

# PEMODELAN SISTEM DINAMIS PRODUKSI KERIPIK KENTANG PADA *HOME* INDUSTRI DAPUR SI NYONYONG

Muhammad Ilham<sup>1</sup>  
Ganda Sirait<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

email: [Pb190410025@upbatam.ac.id](mailto:Pb190410025@upbatam.ac.id)

## ABSTRACT

*Dapur si Nyonyong is one of the home industries located in Padang City, engaged in the production of ready-to-eat snacks, particularly potato chips. The production system applied is a make-to-order production system. The fluctuating and uncertain customer demand in each ordering period requires Dapur si Nyonyong to be able to fulfill customer requests to produce potato chips according to the quantity demanded by customers. In this study, a dynamic system modeling of potato chips production is conducted to identify the interacting variables in the dynamic potato chips production process at Dapur si Nyonyong and analyze the potato chips production system's impact on the raw material requirements. The modeling is carried out using Vensim software. The results obtained are as follows: 1. The dynamic system model of potato chips production at Dapur si Nyonyong consists of interconnected variables. The factors that build the model include the customer demand subsystem, raw material subsystem, production subsystem, and cost and revenue subsystem. 2. Based on the simulation results for the next 2 years, potato chips production will increase by 33%. However, with a monthly raw material inventory of only 20 kg, production delays are expected due to the demand for production that exceeds the available inventory. The cost for raw material requirements also increases by 33%.*

**Keywords:** *Modeling; Dynamic System; Vensim; Home Industry*

## PENDAHULUAN

Dalam konteks perekonomian negara, pertumbuhan ekonomi memiliki kepentingan yang besar karena dapat dijadikan sebagai salah satu ukuran pencapaian. Pertumbuhan ekonomi menjadi indikator keberhasilan pembangunan dalam suatu perekonomian dan berperan penting dalam menentukan kesejahteraan.

Besarnya pertumbuhan yang diukur melalui perubahan *output* nasional merupakan faktor penentu dalam menganalisis kondisi ekonomi dalam jangka pendek (Imam Suhada *et al.*, 2022). Pertumbuhan ekonomi mencerminkan sejauh mana aktivitas ekonomi dapat memberikan tambahan pendapatan bagi masyarakat dalam periode tertentu. Dalam konteks aktivitas

ekonomi, pertumbuhan ekonomi merujuk pada kemajuan dalam aspek fisik ekonomi (Sudarwati dan Izzaty, 2022).

Sumatera Barat merupakan salah satu provinsi yang mempunyai potensi ekonomi yang berbagai macam, mulai dari pertanian, perkebunan, peternakan, perikanan, pariwisata, hingga industri. Berdasarkan informasi yang dimuat dalam Badan Pusat Statistik Sumatera Barat (BPS, 2023), perekonomian Provinsi Sumatera Barat pada tahun 2022 berkembang sebesar 4,36 %. Pertumbuhan tersebut terjadi pada semua sektor ekonomi. Sektor ekonomi yang menunjukkan perkembangan tertinggi adalah Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum yang bernilai 15,80 %, diikuti oleh Jasa Lainnya sebesar 11,88 %; Jasa Perusahaan sebesar 7,33 %; Informasi dan Komunikasi sebesar 7,02 %; dan Real Estate sebesar 5,78 %.

*Home Industry* atau yang sering dikenal dengan Industri Rumahan merupakan salah satu Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) yang menjadi penggerak ekonomi di Provinsi Sumatera Barat, khususnya di Kota Padang. *Home industry* umumnya dijalankan oleh pengusaha kecil dan menengah yang memproduksi barang atau jasa yang dijual ke pasar lokal maupun luar daerah. *Home industry* biasanya dilakukan oleh orang-orang yang memiliki keterbatasan modal, sehingga mereka memanfaatkan fasilitas dan sumber daya yang ada untuk menghasilkan barang atau jasa di rumah atau *workshop* kecil. Meskipun demikian, produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik dan banyak diminati oleh masyarakat lokal maupun wisatawan.

Dapur si Nyonyong merupakan salah satu *home industry* yang berada di Kota Padang. *Home industry* ini didirikan

pada tahun 2016. Industri ini bergerak dalam bidang produksi makanan ringan siap santap. Produk yang dihasilkan oleh Dapur si Nyonyong berupa keripik kentang yang telah tersertifikasi halal oleh Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal (BPJPH). Dengan adanya sertifikasi halal ini, maka minat konsumen dalam memilih produk akan meningkat, dan sebagian konsumen lebih memilih produk yang bersertifikat halal karena dapat terjamin keamanan dan kualitas produknya (Maharani *et al.*, 2023). Sistem produksi yang diterapkan oleh Dapur si Nyonyong merupakan produksi *make to order*, dimana keripik kentang diproduksi sesuai dengan jumlah permintaan pelanggan. Permintaan pelanggan yang fluktuatif dan tidak menentu setiap periode pemesanannya, mengakibatkan Dapur si Nyonyong harus mampu memenuhi keinginan pelanggan untuk memproduksi keripik kentang sesuai dengan jumlah permintaan pelanggan.

Sistem produksi pada Dapur si Nyonyong termasuk ke dalam sistem dinamis yang memiliki variabel-variabel yang terlibat dan saling memengaruhi satu sama lain. Hubungan saling memengaruhi antara variabel-variabel dalam proses produksi menghasilkan umpan balik, di mana perubahan nilai setiap variabel dari waktu ke waktu akan berdampak pada variabel lainnya. Adanya perubahan pada nilai variabel dinamis mengakibatkan masalah bagi Dapur si Nyonyong karena tidak dapat meramalkan situasi pasar.

Ketersediaan kentang sebagai bahan baku utama menjadi faktor yang sangat penting bagi Dapur si Nyonyong dalam keberlangsungan produksi. Penggunaan bahan baku yang tepat dapat meningkatkan keunggulan produk yang dihasilkan (Harahap dan Sirait,

2021). Bahan baku merupakan bahan mentah yang digunakan untuk menghasilkan sebuah produk, sehingga ketersediaan bahan baku yang memadai sangatlah krusial bagi keberlangsungan produksi. Dalam rangka memastikan ketersediaan bahan baku yang cukup untuk produksi saat ini dan perencanaan produksi masa depan, penting untuk mempertahankan persediaan bahan baku yang tepat. Jika persediaan terlalu tinggi atau sebaliknya, maka hal tersebut dapat memengaruhi anggaran persediaan dan dapat menyebabkan kekurangan atau kehabisan stok bahan baku. Oleh karena itu, pengaturan persediaan bahan baku harus dilakukan dengan cermat untuk memastikan keberlangsungan produksi yang lancar (Marpaung dan Susanti, 2022).

