

Rancangan Simulasi Model Sistem Dinamis Pasok Kentang Di Indonesia

Lolanda Hamim Annisa, Wiji Tri Puspitasari

Prodi Sains Data, Fakultas Sains & Teknologi,

Universitas Putra Bangsa

Abstrak

Rantai pasok kentang nasional pada penelitian ini terdiri dari supplier, produsen, dan konsumen. Pada rantai pasok produsen, produksi kentang mengalami defisit terhadap permintaan kentang dalam negeri. Hal tersebut dikarenakan adanya faktor penurunan produktivitas seperti pengaruh jenis bibit yang digunakan, curah hujan, dan proses panen. Pada penelitian ini menggunakan metode MAPE untuk mengetahui sistem rantai pasok kentang untuk 10 tahun kedepan dilihat dari aspek sosial, ekonomi dan lingkungan. Penelitian ini merupakan kombinasi dari riset eksplanatori dan riset kausal. Data sekunder yang digunakan merupakan data time series. Simulasi menggunakan metode integrasi numerik yang tepat untuk mencapai representasi yang akurat dari proses-proses dalam sistem. Inisialisasi dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi awal dan parameter sistem. Hasil simulasi dianalisis untuk mengidentifikasi potensi risiko dan peluang yang dapat memengaruhi ketersediaan pasok kentang. Dengan memanfaatkan model ini, kebijakan dan strategi dapat diuji secara virtual untuk meningkatkan ketahanan pangan nasional. Selain itu, simulasi ini dapat menjadi alat yang efektif dalam merancang rencana cadangan dan langkah-langkah mitigasi untuk mengatasi berbagai skenario krisis yang mungkin terjadi dalam rantai pasok kentang dengan scenario produktivitas dari 16,56 ton/ha menjadi 17,56 ton/ha.

Kata Kunci: sistem dinamis, MAPE, rantai pasok kentang

Abstract

Potato supply chain system in this study comprises suppliers, producers, and consumers. Within the producer supply chain, potato production faces a deficit against domestic demand due to factors such as decreased productivity influenced by the type of seed used, rainfall, and harvesting processes. In this research, the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) method is employed to assess the potato supply chain system for the next 10 years from social, economic, and environmental perspectives. This study combines explanatory and causal research, utilizing secondary data in the form of time series data. The simulation employs a suitable numerical integration method to achieve an accurate representation of processes within the system. Initialization considers the initial conditions and system parameters. Simulation results are analyzed to identify potential risks and opportunities that could impact potato supply availability. By utilizing this model, policies and strategies can be virtually tested to enhance national food security. Moreover, this simulation serves as an effective tool for designing contingency plans and mitigation measures to address various crisis scenarios that may arise in the potato supply chain, considering a productivity scenario increase from 16.56 tons/ha to 17.56 tons/ha.

Keywords: dynamic system, MAPE, potato supply chain

Pendahuluan

Kentang merupakan salah satu umbi-umbian yang banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia. Selain enak dan mengenyangkan, kentang mengandung nutrisi yang baik untuk tubuh, mulai dari antioksidan, vitamin, dan mineral (Putu Indayani et al., 2017). Namun, dinamika pasok kentang di Indonesia menghadapi berbagai tantangan yang perlu ditangani secara efektif untuk memastikan ketersediaan dan keberlanjutan produksi. Oleh karena itu, perlu adanya suatu model simulasi sistem dinamis untuk mengoptimalkan pasok kentang guna menjaga ketahanan pangan nasional. Permasalahan penelitian mendasari pengembangan simulasi ini melibatkan kompleksitas faktor-faktor yang memengaruhi produksi, distribusi, dan konsumsi kentang (Romadhon & Suryani, 2020). Faktor-faktor tersebut melibatkan berbagai aspek, seperti perubahan iklim, teknologi pertanian, kebijakan pemerintah, dan dinamika pasar. Dengan demikian, pendekatan simulasi sistem dinamis diharapkan dapat memberikan pemahaman yang holistik terhadap interaksi antar elemen dalam sistem pasok kentang, membantu merumuskan strategi pemecahan masalah yang lebih efektif (Aminudin et al., 2014). Dalam konteks ini, permasalahan penelitian yang mendasari pengembangan simulasi ini melibatkan kompleksitas faktor-faktor yang memengaruhi produksi, distribusi, dan konsumsi kentang. Faktor-faktor tersebut melibatkan berbagai aspek, seperti perubahan iklim, teknologi pertanian, kebijakan pemerintah, dan dinamika pasar. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang holistik untuk memahami interaksi antar elemen dalam sistem pasok kentang (Irawan et al., 2023). Menurut PP No. 68 tahun 2002 ketahanan pangan pada tingkat nasional dapat diartikan sebagai kemampuan suatu bangsa untuk menjamin seluruh penduduknya memperoleh pangan yang cukup, baik secara kualitas maupun kuantitas yang didasarkan pada optimalisasi pemanfaatan dan berbasis pada keragaman sumber daya lokal (Riyanto et al., 2022).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pendekatan simulasi sistem dinamis menjadi solusi yang tepat. Simulasi akan memungkinkan pemodelan interaksi antar variabel-variabel yang saling terkait dalam sistem pasok kentang (Putu Indayani et al., 2017). Dengan demikian, pemahaman mendalam terhadap dinamika pasok kentang dapat diperoleh, dan strategi pemecahan masalah yang lebih efektif dapat dirumuskan. Pemahaman holistik terhadap hubungan antar variabel-variabel ini memungkinkan identifikasi faktor-faktor kunci yang mempengaruhi pasok kentang, membuka peluang untuk merancang kebijakan dan praktik

