

OPTIMALISASI PRODUKSI ROTI GEPENG DI ZB (ZEBRA BROTHER) BALIKPAPAN DENGAN PERTIMBANGAN DINAMIKA PENDUDUK

OPTIMIZATION OF FLAT BREAD PRODUCTION IN ZB (ZEBRA BROTHER) BALIKPAPAN WITH POPULATION DYNAMICS CONSIDERATION

¹Keysha Lovelly Adhara S.*, ²Christopher Davito Prabandewa Hertadi, ³Alvin Muhammad Ainul Yaqin

^{1, 2, 3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Teknologi dan Industri, Institut Teknologi Kalimantan

¹12211048@student.itk.ac.id, ²christopher.davito@lecturer.itk.ac.id, ³alvinyaqin@lecturer.itk.ac.id

INFO ARTIKEL

Disetujui: Juli 2025

doi: 10.24843.JRATI.2025.v03.i02.p04
pp109-119

Kata Kunci:

Pemodelan Sistem, Produksi Roti Gepeng,
Sistem Dinamis

ABSTRAK

Roti merupakan salah satu makanan sumber karbohidrat yang praktis dan digemari oleh berbagai kalangan, mulai dari anak-anak hingga orang dewasa. Pabrik roti gepeng "ZB (Zebra Brother)" yang berlokasi di Balikpapan telah beroperasi sejak tahun 2004 dan produknya cukup dikenal masyarakat setempat. Namun, pabrik ini mengalami kendala seperti terjadinya ketidakpastian waktu perbaikan mesin yang berdampak pada perusahaan untuk melakukan penjadwalan produksi ulang dan bahan baku yang telah disediakan dapat melewati masa waktu penyimpanannya. Jika seluruh subsistem proses produksi roti dipahami dengan baik, maka proses produksi roti dapat berjalan dengan lancar dan mampu memenuhi kebutuhan pasar. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi sistem produksi roti gepeng, menganalisis dan memodelkan sistem produksi roti gepeng untuk memprediksi kinerja produksi dalam 5 tahun ke depan, serta memberikan rekomendasi strategis untuk memperbaiki dan meningkatkan efisiensi sistem produksi roti gepeng. Dari enam skenario didapatkan lima skenario terbaik yaitu melakukan penambahan mesin dan sales serta melakukan promosi secara rutin, yang mampu memaksimalkan laba dan permintaan pasar secara berkelanjutan sembari menghadapi tantangan kenaikan harga bahan baku dan kenaikan jumlah kompetitor.

ABSTRACT

Bread is one of the practical carbohydrate sources and is popular with various groups, from children to adults. The flat bread factory "ZB (Zebra Brother)" located in Balikpapan has been operating since 2004 and its products are quite well-known to the local community. However, this factory experiences obstacles such as the uncertainty of machine repair times which has an impact on the company to reschedule production and the raw materials that have been provided can exceed their storage period. If all subsystems of the bread production process are well understood, the bread production process can run smoothly and be able to meet market needs. This study aims to identify factors that influence the flat bread production system, analyze and model the flat bread production system to predict production performance in the next 5 years, and provide strategic recommendations to improve and increase the efficiency of the flat bread production system. Of the six scenarios, the five best scenarios were obtained, namely adding machines and sales and conducting regular promotions, which were able to maximize profits and market demand sustainably while facing the challenges of increasing raw material prices and increasing the number of competitors.

Keywords:

System Modeling, Flat Bread Production,
Dynamic Systems

*Corresponding author: 12211048@student.itk.ac.id

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan tingkat pertumbuhan penduduk dan konsumsi pangan yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Salah satu jenis pangan yang mengalami peningkatan konsumsi secara signifikan adalah roti. Sebagai sumber karbohidrat alternatif yang praktis, roti menjadi pilihan utama masyarakat dalam memenuhi

kebutuhan konsumsi harian, terutama di wilayah perkotaan yang memiliki tingkat mobilitas tinggi [1]. Konsumsi roti di Indonesia mencapai 69.589.211 potong pada tahun 2024, yang menunjukkan tren pertumbuhan yang sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk [2].