Berdasarkan wawancara dengan pemilik usaha Dapur si Nyonyong, ketidakpastian jumlah kebutuhan bahan baku yang menyebabkan penundaan dalam memenuhi pesanan pelanggan. Ketidakpastian tersebut disebabkan oleh permintaan pelanggan yang tidak dapat diprediksi dengan tepat, ketidaktepatan dalam perencanaan dan manajemen persediaan. Akibatnya, pelanggan akan merasa kecewa dan tidak puas dengan layanan yang didapatkan. Hal ini dapat mengakibatkan penurunan tingkat kepuasan pelanggan terhadap waktu penyelesaian pesanan yang terlalu lama.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka perlu diperlukan pemodelan sistem dinamis produksi keripik kentang pada Dapur si Nyonyong untuk mempermudah mencari solusi yang lebih efektif dalam mengatasi masalah yang terjadi di dalam sistem. Dalam pemodelan sistem dinamis, penting untuk mempertimbangkan variabel-variabel yang relevan dan memahami bagaimana

hubungan antar variabel tersebut berjalan. Dalam penelitian ini, alat pemodelan yang digunakan yaitu Vensim, sebuah *software* komputer yang digunakan untuk melakukan simulasi dan analisis sistem dinamis.

Pada penelitian sebelumnya, yang dilakukan oleh Rizky (2021) pemodelan sistem dinamis dilakukan untuk perencanaan produksi dan pengendalian persediaan pada PT Ganesha Abaditama yang bergerak dalam pengolahan rempah-rempah dan bumbu dapur yang dapat membantu perusahaan dalam meminimalkan biaya produksi perusahaan pada sektor bahan baku cabai. Namun pada penelitian ini, pemodelan sistem dinamis dilakukan pada salah satu UMKM yang bergerak dalam produksi keripik kentang. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan dan mengidentifikasi variabel yang saling berinteraksi dalam proses produksi keripik kentang secara dinamis pada Dapur si Nyonyong serta menganalisis sistem produksi keripik kentang pada Dapur si Nyonyong.

## KAJIAN TEORI

### 2.1 Produksi

Produksi merupakan suatu kegiatan untuk mengolah bahan baku menjadi suatu produk dengan manfaat dan daya guna tertentu. Proses ini melibatkan kombinasi dari berbagai faktor produksi untuk menciptakan barang atau produk yang sebelumnya tidak ada. Dalam kegiatan produksi, berbagai bahan baku yang memiliki potensi daya guna digabungkan dengan keahlian dan teknologi tertentu untuk menghasilkan produk yang dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan tertentu dari konsumen (Artaya, 2018:12). Menurut Koulouris *et al.* (2021), proses produksi dapat

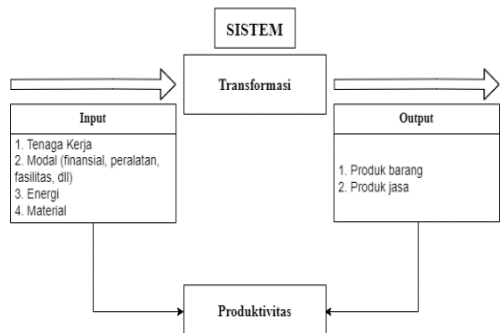
dijelaskan sebagai serangkaian proses yang diurutkan berdasarkan prioritas, masing-masing berisi sejumlah *batch* yang telah ditentukan untuk produk yang sama. *Batch-batch* ini dijadwalkan secara berurutan sesuai prioritas. Prosedur penjadwalan menghasilkan solusi yang memungkinkan terhadap ketersediaan sumber daya. Optimisasi parsial dapat digunakan untuk memecahkan masalah dalam produksi.

Menurut European Competitiveness and Sustainable Industrial Policy Consortium dalam Chen dan Voigt (2020), proses manufaktur dalam Industri Makanan dan Minuman merupakan integrasi dari berbagai komponen rantai pasokan makanan. Ini melibatkan semua pelaku dan aktivitas dari produksi primer, pengolahan makanan, distribusi, ritel, dan akhirnya konsumsi oleh konsumen. Chen dan Voigt (2020) juga menjelaskan bahwa proses produksi dalam Industri Makanan dan Minuman umumnya melalui proses pengolahan, pencampuran, dan pengemasan yang dapat dibagi menjadi tiga jenis yang berbeda antara lain:

1. Produksi *Batch*: produksi jumlah material yang terbatas dengan menggunakan jumlah bahan masukan tertentu.
2. Produksi Kontinu: aliran material yang berkelanjutan melalui peralatan pengolahan.
3. Produksi Diskret: kuantitas tertentu dari bagian-bagian bergerak sebagai satu unit antara stasiun kerja.

Pentingnya pengukuran produktivitas dalam mengelola operasional suatu sistem sebagai upaya untuk meningkatkan sistem yang berjalan.

Semakin efisien sistem yang dijalankan dan semakin efektif penggunaan sumber daya, maka akan menghasilkan produk yang memiliki kualitas tinggi dan biaya yang rendah. Produktivitas dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk tenaga kerja, modal, material, dan energi sebagai input. Selain itu, proses transformasi melibatkan metode kerja, teknologi, dan manajemen dalam menghasilkan produk dalam bentuk barang atau jasa. Dalam upaya peningkatan produktivitas, kontribusi tenaga kerja sangat penting, yang melibatkan kesehatan, keterampilan, dan pendidikan tenaga kerja (Purnomo, 2017:7).

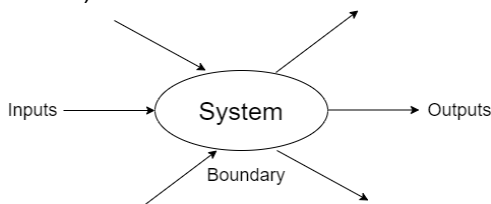


**Gambar 1.** Konsep Produktivitas

### 2.2 Sistem Dinamis

Sistem adalah kolaborasi komponen yang bekerja sama dalam mencapai suatu tujuan tertentu. Komponen-komponen tersebut merupakan elemen-elemen yang saling berinteraksi dan memiliki hubungan sebab-akibat (*input-output*) (A. Kluever, 2015:1). Sistem memiliki batasan, yang bisa berupa batas fisik yang nyata atau batas virtual yang hanya ada dalam konsep. Segala hal yang berada di luar batasan ini adalah lingkungan dari sistem. Sistem menerima masukan dari lingkungan sebagai input, dan menghasilkan keluaran yang diberikan kembali kepada lingkungan. Hubungan

masukan-keluaran mengungkapkan perilaku sebab-akibat dari suatu elemen. Deskripsi tersebut, yang dapat direpresentasikan secara grafis, dapat berbentuk tabel angka, grafik, atau hubungan matematis. Hubungan masukan-keluaran untuk elemen-elemen dalam sistem memberikan cara untuk menentukan koneksi antara elemen-elemen tersebut. Ketika saling terhubung untuk membentuk suatu sistem, masukan untuk beberapa elemen akan menjadi keluaran dari elemen lainnya (J. Palm III, 2021:3).