pertanian yang lebih optimal. Oleh karena itu, pendekatan simulasi sistem dinamis diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam merancang strategi pengelolaan pasok kentang yang berkelanjutan dan adaptif terhadap perubahan lingkungan serta permintaan pasar (Pradnyana, n.d.). Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu model simulasi sistem dinamis yang dapat memberikan gambaran menyeluruh tentang dinamika pasok kentang. Tujuan khusus melibatkan pengidentifikasian faktor-faktor kunci yang mempengaruhi pasok kentang, pengembangan model simulasi yang akurat, serta analisis skenario untuk mengidentifikasi strategi pengelolaan yang optimal.

Sebuah ilustrasi penerapan tes untuk validitas struktural dan perilaku model simulasi dinamika sistem berikut. Akhirnya, beberapa kesimpulan tentang peningkatan daya tarik model simulasi untuk komunitas pembuat model dan pengguna yang lebih luas ditarik (Quadrat-Ullah, 2012). Setelah itu memahami variabel-variabel penting yang mempengaruhi sistem. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Suryani et al., 2022) menyajikan analisis menggunakan dinamika sistem sebagai cara untuk menggambarkan pola perilaku dalam sistem ketahanan pangan. Model Sistem Dinamis dapat menjadi alat pendukung pengambilan keputusan praktis yang memungkinkan untuk menguji berbagai skenario formulasi kebijakan. Dalam model simulasi formulasi kebijakan dengan sistem dinamis digunakan aspek analysis, planning, dan control. Ketiga aspek ini menyediakan sarana untuk menilai kemungkinan penyebab penyimpangan, menghasilkan berbagai kemungkinan analisis dari berbagai sumber informasi, metode, referensi untuk menetapkan umpan balik dari semua analisis yang terkait dalam sistem dinamis. Dengan demikian memberikan peringatan dini tentang perlunya tindakan lebih lanjut, namun dari ketiga aspek tersebut mungkin menimbulkan efek, perubahan dan penyimpangan satu bagian dari sistem, dan sering berbeda dari pada yang dimaksudkan. Untuk itu penyimpangan memberikan sinyal untuk analisis tambahan, apakah kebijakan/strategi telah diterapkan secara efektif (Rian Andhika, 2019)

Kajian teoritik yang terkait dengan masalah ini mencakup pemahaman mendalam tentang faktor-faktor yang memengaruhi pasok kentang dari berbagai disiplin ilmu, termasuk pertanian, ekonomi, dan perubahan iklim. Hasil kajian teoritik ini akan menjadi dasar untuk mengembangkan model simulasi sistem dinamis yang komprehensif. Melalui literatur dan penelitian terkini, pemahaman yang mendalam tentang dinamika interaksi antara variabel-