Seiring dengan kebijakan pemindahan Ibu Kota Negara (IKN) ke Kalimantan Timur, terjadi pergeseran

PEMODELAN SISTEM UNTUK PRODUKSI ROTI GEPENG PADA ROTI GEPENG ZB (ZEBRA BROTHER) BALIKPAPAN MENGGUNAKAN METODE SISTEM DINAMIS

dinamika sosial dan ekonomi di wilayah-wilayah penyangga khususnya Kota Balikpapan [3]. Kota ini mengalami peningkatan jumlah penduduk secara signifikan akibat masuknya tenaga kerja dan imigran. Kenaikan jumlah penduduk ini berdampak langsung pada peningkatan konsumsi pangan, termasuk roti sebagai produk yang digemari oleh berbagai kalangan usia. Data Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Balikpapan mencatat bahwa jumlah penduduk di Kota Balikpapan pada tahun 2024 mencapai 757.418 jiwa [4]. Angka tersebut diproyeksikan akan terus meningkat, seiring pertumbuhan IKN [5].

Pabrik roti gepeng ZB (Zebra Brother) Balikpapan merupakan salah satu industri pangan lokal yang telah beroperasi sejak tahun 2004. Produk yang dihasilkan oleh pabrik ini cukup dikenal oleh masyarakat lokal karena harga yang terjangkau serta distribusi yang menjangkau hingga warung kecil. Namun, dalam sistem produksinya pabrik ini mengalami beberapa kendala yaitu terjadinya kerusakan pada mesin produksi roti seperti dinamo yang terbakar. Ketika terjadi kerusakan pada salah satu mesin, seperti kerusakan dinamo atau inverter, maka proses produksi secara keseluruhan terpaksa dihentikan, yang berakibat pada penundaan distribusi serta potensi kerusakan bahan baku akibat melewati masa simpan optimal. Hal ini juga disebabkan oleh ketergantungan terhadap satu mesin untuk tiap proses produksi.

Selain itu, perusahaan juga menghadapi fluktuasi dalam ketersediaan bahan baku. Salah satu bahan baku penting, yakni kacang, memiliki waktu pengiriman yang lebih lama dibandingkan bahan baku lain karena berasal dari luar daerah. Kondisi ini mengharuskan perusahaan melakukan perencanaan persediaan yang cermat agar tidak mengganggu kelancaran produksi. Dalam kondisi tanpa perencanaan yang sistematis, perusahaan berisiko mengalami kelebihan stok atau kekurangan bahan baku yang berujung pada peningkatan biaya operasional dan ketidakmampuan memenuhi permintaan pasar.

Menghadapi kompleksitas sistem produksi roti gepeng yang dipengaruhi oleh berbagai variabel internal seperti kapasitas mesin, tenaga kerja, dan biaya produksi, serta variabel eksternal seperti pertumbuhan penduduk, cuaca, dan jumlah kompetitor, dibutuhkan pendekatan analitis yang tepat. Metode sistem dinamis menjadi pilihan yang relevan karena mampu menggambarkan hubungan sebab-akibat antar variabel secara berkelanjutan melalui teori kontrol umpan balik dan memungkinkan analisis historis serta prediksi masa depan untuk perancangan sistem yang lebih efektif [6]. Sementara itu, meskipun metode simulasi diskrit cocok untuk kejadian acak dengan distribusi waktu tertentu [7]. Pendekatan ini kurang tepat diterapkan dalam studi ini karena tidak mampu menangani kompleksitas interaksi [8] dan umpan balik antar variabel dalam sistem produksi [9]. Serta metode simulasi diskrit lebih cocok untuk analisis rinci jangka pendek [10]. Dengan demikian, pendekatan sistem dinamis lebih sesuai untuk menganalisis dan menyusun strategi peningkatan efisiensi sistem produksi secara menyeluruh.