**Gambar 2.** Diagram *input-output* sistem

Sistem dinamis adalah suatu sistem di mana variabel *output* saat ini (variabel dinamis) dipengaruhi oleh kondisi awal sistem dan/atau variabel *input* sebelumnya dimana variabel dinamis dari sistem tersebut mengalami perubahan seiring waktu (A. Kluever, 2015:1). Variabel dinamis dari sistem mengalami perubahan seiring berjalannya waktu. Menurut W. De Silva (2018:11) pemodelan eksperimental merupakan salah satu metode untuk menganalisis sistem adalah dengan mengaplikasikan *input* ke dalam sistem, mengukur respon yang dihasilkan (*output*), dan memadankan data *input-output* tersebut dengan model analitik yang sesuai. Model yang dihasilkan dari pendekatan ini disebut sebagai model eksperimental. Selain itu, cara lain untuk menganalisis sistem adalah dengan menggunakan model analitik berdasarkan persamaan fisik (konstitutif)

dari komponen atau proses yang membentuk sistem. Model analitik dapat berupa model ruang keadaan (*state-space*) atau model *input-output*.

### 2.3 Pemodelan Sistem

Pemodelan merupakan seni dalam menghasilkan deskripsi kuantitatif suatu sistem dan elemen-elemennya dengan tingkat kesederhanaan yang memungkinkan untuk membuat prediksi yang akurat dan dapat dipercaya (J. Palm III, 2021:5). Menurut W. De Silva (2018:17), dalam proses pemodelan, langkah awal adalah membentuk suatu kesetaraan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan berikut:

1. Tujuan dari model yang dibangun, apakah untuk desain, analisis, pengendalian, atau aspek lain dari aplikasi tertentu.
2. Sumber daya yang tersedia untuk pemodelan, seperti informasi fisik, metodologi analitis, sistem fisik, sumber daya komputer, aksesibilitas dan kemampuan untuk memperoleh data eksperimental, serta kemampuan untuk mengembangkan prototipe fisik, informasi masa lalu, dan sebagainya.
3. Tingkat akurasi yang diperlukan dan batasan kompleksitas model yang dapat diterima.

Beberapa jenis penggunaan dari model dinamis menurut W. De Silva (2018:3) antara lain:

1. Menganalisis sistem dinamis menggunakan metode matematika dan alat, bahkan ketika sistem sebenarnya belum tersedia atau dikembangkan.
2. Melakukan simulasi komputer yang mencakup berbagai jenis

- model dinamis, termasuk model matematika (analitis).
3. Merancang sistem dinamis sebelum membangun sistem tersebut, yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan apakah akan membangun atau tidak.
  4. Memodifikasi sistem dinamis atau model atau desainnya sebelum melakukan modifikasi fisik pada sistem.
  5. Melakukan pemantauan dan analisis instrumen sistem dinamis.
  6. Mengendalikan atau memberikan bantuan dalam operasi fisik sistem dinamis berdasarkan model yang telah dikembangkan, serta menghasilkan spesifikasi pengendalian/kinerja.
  7. Menguji sistem dinamis melalui simulasi dan evaluasi menggunakan metode analitis dan komputasional, serta melakukan kualifikasi produk untuk aplikasi khusus.
  8. Mengevaluasi kinerja sistem secara online untuk mendeteksi penyimpangan dan mendiagnosis kerusakan dan gangguan, dengan menggunakan model sebagai acuan untuk kinerja yang baik.








Menurut Khusnul Khotimah (2015) terdapat dua diagram dalam model sistem dinamis antara lain:

1. *Causal Loop Diagram*, diagram yang menggambarkan tentang hubungan sebab-akibat antar variabel dalam sistem. Umpam balik positif (+) menunjukkan pertambahan nilai variabel pada akhir aliran, sedangkan umpam

balik negatif (-) menunjukkan berkurangnya nilai variabel pada akhir aliran.

2. *Stock Flow Diagram*, menunjukkan hubungan antara variabel yang dapat bertambah atau berkurang (*flow*) dan variabel yang berubah seiring waktu (*stock*).

**Tabel 1.** Simbol *Stock Flow Diagram*

No.	Simbol	Arti
1		Level
2		Auxiliary
3		Hubungan
4		Hubungan tertunda
5		Aliran
6		Konstanta
7		Sumber

Beberapa peneliti terdahulu telah melakukan penelitian mengenai pemodelan sistem, namun fokus penelitian tersebut berbeda-beda tergantung pada permasalahan yang dikaji. Dalam penelitian ini, terdapat beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai referensi dalam melakukan penelitian lebih lanjut. Penelitian tentang pemodelan sistem dinamis yang dilakukan oleh Trenggonowati *et al.* (2020) yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas di CV. ABC. Dalam penelitian tersebut, dilakukan simulasi untuk merepresentasikan kondisi sistem yang dinamis. Hasil simulasi menunjukkan bahwa skenario terbaik



dapat meningkatkan keuntungan sebesar 8,15% dari kondisi saat ini. Huang dan Yin (2017) menggunakan pemodelan sistem dinamis untuk menganalisis penawaran dan permintaan sumber daya air di Provinsi Shandong, China. Hasil dari penelitian tersebut bahwa rencana intervensi yang disajikan untuk mengurangi kekurangan air di wilayah tersebut, yang melibatkan pengurangan konsumsi air untuk meningkatkan nilai pertanian dan industri dapat meningkatkan penggunaan air limbah dan desalinasi air laut, sehingga pasokan air meningkat dan kebutuhan air untuk pembangunan berkelanjutan di Provinsi Shandong dapat terpenuhi.

Penelitian pemodelan sistem dinamis juga dilakukan oleh Saputra *et al.* (2022). Penelitian tersebut difokuskan untuk menjaga ketahanan energi di Indonesia. Hasil penelitian tersebut menyebutkan bahwa akan terjadi peningkatan tambahan persediaan minyak pada tahun 2030. Jia *et al.* (2021) menggunakan pemodelan sistem dinamis untuk mengkaji tentang koevolusi sistem pasokan air pada Sungai Yangtze, China. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan model dinamika sistem yang mempertimbangkan umpan balik dua arah dapat memodelkan koevolusi sistem WPE dan memberikan alat yang kuat untuk mengeksplorasi dan memahami sifat-sifat emergen sistem. Selain itu, hubungan antara pembangunan ekonomi dan kesehatan lingkungan tidak sepenuhnya kontradiktif, namun jika skala pembangunan ekonomi tidak dibatasi, hubungan mereka akan berubah secara bertahap menjadi kontradiktif.

Syahputri *et al.* (2020) dalam penelitiannya pada Puppy Putra Perdana, yang merupakan salah satu *home industry* yang memproduksi produk

peralatan bayi di Surabaya. Dalam penelitiannya tersebut menggunakan pemodelan sistem dinamis untuk membantu mencari solusi optimasi produksi. Hasil penelitian merekomendasikan model produksi yang lebih efisien untuk Puppy Putra Perdana, yang dapat meningkatkan proses produksi dan memberikan keunggulan pada perusahaan. Rachma (2020) dalam penelitiannya yang dilakukan pada PT X dengan menggunakan pemodelan sistem dinamis, perusahaan dapat melakukan optimasi kapasitas produksi yang sesuai dengan keadaan perusahaan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan menghemat biaya produksi sehingga dapat mengatasi masalah perencanaan produksi dan meningkatkan keunggulan kompetitifnya di pasar.