variabel kunci dalam pasok kentang dapat diperoleh. Kajian teoritik ini juga akan membantu mengidentifikasi kerentanan dalam sistem, merinci implikasi dari perubahan iklim, serta memahami faktor-faktor ekonomi yang memengaruhi produksi dan distribusi kentang. Dengan memanfaatkan hasil kajian teoritik ini, pengembangan model simulasi sistem dinamis diharapkan dapat mencakup variabel-variabel yang relevan dan memberikan dasar yang kuat untuk analisis mendalam terhadap dinamika pasok kentang.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat dihasilkan model simulasi yang dapat menjadi alat analisis yang efektif untuk perencanaan dan pengelolaan sistem pasok kentang (Aminudin et al., 2014). Model simulasi ini diantisipasi dapat memberikan pemahaman mendalam terhadap dinamika interaksi antar variabel-variabel kunci dalam rantai pasok kentang, memberikan landasan untuk pengambilan keputusan yang lebih cerdas. Selain itu, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi pada pengembangan kebijakan pangan nasional yang berkelanjutan dan efisien. Hasil temuan dari simulasi sistem dinamis dapat memberikan wawasan yang berharga bagi pembuat kebijakan dalam merancang strategi yang adaptif terhadap perubahan lingkungan dan kebutuhan pasar. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini tidak hanya menjadi kontribusi akademis, tetapi juga memberikan dampak positif dalam mengoptimalkan pengelolaan pasok kentang guna mendukung ketahanan pangan nasional.

Metode

Penelitian ini menggunakan simulasi sistem dinamik untuk mengetahui kondisi rantai pasok kentang dalam kurun waktu 10 tahun mendatang yang berorientasi pada aspek sosial, ekonomi dan lingkungan. Bagian ini terdiri dari desain penelitian (metode, data, sumber data, teknik pengumpulan data, teknik analisis data, pengukuran variabel) yang ditulis dalam bentuk paragraf. Penelitian ini merupakan kombinasi antara riset eksplanatori dan riset kausal yaitu kombinasi analisis data sekunder dan eksperimen. Riset eksploratori dengan analisis data sekunder untuk mengetahui situasi dan permasalahan kentang nasional, sedangkan riset kausal dengan eksperimen untuk mengetahui hubungan antar fenomena. Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan simulasi sistem dinamik untuk mengetahui rantai pasok kentang dalam kurun waktu 10 tahun mendatang serta berorientasi pada aspek sosial, ekonomi dan lingkungan. Penelitian ini menggunakan metode:

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum \frac{|X_m - X_d|}{X_d} \times 100\%$$

Keterangan :

X_m = Data hasil simulasi

X_d = Data Aktual

n = Periode/banyaknya data

Kriteria model dengan uji MAPE (Lomaro dan Bakshi, 1985 dalam Somantri, 2005) adalah:

$\text{MAPE} < 5\%$: Sangat tepat

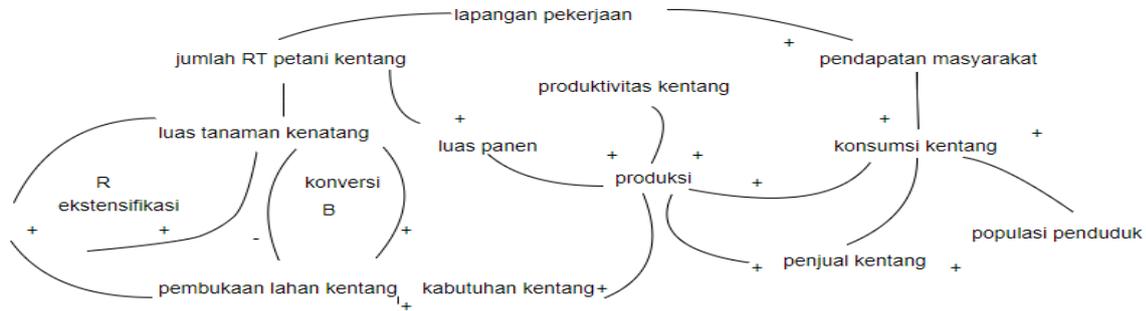
$5\% < \text{MAPE} < 10\%$: Tepat

$\text{MAPE} > 10\%$: Tidak tepat

Prediksi merupakan suatu proses untuk meramalkan atau memperkirakan suatu variabel di masa yang akan datang. Dalam kasus prediksi biasanya data yang sering digunakan adalah data kuantitatif. Pemilihan model peramalan yang sesuai dan tepat dengan data deret waktu yang ada. Dalam penelitian ini dibahas cara mendeteksi ketepatan peramalan dengan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. Penggunaan MAPE pada evaluasi hasil prediksi dapat menghindari pengukuran akurasi terhadap besarnya nilai aktual dan nilai prediksi (Putro et al., 2018). Evaluasi model yang digunakan menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). MAPE memberikan suatu patokan seberapa besar kesalahan prediksi dibandingkan dengan nilai realisasi dari perhitungan yang dilakukan tersebut (Nabillah & Ranggadara, 2020). Dalam penelitian ini memilih menggunakan MAPE karena dengan rumus yang ada pada MAPE kita bisa mengukur evaluasi model yang ada pada system dinamis yang telah dibuat.

Hasil dan Pembahasan

Hasil dari penelitian ini yaitu dapat digambarkan dengan diagram kausatik yang dapat dilihat dalam Gambar 1. Diagram Kausatik Rantai Pasok Kentang, hal yang berpengaruh pada rantai pasok kentang yaitu konsumsi, produksi, luas lahan, dan lapangan pekerjaan.



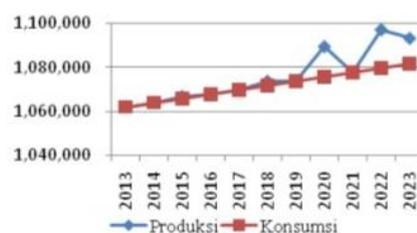
Gambar 1. Diagram Kausatik Rantai Pasok Kentang

Gambar 2 menunjukkan Causal Loop Rantai Pasok Kentang dengan vensim, yang memberikan penjelasan lebih rinci mengenai keterkaitan luas lahan, pasokan, dan penduduk dalam pengaruhnya terhadap rantai pasokan kentang nasional. Dalam gambar tersebut, dapat terlihat bahwa hubungan antara ketiga faktor ini membentuk suatu siklus kausal yang saling memengaruhi. Terdapat keterkaitan antara luas lahan dan produksi kentang. Gambar Causal Loop menyoroti bahwa melalui proses ekstensifikasi, petani berusaha meningkatkan hasil produksi dengan menambah faktor-faktor produksi dan melakukan konversi lahan. Kondisi ini memberikan gambaran jelas tentang bagaimana perubahan dalam luas lahan dapat langsung mempengaruhi jumlah produksi kentang.

Hubungan antara pasokan dan produksi kentang menunjukkan arah pengaruh yang saling berkaitan. Pasokan kentang dapat terpengaruh secara langsung oleh produksi dan konsumsi rumah tangga. Hal ini menegaskan bahwa perubahan dalam pasokan akan menciptakan dampak terhadap ketersediaan kentang untuk dikonsumsi secara luas, dengan demikian membentuk hubungan kausal yang kompleks di dalam rantai pasokan. Dalam konteks penduduk, gambar Causal Loop menggambarkan bagaimana pertumbuhan dan kematian penduduk dapat memengaruhi rantai pasokan kentang. Dengan adanya grafik yang menghubungkan penduduk dengan faktor-faktor lainnya, gambar ini memberikan pemahaman lebih lanjut tentang bagaimana dinamika populasi berperan dalam menentukan permintaan dan penawaran kentang di pasar.

Implikasi kebijakan pemerintah dapat terkait dengan rantai pasok makanan pokok di Indonesia untuk memenuhi permintaan kentang. Tujuan untuk mengembangkan industri pengolahan tanaman kentang diharapkan dapat berdampak positif terhadap pendapatan petani dan juga industri. Hal ini dalam upaya peningkatan pendapatan petani dan juga sector industry. Karena apabila berdampak negatif kepada penerimaan petani akibat terjadinya penurunan harga di tingkat petani yang merupakan komponen terbesar yang terlibat dalam sistem agribisnis (Hasibuan & Nurmawati, 2012) Pemerintah perlu meningkatkan produktivitas dan mutu tanaman kentang agar usahatani kentang tetap menarik untuk diusahakan dan memberikan keuntungan yang layak bagi petani. Jika kebijakan ini tidak dilakukan, dikhawatirkan petani akan beralih ke komoditas lain yang lebih menguntungkan sehingga pada akhirnya dapat menyebabkan ketersediaan kentang untuk agroindustry dan pertanianpun akan menurun.