Metode sistem dinamis dinilai memiliki kapasitas yang lebih tinggi dibandingkan simulasi diskrit dalam meningkatkan pemahaman terhadap dinamika suatu sistem, terutama dalam konteks perencanaan dan prediksi. Pendekatan ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih efektif dan responsif terhadap perubahan yang terjadi secara bersamaan, seperti fluktuasi permintaan dan gangguan dalam proses produksi. Dalam konteks produksi roti gepeng, metode sistem dinamis mampu menggambarkan hubungan sebab-akibat yang kompleks antar variabel, sehingga dapat memprediksi pola perubahan jangka panjang serta menyusun strategi yang mendukung efisiensi dan keberlanjutan sistem produksi [11]. Dengan demikian, metode ini lebih sesuai untuk digunakan dalam permasalahan produksi roti gepeng yang dinamis dan saling terhubung antar faktor.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memodelkan sistem produksi roti gepeng di Pabrik Roti ZB (Zebra Brother) Balikpapan dengan pendekatan sistem dinamis. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat membentuk sistem produksi roti gepeng, menganalisa dan menjelaskan pemodelan sistem produksi roti gepeng untuk 5 tahun ke depan menggunakan metode sistem dinamis, serta mengusulkan rekomendasi yang dapat diberikan untuk memperbaiki sistem produksi roti gepeng dalam menghadapi tantangan produksi dan persaingan pasar.

II. TINJAUAN LITERATUR

A. Proses Produksi Roti Gepeng ZB (Zebra Brother)

Perusahaan roti gepeng ZB (Zebra Brother) Balikpapan memproduksi roti gepeng dengan 3 jenis varian rasa yaitu coklat, kacang hijau, dan kelapa. Proses produksi roti gepeng diawali dengan pemesanan bahan baku, kemudian melakukan penimbangan bahan baku, lalu mencampurkan seluruh bahan baku dengan menggunakan mesin mixer hingga menjadi adonan yang halus, setelah itu melakukan pencetakan roti dan pengisian rasa pada roti. Tahap berikutnya yaitu roti akan didiamkan selama beberapa jam untuk melewati proses fermentasi, setelah itu roti akan melalui proses pemanggangan, kemudian roti yang telah dipanggang akan didiamkan selama beberapa menit untuk proses pendinginan, lalu roti akan dikemas menggunakan mesin *packaging*, dan tahap terakhir yaitu roti akan disortir sesuai dengan jumlah pemesanan oleh konsumen [12].

B. Sistem Dinamik

Jay Forrester (MIT) pada tahun 1960-an mulai mengembangkan simulasi sistem dinamik. Simulasi ini merupakan simulasi kontinu yang memiliki fokus pada struktur dan perilaku sistem yang melingkupi interaksi antar variabel dan *loop feedback*. Kaitan dan korelasi antar variabel ditunjukkan dalam diagram kaustik. Tahapan-tahapan dari proses pemodelan sistem dinamik yaitu *Problem Identification and Definition*, *System Conceptualization*, *Model Formulation*, *Simulation and Validation*, *Policy Analysis and Improvement*, dan *Policy Implementation* [13]. Metode sistem dinamik merupakan sebuah metode yang menganalisis suatu permasalahan

dimana waktu adalah salah satu faktor yang penting dan mencakup pemahaman bagaimana sebuah sistem dapat dipertahankan dari gangguan di luar sistem serta dibuat sesuai dengan fungsi dari pemodelan sistem yang akan dibentuk [14]. Pendekatan pada pemodelan sistem dinamik berfokus pada pemahaman perilaku sistem yang rumit dari jarak waktu ke waktu tertentu. Pendekatan pada metode ini menyertakan pembuatan *causal loop diagram* atau diagram lingkaran sebab akibat, pengembangan model matematika, serta menggunakan teknik simulasi untuk menganalisis dan memperkirakan perilaku sistem [15].