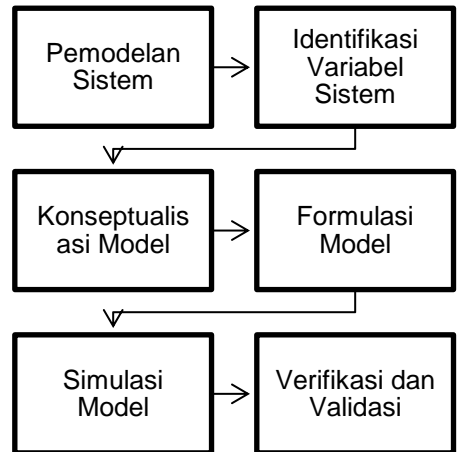
Penelitian yang dilakukan oleh Rizky (2021) dengan menggunakan pemodelan sistem dinamis untuk melakukan perencanaan produksi dan pengendalian persediaan pada PT Ganesha Abaditama yang bergerak dalam pengolahan rempah-rempah dan bumbu dapur. Hasil dari penelitian tersebut dapat membantu perusahaan dalam meminimalkan biaya produksi perusahaan pada sektor bahan baku cabai. Talitha dan Berliyana (2022) dalam penelitiannya pada UKM Tahu Eco yang bertujuan untuk meningkatkan kapasitas produksi tahu dengan menggunakan model sistem dinamis dimana hasil penelitian disimpulkan bahwa melalui simulasi alternatif I dan II, terdapat peningkatan rata-rata kapasitas produksi pada perusahaan dengan menggunakan penambahan waktu lembur. Dengan menggunakan skenario alternatif tersebut, dapat diperoleh kapasitas produksi yang lebih tinggi dan lebih

efisien dalam memenuhi permintaan pasar.

Penelitian yang dilakukan oleh Hilman (2018) dengan menggunakan pemodelan sistem dinamis untuk menentukan strategi pengembangan IKM anyaman bambu yang terdapat di Kabupaten Ciamis. Hasil penelitian menyebutkan bahwa model pengembangan IKM Anyaman Bambu di Kabupaten Ciamis terdiri dari empat sub sistem yang terdiri dari Sub Sistem Pasar, Sub Sistem Konsumen, Sub Sistem Jumlah Produksi, dan Sub Sistem Sumber Daya Manusia. Karima *et al.* (2022) dalam penelitiannya menggunakan pemodelan sistem dinamis untuk menganalisis kapasitas produksi dan pemenuhan permintaan pada Industri Semen. Hasil penelitian tersebut menjelaskan bahwa kapasitas terpasang perusahaan masih cukup untuk memenuhi peningkatan permintaan sebesar 5% dalam waktu enam tahun ke depan. Namun, jika peningkatan permintaan lebih tinggi mencapai 20%, maka kapasitas terpasang perusahaan hanya akan mampu memenuhi

permintaan dalam waktu satu tahun ke depan.

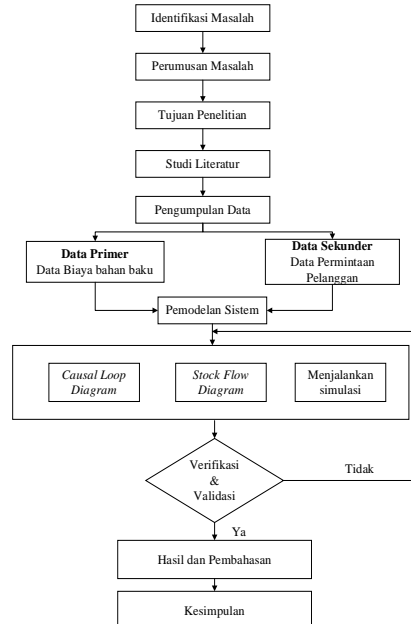
### 2.4 Kerangka Pemikiran



Gambar 3. Kerangka Pemikiran

## METODE PENELITIAN

### 3.1 Desain Penelitian



Gambar 4. Desain Penelitian



### 3.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian, variabel merujuk pada karakteristik, sifat, atau nilai dari suatu objek, orang, organisasi, atau kegiatan yang memiliki variasi yang ditentukan oleh peneliti untuk diobservasi dan dianalisis guna membuat kesimpulan. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari dua yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pemodelan sistem, sedangkan variabel terikatnya yaitu produksi keripik kentang.

### 3.3 Populasi dan Sampel

Populasi yang digunakan pada penelitian ini adalah sistem produksi keripik kentang Dapur si Nyonyong. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan *purposive sampling*. Sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu data permintaan produksi keripik kentang periode 2021 sampai 2022.

### 3.4 Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini menggunakan dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dengan wawancara langsung dengan pemilik usaha. Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini yaitu data permintaan produksi.

### 3.5 Teknik Analisis Data

#### 3.5.1 Uji Kecocokan Distribusi

Data historis permintaan pelanggan yang telah diperoleh kemudian dilakukan pengujian distribusi. Pengujian distribusi menggunakan Input Analyzer salah satu fitur *software* Arena yang dapat menyesuaikan distribusi probabilitas dengan data input.

#### 3.5.2 Pendekatan Sistem

Tahapan yang dilakukan dalam pendekatan sistem antara lain:

#### 1. Identifikasi dan mendefinisikan permasalahan

Pada penelitian ini, sistem yang akan dikaji yaitu sistem produksi pada Dapur si Nyonyong.

#### 2. Konseptualisasi sistem

Proses konseptualisasi sistem melibatkan identifikasi elemen-elemen penting, relasi dan mekanisme dalam sistem, sehingga memungkinkan untuk menganalisis, memahami, dan merencanakan sistem secara lebih efektif. Konseptualisasi sistem dengan membuat *causal loop diagram* dan *stock flow diagram*. Variabel dalam sistem dinamik terdiri dari:

- Variabel *level*, merupakan perhitungan aliran dari waktu ke waktu.
- Variabel *rate*, merupakan laju yang menentukan aliran masuk atau keluar dari atau ke *level*.
- Variabel *auxiliary*, merupakan variabel bantu untuk menyederhanakan hubungan antar variabel.
- Variabel Konstanta, merupakan input informasi untuk *rate* maupun *auxiliary* yang memiliki nilai tetap sepanjang periode simulasi.

#### 3. Formulasi model

Formulasi model adalah langkah dalam proses pemodelan yang melibatkan penentuan persamaan matematis.

#### 4. Simulasi model

Simulasi model dilakukan dalam 2 tahun dengan menggunakan satuan bulan.