Namun, perubahan kebijakan tidak hanya berkaitan dengan produksi, tetapi juga dengan konsumsi. Pemerintah dapat mengambil langkah-langkah untuk mendorong konsumsi kentang di tingkat masyarakat, baik melalui kampanye edukasi tentang manfaat kentang untuk kesehatan maupun melalui kerja sama dengan sektor makanan dan restoran untuk meningkatkan kehadiran kentang dalam berbagai hidangan. Dengan demikian, perubahan kebijakan dapat membentuk lingkungan yang mendukung keseimbangan antara produksi dan konsumsi, memastikan bahwa lonjakan produksi kentang tidak hanya menghasilkan surplus, tetapi juga memenuhi kebutuhan masyarakat secara optimal (Habibah et al., 2019).

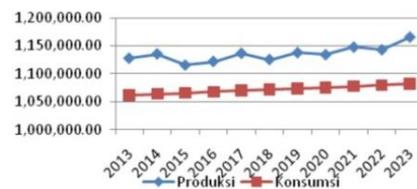


Gambar 3. Simulasi Produksi dan Konsumsi kentang tanpa perubahan kebijakan

Konsumsi kentang yang terus naik akan bagus untuk petani kentang namun produksi kentang yang tidak stabil bisa berdampak buruk jika terus terjadi. Produksi kentang sangat dipengaruhi iklim dan cuaca karena semakin tahun cuaca semakin ekstrim dan sulit

diprediksi bisa saja tahun ini musim kemarau lebih panjang sementara tahun depan musim hujan lebih lama dari biasanya ((Nabillah & Ranggadara, 2020). Namun, dari faktor yang tidak dapat dikendalikan itu kita masih memiliki faktor lain yang bisa digunakan yaitu bisa dengan kecanggihan teknologi yang semakin luar biasa nantinya.

Dari Gambar 3. Simulasi Produksi dan Konsumsi kentang tanpa perubahan kebijakan Indonesia harus meningkatkan produksi kentang dengan berbagai aspek yang sudah tergambar pada causal loop agar produksi kentang di Indonesia dapat naik seperti tergambar pada Gambar 4. Simulasi Produksi dan Konsumsi Kentang Peningkatan Produktivitas (Ishaq et al., 2016). Kebutuhan konsumsi kentang akan semakin meningkat 5-10 tahun mendatang karena gaya hidup masyarakat dan industri yang semakin banyak menggunakan kentang sebagai bahan makanan baik makan pokok ataupun camilan.



Gambar 4. Simulasi Produksi dan Konsumsi Kentang Peningkatan Produktivitas

Dari skenario tersebut dapat kita pahami bahwa jumlah produksi kentang haruslah lebih banyak dari pada konsumsinya agar Indonesia memiliki kesempatan untuk ekspor kentang. Dengan peningkatan jumlah produksi kentang yang lebih hingga 1 ton setiap tahun bisa saja Indonesia dapat mengekspor kentang produksi negeri ke luar negeri. Perilaku sistem pasok kentang untuk 10 tahun kedepan dilihat dilihat dari aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan menggunakan skenario peningkatan kentang dari 16,56 ton/ha menjadi 17,56 ton/ha.

Kesimpulan

Sistem industri kentang nasional yang terdiri dari tiga sub yaitu sistem produksi, sistem pemasok, dan sistem konsumsi terpengaruh dengan perkembangan waktu. Perubahan yang terus-menerus di dalamnya menjadikan sistem industri kentang nasional menjadi lebih fleksibel dan responsif terhadap tuntutan pasar dan perkembangan teknologi. Oleh karena itu, jika dilakukan perubahan pada salah satu sub-sistem, hal tersebut akan berdampak pada peningkatan perkembangan industri kentang nasional secara keseluruhan. Adanya

keterkaitan antar-sistem membuat setiap modifikasi memiliki efek yang meluas di seluruh rantai produksi dan distribusi kentang. Sejalan dengan itu, penggunaan analisis matematis muncul sebagai alat yang efektif untuk meramalkan dan mengukur dampak perubahan dalam sistem industri kentang nasional. Jika dilakukan perubahan pada sistem maka akan berdampak pada perkembangan industri kentang nasional menjadi semakin meningkat. Dengan menggunakan analisis matematis maka produktivitas kentang akan meningkat hingga 1 ton/ha dalam kurun waktu 10 tahun. Pemanfaatan pendekatan matematis ini menjadi kunci untuk merancang kebijakan yang tepat dan strategis dalam mengembangkan industri kentang nasional.