C. Causal Loop Diagram

Causal loop diagram (CLD) merupakan sebuah alat yang dapat digunakan dalam pembuatan model sistem dinamik yang berfungsi untuk menggambarkan dan melakukan analisis hubungan sebab-akibat di sebuah sistem. *Causal loop diagram* dapat melakukan identifikasi dan memahami hubungan atau korelasi dinamis antara berbagai komponen sistem. *Causal loop diagram* dibuat dengan memvisualisasikan variabel-variabel dan hubungan sebab-akibat dari masing-masing variabel [16]. Korelasi ini ditandai oleh panah yang menunjukkan arah pengaruh variabel ke variabel yang lain. Hubungan dalam *causal loop diagram* ada dua yaitu hubungan positif dan negatif. Hubungan positif pada *causal loop diagram* menandakan terdapat hubungan yang berbanding lurus yang berarti adanya peningkatan nilai pada variabel pertama dan dapat memengaruhi peningkatan variabel setelahnya. Hubungan negatif pada *causal loop diagram* menandakan terdapat hubungan yang berbanding terbalik antara masing-masing variabel yang berarti adanya penurunan pada variabel pertama dan dapat memengaruhi penurunan pada variabel setelahnya [17].

D. Stock and Flow Diagram

Stock flow diagram merupakan model yang siap untuk melakukan simulasi. *Stock flow diagram* menunjukkan seperti apa suatu sistem berjalannya waktu atau *behavior over time* pada berbagai keadaan. *Stock flow diagram* mencakup beberapa komponen yaitu *stock* atau *level*, *cloud* atau *source and sink*, *flow*, *converter*, dan *connector*. *Stock* atau *level* merupakan variabel yang mempresentasikan kuantitas, nilai, jumlah, dan tingkatan tertentu. Dalam istilah matematika, *stock* merupakan sebuah besaran yang nilainya dapat mengalami perubahan seperti peningkatan atau penurunan seiring berjalannya waktu [18]. *Stock flow diagram* menjelaskan struktur aliran secara detail, sehingga dapat dimanfaatkan dalam pembuatan model matematis [19]. Dapat disimpulkan bahwa *stock flow diagram* memvisualisasikan hubungan antar variabel dengan menerapkan formulasi perhitungan dalam setiap variabel berdasarkan keterkaitannya.

E. Verifikasi dan Validasi

Simulasi bisa digunakan jika modelnya telah menyerupai dengan sistem asli dan prosesnya mirip dengan kondisi nyata. Oleh karena itu, verifikasi terhadap model sistem perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum program simulasi digunakan untuk pengujian. Verifikasi model sistem dilakukan dengan memeriksa apakah model tersebut sesuai dengan kondisi nyata, terutama dari segi jumlah dan jenis komponen, hubungan antar komponen, serta proses

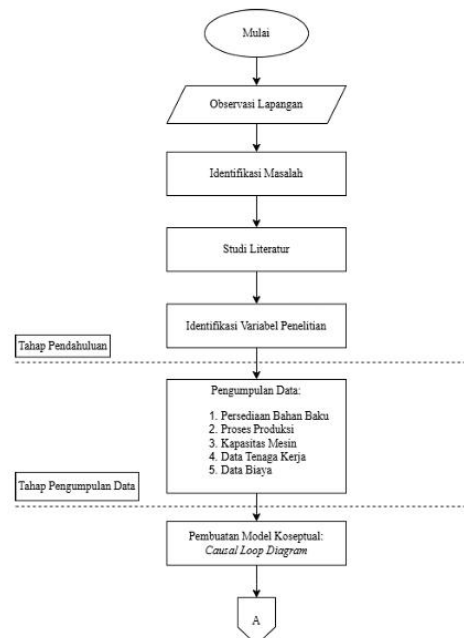
input dan *output*-nya. Jika ada ketidaksesuaian, hasil simulasi dapat menyimpang dari kenyataan. Ketidaksesuaian ini bisa terjadi dalam berbagai aspek, misalnya ketika komponen dalam model tidak menggambarkan sistem nyata secara akurat, atau prosedur yang digunakan kurang efektif dalam menggabungkan semua komponen, sehingga menimbulkan perbedaan antara sistem simulasi dan sistem aslinya [20].