#### 5. Verifikasi dan Validasi.

Verifikasi bertujuan untuk melihat apakah model yang dibuat telah bebas dari *error*. Validasi bertujuan untuk memastikan bahwa model sistem dinamis memberikan hasil yang akurat dan dapat

diandalkan dalam menggambarkan perilaku sistem yang sebenarnya. Validasi dilakukan dengan 2 cara yaitu:

- a. Berdasarkan perbandingan Rata-rata (*Mean Comparison*)

$$E_1 = \frac{|\bar{S}-\bar{A}|}{\bar{A}} \dots \dots \dots \text{Rumus 3.1 Mean Comparison}$$

Keterangan:

$\bar{S}$  = Nilai rata-rata hasil simulasi

$\bar{A}$  = Nilai rata-rata data aktual

Model dianggap valid jika  $E_1 \leq 5\%$

- b. Berdasarkan perbandingan Variasi Amplitudo (*Amplitudo Variation Comparison*)

$$E_2 = \frac{|\bar{S}_S-\bar{S}_A|}{|\bar{S}_A|} \dots \dots \dots \text{Rumus 3.2 Amplitudo Variation Comparison}$$

Keterangan:

$\bar{S}_S$  = Standar deviasi model

$\bar{S}_A$  = Standar deviasi data historis

Model dianggap valid jika  $E_2 \leq 30\%$

6. Evaluasi hasil simulasi

Evaluasi hasil simulasi adalah proses mengkaji, menganalisis, dan mengevaluasi hasil yang diperoleh dari simulasi model. Evaluasi hasil simulasi dapat membantu memastikan bahwa hasil yang diperoleh dapat dipercaya dan mengambil langkah-langkah yang tepat berdasarkan informasi yang diberikan.

3.6 Lokasi dan Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada UMKM Dapur Si Nyonyong yang berlokasi di Komplek Wisma Indah Lestari, Lubuk Buaya Kota padang, Sumatera Barat.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Profil Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data permintaan keripik kentang periode Januari 2021-2022 yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 2.** Data Permintaan Keripik Kentang

No.	Bulan	Permintaan Pelanggan (kg)	
		2021	2022
1	Januari	18	17
2	Februari	22	12
3	Maret	15	14
4	April	17	15
5	Mei	14	22
6	Juni	14	18
7	Juli	15	16
8	Agustus	16	18
9	September	18	18
10	Oktober	19	15
11	November	18	19
12	Desember	12	14

(Sumber: Data Penelitian, 2023)

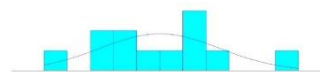
4.1.2 Uji Kecocokan Distribusi

Uji kecocokan distribusi dilakukan untuk menentukan distribusi yang tepat terhadap data yang akan digunakan pada model yang akan dijalankan pada *software* vensim. Pengujian distribusi menggunakan bantuan *software* Arena.

```
Distribution Summary
Distribution: Normal
Expression: NORM(15, 2.4)
Square Error: 0.045620

Chi-Square Test
Number of intervals = 3
Degree of freedom = 2
Test Statistic = 3.71
Corresponding p-value < 0.005

Data Summary
Number of Data Points = 24
Min Data Value = 12
Max Data Value = 22
Sample Mean = 16.3
Sample Std Dev = 2.65
```



```
Histogram Summary
Histogram Range = 11.5 to 22.5
Number of Intervals = 11
```

**Gambar 5.** Uji Kecocokan Distribusi

Berdasarkan uji kecocokan distribusi dengan menggunakan *software* Arena yang terlihat pada Gambar 5 dapat diketahui bahwa data permintaan pelanggan berdistribusi normal.

### 4.1.3 Identifikasi Sistem

Kegiatan produksi keripik kentang pada Dapur si Nyonyong memiliki keterkaitan terhadap tiap subsistemnya. Keterkaitan antara subsistem-subsistem tersebut memiliki peranan penting dalam efisiensi produksi keripik kentang. Ketika terjadi perubahan pada salah satu subsistem, hal tersebut dapat berdampak pada subsistem lainnya. Subsistem yang terdapat pada Dapur si Nyonyong dalam sistem produksi keripik kentang antara lain:

#### 1. Subsistem permintaan pelanggan

Subsistem permintaan pelanggan memberikan masukan yang penting dalam menentukan jumlah keripik kentang yang harus diproduksi, jadwal produksi, dan penggunaan sumber daya yang efisien. Dengan memperhatikan permintaan pelanggan, perusahaan dapat menanggapi dengan tepat dan mengoptimalkan proses produksi.

#### 2. Subsistem bahan baku

Subsistem pengadaan bahan baku merupakan komponen penting dalam sistem produksi untuk memenuhi kebutuhan akan bahan baku yang digunakan dalam proses produksi. Bahan baku yang digunakan untuk produksi keripik kentang adalah kentang merah.

#### 3. Subsistem produksi

Subsistem produksi merupakan proses pengolahan baku hingga menjadi keripik kentang. Proses produksi mencakup serangkaian kegiatan seperti persiapan bahan baku, pengolahan, dan pengemasan produk keripik kentang.

#### 4. Subsistem biaya dan pendapatan

Subsistem ini melibatkan proses pengelolaan biaya yang terkait dengan produksi dan pendapatan yang diperoleh dari penjualan produk keripik kentang.

**Tabel 3.** Komponen Biaya

No.	Keterangan	Biaya
1	Bahan baku kentang merah	Rp. 16.000/Kg
2	Biaya air	25.000/bulan
3	Harga penjualan keripik	Rp. 170.000/Kg

(Sumber: Data Penelitian, 2023)

**Tabel 4.** Identifikasi Variabel

No.	Variabel	Tipe
1	Produksi keripik kentang	<i>Auxiliary</i>
2	Permintaan pelanggan	<i>Auxiliary</i>
3	Persediaan bahan baku	<i>Level</i>
4	Kebutuhan bahan baku	<i>Rate</i>
5	Biaya bahan baku	<i>Auxiliary</i>
6	Biaya produksi	<i>Auxiliary</i>
7	Biaya air	<i>Constant</i>
8	Biaya bahan pelengkap	<i>Constant</i>
9	Modal produksi	<i>Auxiliary</i>
10	Tenaga kerja	<i>Auxiliary</i>
11	Jumlah tenaga kerja	<i>Auxiliary</i>
12	Peralatan produksi	<i>Constant</i>
13	Keuntungan	<i>Auxiliary</i>
14	Harga keripik kentang	<i>Constant</i>
15	Pendapatan	<i>Auxiliary</i>

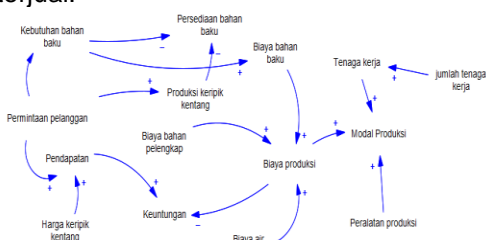
(Sumber: Data Penelitian, 2023)

### 4.1.4 Konseptualisasi Sistem

#### 4.1.4.1 Causal Loop Diagram

*Causal loop diagram* menjelaskan tentang hubungan sebab akibat dari variabel-variabel yang saling memiliki keterkaitan antar satu dengan lainnya. Hubungan kausal antara variabel

digambarkan dengan menggunakan panah dan tanda tambah atau kurang di sepanjang panah tersebut. Tanda tambah (+) menunjukkan hubungan positif, di mana peningkatan variabel satu akan menyebabkan peningkatan variabel lainnya. Tanda kurang (-) menunjukkan hubungan negatif, di mana peningkatan variabel satu akan menyebabkan penurunan variabel lainnya. Dapur si Nyonyong melakukan kegiatan produksi sesuai dengan jumlah dari permintaan pelanggan (*make to order*). Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan menghindari risiko kelebihan stok produk keripik kentang yang tidak terjual.