Pembahasan makalah penelitian ini menunjukkan bahwa model sistem dinamis berguna bagi pengambil kebijakan untuk menganalisis berbagai informasi sebagai bahan pengambilan kebijakan. Lebih lanjut, dengan menggunakan model sistem dinamis, diharapkan dapat tercipta kebijakan yang tidak tunduk pada judicial review. Makalah penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi tambahan bagi peneliti selanjutnya untuk mempertimbangkan penerapan model sistem dinamis dalam berbagai konteks penelitian kebijakan publik, sehingga banyaknya informasi yang tersedia dapat memudahkan pemahaman model sistem dinamis.

Daftar Pustaka

- Aminudin, m., mahbubi, a., adi, r., & sari, p. (2014). Simulasi model sistem dinamis rantai pasok kentang dalam upaya ketahanan pangan nasional. *Jurnal agribisnis*, 8(1).
- Habibah, e., novianti, f., & saputra, h. (2019). Analisis terhadap faktor yang berpengaruh terhadap penerapan kebijakan pengelolaan sampah di yogyakarta menggunakan pemodelan sistem dinamis. *Jurnal analisa sosiologi*, 9(khusus), 124–136.
- Hasibuan, a. M., & nurmalina, r. (2012). *Analisis kebijakan pengembangan industri hilir kakao (suatu pendekatan sistem dinamis) policy analysis of cocoa downstream industry development (a system dynamic approach)*. <https://www.researchgate.net/publication/352164958>
- Irawan, setyorini, d., & rochayati, s. (2023). *Proyeksi kebutuhan pupuk sektor pertanian melalui pendekatan sistem dinamis*. 5(5).
- Ishaq, m., rumiati, a. T., permatasari, e. O., & statistika, j. (2016). *Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi padi di provinsi jawa timur menggunakan regresi semiparametrik spline* (vol. 5, issue 2).
- Nabillah, i., & ranggadara, i. (2020). Mean absolute percentage error untuk evaluasi hasil prediksi komoditas laut. *Joins (journal of information system)*, 5(2), 250–255. <https://doi.org/10.33633/joins.v5i2.3900>

- Pradnyana, i. G. Y. (n.d.). *Model sistem dinamik stok beras untuk mendukung ketahanan pangan provinsi bali*.
- Putro, b., tanzil furqon, m., & wijoyo, s. H. (2018). *Prediksi jumlah kebutuhan pemakaian air menggunakan metode exponential smoothing (studi kasus : pdam kota malang)* (vol. 2, issue 11). [Http://j-ptiik.ub.ac.id](http://j-ptiik.ub.ac.id)
- Putu indayani, n., ketut satriawan, i., anom bayu sadyasmara, c., jurusan teknologi industri pertanian, m., teknologi pertanian unud, f., & teknologi industri pertanian, d. (2017). *Sistem dinamis ketersediaan buah pisang di provinsi bali* (vol. 5, issue 2). [Www.pertanian.go.id](http://www.pertanian.go.id)
- Qudrat-ullah, h. (2012). On the validation of system dynamics type simulation models. *Telecommunication systems*, 51(2–3), 159–166. <https://doi.org/10.1007/s11235-011-9425-4>
- Rian andhika, l. (2019). *Model sistem dinamis simulasi formulasi kebijakan publik*. 1–14.
- Riyanto, s., nur, m., azis, l., & putera, a. R. (2022). Pendampingan umkm dalam penggunaan digital marketing pada komunitas umkm di kabupaten madiun. In *jurnal pengabdian kepada masyarakat* (vol. 5, issue 1). [Http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/abdimas](http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/abdimas)
- Romadhon, a., & suryani, e. (2020). *Pemodelan simulasi sistem dinamik untuk meningkatkan jumlah pendapatan unit rawat inap rumah sakit islam surabaya a.yani*. 7(3). <https://doi.org/10.25126/jtiik.202073126>
- Suryani, e., hendrawan, r. A., limanto, b., wafda, f., & auliyah, i. (2022). The impact of social media engagement on market share: a system dynamics model. *Journal of information systems engineering and business intelligence*, 8(1), 71–79. <https://doi.org/10.20473/jisebi.8.1.71-79>