Langkah selanjutnya adalah memvalidasi cara kerja sistem simulasi, karena model dapat tidak sesuai dengan proses yang terjadi di dunia nyata. Jika cara kerja dalam sistem simulasi berbeda dari sistem yang sebenarnya, maka model tersebut tidak bisa mewakili kondisi nyata. Model dianggap tidak valid apabila hasil dari simulasi tidak sesuai dengan hasil yang dihasilkan oleh sistem nyata saat dijalankan. Setelah melalui proses validasi, model sistem dan program simulasi yang telah disempurnakan dapat digunakan untuk menjalankan simulasi dengan berbagai variasi data *input* buatan, baik untuk tujuan menyelesaikan permasalahan dalam pengelolaan sistem maupun untuk pengembangan sistem kedepannya [20].

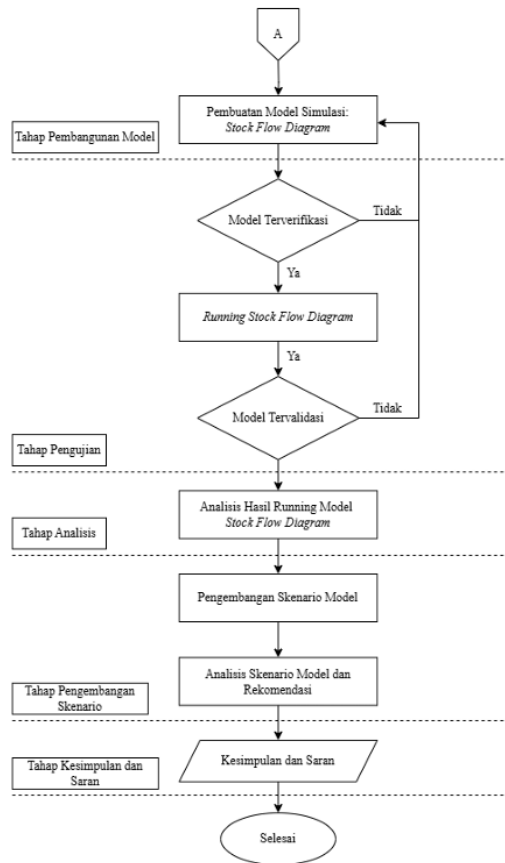
III. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir menggambarkan tahapan proses penelitian secara sistematis.



PEMODELAN SISTEM UNTUK PRODUKSI ROTI GEPENG PADA ROTI GEPENG ZB (ZEBRA BROTHER) BALIKPAPAN MENGGUNAKAN METODE SISTEM DINAMIS



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

B. VARIABEL PENELITIAN

Variabel *input* dalam penelitian ini dikelompokkan ke dalam empat sub-model utama, yaitu sub-model bahan baku, produksi, demografi penduduk, dan keuangan. Pada sub-