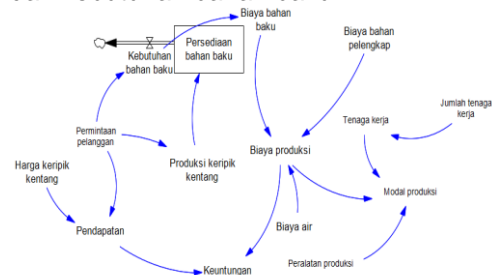


**Gambar 6. Causal loop diagram**

4.1.4.2 Stock Flow Diagram

Pembuatan *stock flow diagram* dilakukan berdasarkan *causal loop diagram* yang terdapat pada Gambar 6. Pada *stock flow diagram*, persediaan

bahan baku merupakan variabel level. Variabel persediaan bahan baku merupakan variabel level yang dipengaruhi oleh produksi keripik kentang dan kebutuhan bahan baku.



**Gambar 7. Stock Flow Diagram**

4.1.4 Formulasi Model

Formulasi model dilakukan dengan menyusun unit dan formula (persamaan matematis) berdasarkan model yang telah digambarkan dalam *stock and flow diagram*. Diagram tersebut berasal dari analisis hubungan antar variabel, data historis, dan konstanta yang relevan yang digunakan oleh perusahaan. Variabel yang telah diidentifikasi dan dimodelkan memiliki keterkaitan dan berinteraksi saling mempengaruhi untuk menghasilkan nilai dari variabel lainnya. Formulasi yang digunakan pada model yang telah dibangun dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Formulasi Model**

No.	Variabel	Tipe	Equation
1	Produksi keripik kentang	Auxiliary	Permintaan pelanggan
2	Permintaan pelanggan	Auxiliary	RANDOM NORMAL(12, 22, 16.5, 2.65, 1)
3	Persediaan bahan baku	Level	INTEG(Produksi keripik kentang- Kebutuhan bahan baku, 20)
4	Kebutuhan bahan baku	Auxiliary	Permintaan pelanggan*10
5	Biaya bahan baku	Auxiliary	Kebutuhan bahan baku*16000

No.	Variabel	Type	Equation
6	Biaya produksi	<i>Auxiliary</i>	Biaya air + Biaya bahan baku + Biaya bahan pelengkap
7	Biaya air	<i>Constant</i>	25000
8	Biaya bahan pelengkap	<i>Constant</i>	31000
9	Modal produksi	<i>Auxiliary</i>	Biaya produksi + Peralatan produksi + Tenaga kerja
10	Tenaga kerja	<i>Auxiliary</i>	Jumlah tenaga kerja
11	Jumlah tenaga kerja	<i>Auxiliary</i>	RANDOM UNIFORM(1, 4, 1)
12	Peralatan produksi	<i>Constant</i>	275000
13	Keuntungan	<i>Auxiliary</i>	Pendapatan – Biaya produksi
14	Harga keripik kentang	<i>Constant</i>	170000
15	Pendapatan	<i>Auxiliary</i>	Permintaan pelanggan*Harga keripik kentang

(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

#### 4.1.6 Simulasi Model

Pada penelitian ini, simulasi dilakukan dengan menggunakan satuan waktu bulan. Simulasi model dilakukan sebanyak 24 bulan. Hal yang harus diperhatikan dalam mensimulasikan adalah hubungan antar variabel telah sesuai dengan sistem yang ada dan setelah model pada *software* vensim telah sesuai.

#### 4.1.7 Verifikasi Model

Verifikasi merupakan tahapan yang bertujuan untuk memeriksa apakah model yang telah dibangun bisa disimulasikan pada *software* vensim. Jika model *error*, maka akan muncul *dialog box* yang menandakan bahwa model tersebut *error*. Jika tidak ada kesalahan yang terdeteksi dalam model, maka model tersebut telah terverifikasi. Berdasarkan hasil verifikasi, dapat disimpulkan bahwa model yang dibangun telah berhasil dibuat dengan baik tanpa adanya kesalahan pada persamaan dan unit yang digunakan dalam model tersebut.

#### 4.1.8 Validasi Model

Pengujian validitas model dilakukan dengan membandingkan data aktual dengan data *output* simulasi. Variabel yang dilakukan pengujian validitas adalah variabel permintaan pelanggan. Berdasarkan formulasi yang digunakan pada model yang telah dibuat, seperti yang terdapat pada Tabel 5 diatas, hasil yang didapatkan dari simulasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.



**Gambar 8.** Grafik *output* simulasi variabel permintaan pelanggan

**Tabel 6.** Perbandingan data aktual dengan data *output* simulasi

Variabel	Data aktual	Data <i>output</i> simulasi
	18	13,7
	22	12,6
	15	14,5
	17	18,4
	14	13,8
	14	18,9
	15	14,9
	16	15,2
	18	17,8
	19	16,5
	18	12,7
Permintaan pelanggan (kg)	12	17
	17	19,2
	12	14,7
	14	17,7
	15	16,5
	22	18,8
	18	16,1
	16	13,5
	18	17,5
	18	19,2
	15	20,4
	19	17,7
	14	18,3
<b>Jumlah</b>	396	395,6
<b>Rata-rata</b>	16,50	16,48
<b>Standar Deviasi</b>	2,654	2,264

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2023)



Pengujian validitas dilakukan dengan dua cara pengujian antara lain:

1. Berdasarkan perbandingan Rata-rata (*Mean Comparison*)

$$E_1 = \frac{|\bar{S} - \bar{A}|}{\bar{A}}$$

$$= \frac{|16,48 - 16,5|}{16,5}$$

$$= \frac{|-0,02|}{16,5}$$

$$= 0,001 = 0.1\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan perbandingan rata-rata di atas, dapat disimpulkan bahwa data tersebut dapat diandalkan dan akurat dalam merepresentasikan sistem nyata dimana nilai  $E_1$   $0.1\% < 5\%$ .

