan Wisata Syariah Berkelanjutan. *Jurnal Mantik*, 4(3), 2288-2291.
- Nugraha, I., Rahmawati, N., Syamsiah, Y. A., & Alfani, A. M. (2022). Government Policy Analysis to Develop the Krian-Manyar-Gresik Toll in order to Reduce Traffic Jam using A Dynamic System Approach. *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, 6(1), 29-40.
- Nugraha, I., Sutopo, W., Hisjam, M., & Oktyajati, N. (2020, October). The Dynamic Simulation Model of Local Soybean Competitiveness Policy to Support the Soybean Price Stabilization. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 943, No. 1, p. 012046). IOP Publishing.
- Pratiwi, D. (2022). ANALYSIS OF NATIONAL RICE AVAILABILITY TOWARDS SELF-SUPPORT WITH A DYNAMIC MODEL APPROACH. *Economic Management and Social Sciences Journal*, 91-101.
- Rahim, F. H. A., Hawari, N. N., & Abidin, N. Z. (2017). Supply and demand of rice in Malaysia: A system dynamics approach. *Int. J. Sup. Chain. Mgt*, 6, 1-7.
- Richardson, G. P., & Pugh III, A. L. (1997). Introduction to system dynamics modeling with DYNAMO. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1146-1146.
- Sa'adah, A. F., Fauzi, A., & Juanda, B. (2017). Peramalan Penyediaan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Indonesia dengan Model Sistem Dinamik. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 17(2), 118-137. <https://doi.org/10.21002/jepi.v17i2.661>
- Saliem, H. P., & Ariani, M. (2016). Ketahanan Pangan, Konsep, Pengukuran dan Strategi. *Forum penelitian Agro Ekonomi*, 20(1), 12. <https://doi.org/10.21082/fae.v20n1.2002.12-24>
- Series, W. P., & Sterman, J. D. (2003). System Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. *European journal of computer science*, 21(3), 35-39.
- Trisnawati, T. (2016). Kajian Inovasi Sektor Usaha Kecil Menengah (UKM) dengan Pendekatan Sistem Dinamis. *Jurnal Akuntansi, Ekonomi dan Manajemen Bisnis*, 4(1), 60-67.
- Wibowo, A. D., Moeis, A. O., Wiguna, C. B., & Chaulan, T. A. C. (2015). Policy model of production and price of rice in Kalimantan Selatan. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 3, 266-273.
- Yang, S. C., & Wang, Y. L. (2011). System Dynamics Based Insider Threats Modeling. *International Journal of Network Security & Its Applications*, 3(3), 1-14. <https://doi.org/10.5121/ijnsa.2011.3301>