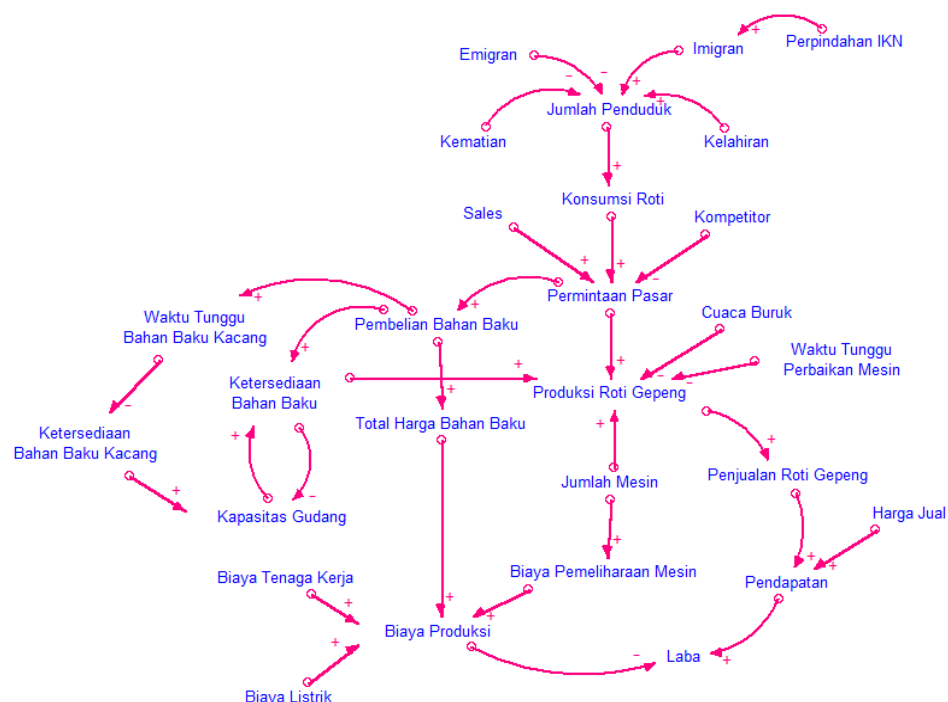
model bahan baku, variabel yang dianalisis meliputi berbagai jenis bahan baku utama yang digunakan dalam produksi roti gepeng, seperti tepung, margarin, minyak, gula pasir, ragi, coklat, kelapa, dan kacang. Selain itu, ditambahkan pula ketersediaan bahan baku kacang, waktu tunggu bahan baku kacang, jumlah pembelian bahan baku per bulan, serta total ketersediaan bahan baku yang ada di gudang dan kapasitas maksimal penyimpanan gudang.

Dalam sub-model produksi, variabel yang digunakan meliputi jumlah mesin yang tersedia, durasi waktu tunggu perbaikan mesin yang rusak, jumlah produksi roti gepeng, serta faktor eksternal seperti kondisi cuaca buruk yang dapat menghambat produksi. Selain itu, variabel penjualan roti gepeng, tingkat permintaan pasar, jumlah pembeli aktif (sales), serta jumlah kompetitor yang beroperasi di pasar yang sama juga diperhitungkan. Kemudian pada sub-model demografi penduduk mencakup variabel jumlah kelahiran, kematian, imigran, emigran, perpindahan penduduk akibat pemindahan Ibu Kota Negara (IKN), jumlah penduduk Kota Balikpapan, serta tingkat konsumsi roti masyarakat Kota Balikpapan.

Kemudian pada sub-model keuangan, variabel yang dikaji meliputi biaya produksi secara keseluruhan, biaya tenaga kerja, biaya listrik, dan biaya pemeliharaan mesin. Selain itu, aspek pendapatan dari hasil penjualan, laba yang diperoleh sebagai selisih pendapatan dan biaya, harga jual per unit roti, serta total biaya bahan baku juga turut dimasukkan sebagai bagian dari analisis.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembuatan *Causal Loop Diagram*



Gambar 2. *Causal Loop Diagram*

Berikut adalah penjelasan keterkaitan hubungan antar variabel-variabel dari hasil yang diperoleh dari penyusunan *causal loop diagram* pada **Gambar 2**.