2. Berdasarkan perbandingan Variasi Amplitudo (*Amplitudo Variation Comparison*)

$$E_2 = \frac{|\bar{S}_s - \bar{S}_A|}{|\bar{S}_A|}$$

$$= \frac{|2,264 - 2,654|}{2,654}$$

$$= \frac{|-0,205|}{2,654}$$

$$= 0.14 = 14\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan perbandingan variasi amplitudo di atas, dapat disimpulkan bahwa data tersebut dapat diandalkan dan akurat dalam merepresentasikan sistem nyata dimana nilai  $E_2$   $14\% < 30\%$ .

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Produksi Keripik Kentang

Pada model yang telah dibangun, variabel produksi keripik kentang merupakan integer dari variabel permintaan pelanggan. Hal ini dikarenakan kegiatan produksi dilakukan sesuai dengan jumlah permintaan pelanggan (*make to order*). Variabel produksi keripik kentang memiliki

pengaruh terhadap persediaan bahan baku. Semakin banyak jumlah produksi keripik kentang, maka persediaan bahan baku akan semakin berkurang. Persediaan bahan baku akan terus berkurang seiring dengan penggunaannya dalam kegiatan produksi. Hasil simulasi dari variabel produksi keripik kentang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik *output* simulasi variabel produksi keripik kentang

Tabel 7. *Output* simulasi variabel produksi keripik kentang

Waktu (Bulan)	Produksi keripik kentang (kg)	Waktu (Bulan)	Produksi keripik kentang (kg)
1	13,7	13	19,2
2	12,6	14	14,7
3	14,5	15	17,7
4	18,4	16	16,5
5	13,8	17	18,8
6	18,9	18	16,1
7	14,9	19	13,5
8	15,2	20	17,5
9	17,8	21	19,2
10	16,5	22	20,4
11	12,7	23	17,7
12	17	24	18,3

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan *output* simulasi di atas, dapat diketahui bahwa produksi keripik kentang selama 24 bulan akan mengalami fluktuasi mengikuti jumlah permintaan pelanggan. Jumlah produksi tertinggi terdapat pada bulan ke 22 sebanyak 20,4 kg, sedangkan terendah sebanyak 12,6 kg pada bulan ke 2. Persentase peningkatan produksi keripik kentang adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 & \% \text{ peningkatan} \\
 & = \frac{\text{Jml. produksi periode akhir} - \text{Jml. produksi periode awal}}{\text{Jml. produksi periode awal}} \times 100 \\
 & = \frac{18.3 - 13.7}{13.7} \times 100 \\
 & = \frac{4.6}{13.7} \times 100 \\
 & = 0,33 = 33\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa produksi keripik kentang selama periode simulasi meningkat sebesar 33%.

#### 4.2.2 Persediaan Bahan Baku

Persediaan bahan baku dipengaruhi oleh variabel produksi keripik kentang dan variabel kebutuhan bahan baku. Nilai dari variabel persediaan bahan baku merupakan selisih dari variabel produksi keripik kentang dengan variabel kebutuhan bahan baku. Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik usaha Dapur si Nyonyong, bahwa persediaan bahan baku tiap bulannya yaitu sebanyak 20 kg. Hasil simulasi dari variabel persediaan bahan baku dapat dilihat pada Gambar 10.



**Gambar 10.** Grafik *output* simulasi variabel persediaan bahan baku

Berdasarkan *output* simulasi di atas, bahwa persediaan bahan baku bernilai negatif sepanjang simulasi. Hal ini dikarenakan persediaan bahan baku lebih sedikit dari permintaan produksi sehingga akan berdampak pada penundaan produksi.

#### 4.2.3 Kebutuhan Bahan Baku

Kebutuhan bahan baku dipengaruhi oleh permintaan pelanggan. Semakin tinggi permintaan pelanggan terhadap produk keripik kentang, maka jumlah kebutuhan bahan baku akan semakin besar. Jumlah kebutuhan bahan baku selama periode simulasi dapat dilihat pada Gambar 11.



**Gambar 11.** Grafik *output* simulasi variabel kebutuhan bahan baku

**Tabel 8.** *Output* simulasi variabel kebutuhan bahan baku

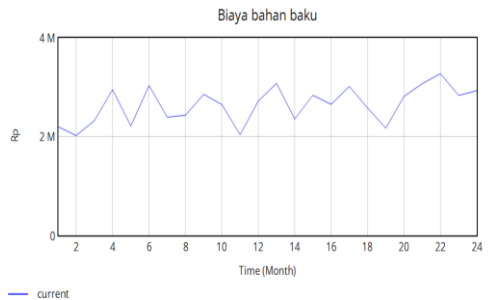
Waktu (Bulan)	Kebutuhan bahan baku (kg)	Waktu (Bulan)	Kebutuhan bahan baku (kg)
1	137,3	13	191,8
2	126,1	14	147
3	144,9	15	176,8
4	184	16	165,4
5	138,2	17	187,9
6	189	18	160,9
7	149,3	19	135,4
8	151,6	20	175,4
9	178,1	21	191,5
10	165,1	22	204,1
11	127	23	176,7
12	169,6	24	182,6

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan hasil simulasi di atas, jumlah kebutuhan bahan baku paling besar yaitu sebanyak 204,1 kg, sedangkan jumlah kebutuhan baku paling sedikit yaitu sebanyak 126,1 kg.

**4.2.4 Biaya Bahan Baku**

Biaya bahan baku merupakan variabel yang dipengaruhi jumlah kebutuhan bahan baku. Nilai awal dari biaya bahan baku kentang merah yaitu sebesar Rp. 16.000/kg simulasi yang diperoleh berdasarkan data historis. Biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan bahan baku dapat dilihat pada Gambar 12.



**Gambar 12.** Grafik *output* simulasi variabel biaya bahan baku

**Tabel 9.** Output simulasi variabel biaya bahan baku

Waktu (Bulan)	Biaya bahan baku	Waktu (Bulan)	Biaya bahan baku
1	Rp. 2.197.020	13	Rp. 3.069.810
2	Rp. 2.017.670	14	Rp. 2.352.050
3	Rp. 2.319.660	15	Rp. 2.830.210
4	Rp. 2.944.320	16	Rp. 2.646.890
5	Rp. 2.211.250	17	Rp. 3.007.720
6	Rp. 3.024.720	18	Rp. 2.574.710
7	Rp. 2.388.940	19	Rp. 2.166.890
8	Rp. 2.426.990	20	Rp. 2.807.370
9	Rp. 2.850.060	21	Rp. 3.065.090
10	Rp. 2.642.080	22	Rp. 3.266.350
11	Rp. 2.032.880	23	Rp. 2.827.550
12	Rp. 2.714.690	24	Rp. 2.922.790

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2023)

Berdasarkan hasil simulasi di atas, biaya bahan baku paling besar yaitu sebesar Rp. 3.266.350, sedangkan biaya bahan baku paling kecil yaitu Rp. 2.017.670.