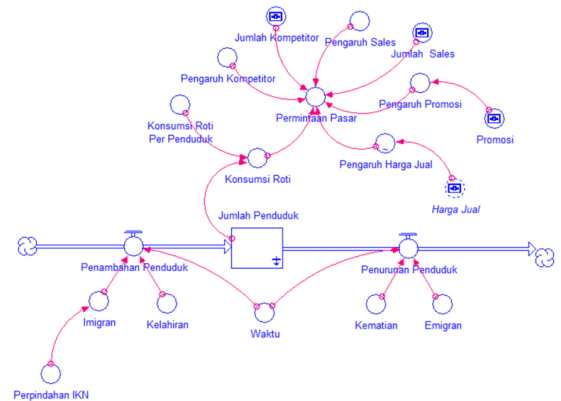
1. Variabel “Jumlah Penduduk” dipengaruhi oleh emigran, imigran, kematian, kelahiran, dan perpindahan IKN. Semakin tinggi kelahiran dan perpindahan IKN yang dapat menyebabkan meningkatkan imigrasi maka jumlah penduduk semakin meningkat, sedangkan emigrasi dan kematian menurunkan jumlah penduduk. Kemudian jumlah penduduk yang meningkat akan menaikkan konsumsi roti yang dapat mengakibatkan peningkatan permintaan pasar.
2. Variabel “Permintaan Pasar” akan meningkat seiring dengan peningkatan konsumsi roti. Semakin bertambahnya jumlah sales, maka permintaan pasar akan meningkatkan produksi roti gepeng yang mendorong pembelian bahan baku seperti minyak, tepung, margarin, gula pasir, ragi, kelapa, kacang, dan coklat. Tetapi dengan semakin bertambahnya jumlah kompetitor maka permintaan pasar akan menurun.
3. Variabel “Produksi Roti Gepeng” dipengaruhi oleh jumlah mesin, ketersediaan bahan baku, cuaca buruk, dan waktu tunggu perbaikan mesin. Jumlah mesin berpengaruh positif terhadap produksi karena semakin banyak mesin akan mempercepat proses produksi. Kemudian semakin banyaknya ketersediaan bahan baku maka semakin meningkatnya proses produksi. Lalu cuaca buruk dan waktu tunggu perbaikan mesin berdampak negatif dikarenakan dapat memperlambat proses produksi. Lalu variabel produksi roti gepeng memengaruhi penjualan roti gepeng dan meningkatkan pendapatan serta laba sehingga hubungan ini bersifat positif.
4. Variabel “Ketersediaan Bahan Baku” akan meningkat seiring dengan pembelian bahan baku. Pada variabel ini memiliki hubungan balancing dengan kapasitas gudang, semakin banyak ketersediaan bahan baku maka kapasitas gudang akan penuh, dan kapasitas gudang yang kosong maka ketersediaan bahan baku berkurang.
5. Variabel “Biaya Produksi” dipengaruhi oleh total harga bahan baku, biaya tenaga kerja, biaya listrik, dan biaya pemeliharaan mesin. Semua variabel ini memiliki hubungan positif terhadap biaya produksi. Semakin tinggi biaya produksi maka laba akan cenderung menurun sehingga hubungan ini bersifat negatif.

B. Pembuatan *Stock Flow Diagram*

Berikut adalah hasil dari *stock flow diagram*.

1. Sub-model Demografi Penduduk
Sub-model demografi penduduk menggambarkan dinamika jumlah penduduk sebagai dasar dalam menentukan tingkat konsumsi roti di Kota Balikpapan. Dalam model ini, penambahan penduduk merupakan *inflow* yang dipengaruhi oleh kelahiran, imigran, dan perpindahan IKN, sedangkan penurunan penduduk sebagai *outflow* dipengaruhi oleh kematian dan emigran. Jumlah penduduk sebagai *stock* akan memengaruhi

konsumsi roti, yang dihitung berdasarkan rata-rata konsumsi per kapita. Berdasarkan data BPS tahun 2024, konsumsi roti per orang di Balikpapan mencapai 5,448 potong per bulan. Konsumsi ini kemudian memengaruhi tingkat permintaan pasar terhadap roti gepeng. Selain konsumsi, permintaan pasar juga dipengaruhi oleh harga jual, jumlah sales, dan jumlah kompetitor. Harga jual saat ini adalah Rp800 per potong, dengan lima sales aktif yang masing-masing pesanan dapat mencapai 10.000 hingga 12.000 pcs roti. Jumlah kompetitor dalam pasar saat ini sebanyak dua pabrik.