### SIMPULAN

Model sistem dinamis produksi keripik kentang pada Dapur si Nyonyong terdiri atas variabel-variabel yang saling memiliki keterkaitan. Faktor yang membangun model tersebut terdiri dari subsistem permintaan pelanggan, subsistem bahan baku, subsistem produksi, dan subsistem biaya dan pendapatan. Berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh Dapur si Nyonyong, sehingga model dinamis yang dibangun dapat membantu Dapur si Nyonyong dalam perencanaan jumlah kebutuhan bahan baku. Dari simulasi yang dilakukan dalam 2 tahun ke depan, produksi keripik

kentang akan mengalami peningkatan sebesar 33%, sementara itu dengan jumlah persediaan bahan baku sebanyak 20 kg tiap bulan akan mengakibatkan penundaan produksi dikarenakan permintaan produksi yang membutuhkan bahan baku yang lebih besar dibandingkan dengan persediaan. Biaya yang dikeluarkan untuk kebutuhan bahan baku juga meningkat sebesar 33% .

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, adapun saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Perusahaan sebaiknya dapat merencanakan persediaan bahan baku agar dapat memenuhi permintaan pelanggan. Dengan adanya model simulasi tersebut, dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan terhadap jumlah kebutuhan baku yang tepat untuk produksi.

2. Kepada peneliti selanjutnya, diharapkan mengkaji tentang optimasi proses produksi keripik kentang.

### DAFTAR PUSTAKA

- a. Kluever, C. (2015). *Dynamic Systems Modeling, Simulation, And Control*. John Wiley And Ssons, Inc.
- Artaya, I. P. (2018). Dasar-Dasar Manajemen Operasi Dan Produksi. In Seger (Ed.), *Narotama University Press* (1st Ed.). Narotama University Press.
- Bps. (2023). *Pertumbuhan Ekonomi Sumatera Barat Triwulan Iv-2022* (Issue 15).
- Chen, X., & Voigt, T. (2020). Implementation Of The Manufacturing Execution System In The Food And Beverage Industry. *Journal Of Food Engineering*, 278(January), 109932. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.109932>
- Harahap, Ummi K., & Sirait, G. (2021). Analisis Pemilihan Supplier Carton Box Di Pt Xyz. *Jurnal Comasie*, 5(3), 1–8. <https://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal/article/view/4010>
- Hilman, M. (2018). Model Simulasi Strategi Pengembangan Industri Kecil Menengah (Ikm) Anyaman Bambu Di Kabupaten Ciamis. *Jurnal Media Teknologi*, 4(2), 129–146.
- Huang, L., & Yin, L. (2017). Supply And Demand Analysis Of Water Resources Based On System Dynamics Model. *Journal Of Engineering And Technological Sciences*, 49(6), 705–720. <https://doi.org/10.5614/j.eng.tech>
- Imam Suhada, D., Rahmadani, D., Rambe, M., Abdul Fattah, M., Fadillah Hasibuan, P., Siagian, S., & Wulandari, S. (2022). Efektivitas Para Pelaku Ekonomi Dalam Menunjang Pertumbuhan Ekonomi Indonesia. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(10), 3201–3208.
- J. Palm Iii, W. (2021). System Dynamics. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (4th Ed.). Mcgraw-Hill Education.
- Jia, B., Zhou, J., Zhang, Y., Tian, M., He, Z., & Ding, X. (2021). System Dynamics Model For The Coevolution Of Coupled Water Supply–Power Generation–Environment Systems: Upper Yangtze River Basin, China. *Journal Of Hydrology*, 593(December 2020), 125892. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125892>
- Karima, H. Q., Saputra, M. A., & Romadlon, F. (2022). Analisis Kapasitas Produksi Dan Pemenuhan Permintaan Dengan Model Sistem Dinamis Pada Industri Semen. *Unistek*, 9(1), 11–18. <https://doi.org/10.33592/unistek.v9i1.1919>
- Khusnul Khotimah, B. (2015). *Teori Simulasi Dan Pemodelan: Konsep, Aplikasi Dan Terapan* (Pertama). Wade Group.
- Koulouris, A., Misailidis, N., & Petrides, D. (2021). Applications Of Process And Digital Twin Models For Production Simulation And Scheduling In The Manufacturing Of Food Ingredients And Products. *Food And Bioproducts Processing*, 126, 317–333.

- <https://doi.org/10.1016/J.Fbp.2021.01.016>
- Maharani, A., Nawawi, M. K., Lisnawati, S., Ibn, U., & Bogor, K. (2023). *Pengaruh Sertifikasi Halal Dan Pengetahuan Produk Makanan Terhadap Perilaku Konsumsi Pada Pengikut Autobase Bogor Menfess.* 4(2), 430–445.
- Marpaung, R., & Susanti, E. (2022). Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dalam Meminimasi Biaya Produksi Di Pt Volex Batam. *Jurnal Comasie*, 7(7), 116–126. <https://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal/article/view/4010>
- Purnomo, H. (2017). *Manajemen Operasi* (Sigma & G. Printing (Eds.)). Cv Sigma.
- Rachma, E. A. (2020). *Optimasi Perencanaan Produksi Dengan Menggunakan Model Sistem Dinamik Di Pt X.* 02(01), 36–42.
- Rizky, A. N. (2021). Program Dinamik Pada Perencanaan Produksi Dan Pengendalian Persediaan Pt Ganesha Abaditama. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (Joti)*, 3(1), 14–18. <https://doi.org/10.30998/Joti.V3i1.6477>
- Saputra, A. B., Raihan, F. A., Studi, P., Energi, K., & Pertahanan, U. (2022). *Permodelan Sistem Dinamik Minyak Untuk Menjaga Ketahanan Energi Indonesia.* 8, 68–74.
- Sudarwati, Y., & Izzaty, I. (2022). Manajemen Hubungan Pelanggan Bagi Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah. *Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan Publik*, 13(1), 13–28. <https://doi.org/10.22212/jekp.v13i1.1988>
- Syahputri, T. A., Az-zahra, T. S., Setifani, N. A., Ningrum, K. P., & Rolliawati, D. (2020). 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. <https://doi.org/10.24853/justit.11.1.24-31>
- Talitha, T., & Berliyana, R. (2022). Simulation Model of Production System Using Dynamic System Approach to Increase Production Capacity Tofu Factory. *Opsi*, 15(2), 228. <https://doi.org/10.31315/opsi.v15i2.8059>
- Trenggonowati, D. L., Patradhiani, R., & Kulsum. (2020). Pemodelan Sistem Dinamis Untuk Meningkatkan Produktivitas di CV. ABC Dynamic System Modeling to Increase Productivity at CV. ABC. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 1(1), 1.
- W. De Silva, C. (2018). *Modeling of Dynamic Systems with Engineering Applications.* CRC Press.



	<p>Biodata Penulis Pertama, Muhammad Ilham merupakan mahasiswa Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam.</p>
	<p>Biodata Penulis Kedua, Ganda Sirait, S.Si., M.Si. merupakan dosen Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam.</p>