Gambar 3. SFD Sub-model Demografi Penduduk

2. Sub-model Produksi

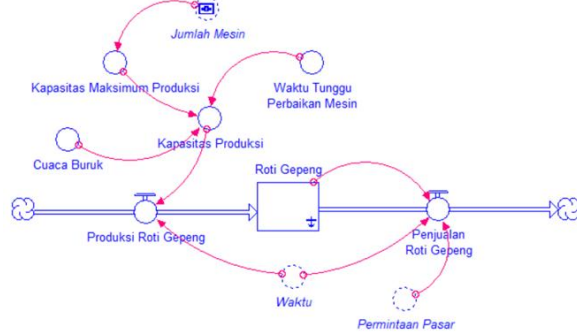
Sub-model produksi menggambarkan hubungan dinamis antara kapasitas produksi, jumlah produksi, dan penjualan roti gepeng. Produksi roti sebagai *inflow* dipengaruhi oleh kapasitas produksi sebagai *converter*, yang dalam model ini ditentukan oleh jumlah mesin, waktu tunggu perbaikan, kapasitas maksimum produksi, dan kondisi cuaca. Kapasitas produksi dihitung berdasarkan jumlah hari kerja efektif per bulan, yaitu 25 hari, dikurangi gangguan akibat kerusakan mesin dan cuaca buruk. Rata-rata waktu perbaikan mesin ditetapkan selama tiga hari, sehingga dalam periode tersebut produksi terhenti. Cuaca buruk seperti hujan juga memengaruhi proses fermentasi adonan roti, memperpanjang waktu produksi dan menurunkan *output*.

Dikarenakan tidak tersedianya data historis tentang korelasi antara volume produksi dan frekuensi kerusakan, maka variabel kerusakan mesin tidak dimodelkan sebagai fungsi dari beban produksi, melainkan sebagai nilai tetap. Salah satu masalah yang terjadi pada mesin *Bread Line* akibat kerusakan inverter, yang memerlukan waktu perbaikan tiga hari. Ketidakpastian durasi perbaikan diperburuk oleh proses pengadaan komponen dari luar kota, yang dapat memperpanjang waktu tunggu.

Penjualan roti gepeng dalam model ini bertindak sebagai *outflow*, yang dipengaruhi oleh permintaan pasar dan ketersediaan produk. Jika produksi menurun akibat gangguan teknis atau cuaca, maka pasokan ke pasar juga akan berkurang, yang

PEMODELAN SISTEM UNTUK PRODUKSI ROTI GEPEG PADA ROTI GEPEG ZB (ZEBRA BROTHER) BALIKPAPAN MENGGUNAKAN METODE SISTEM DINAMIS

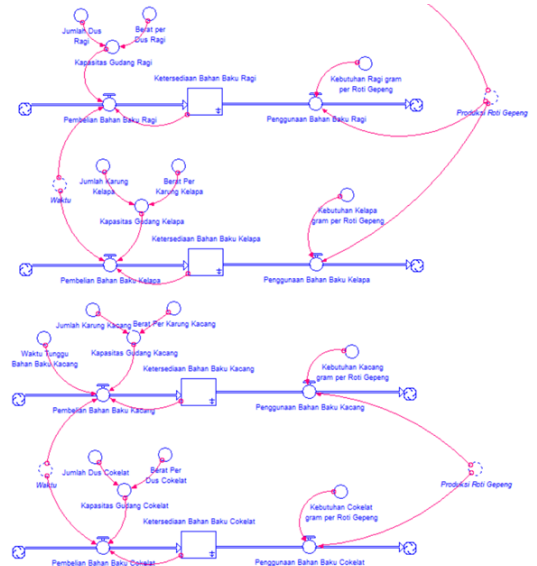
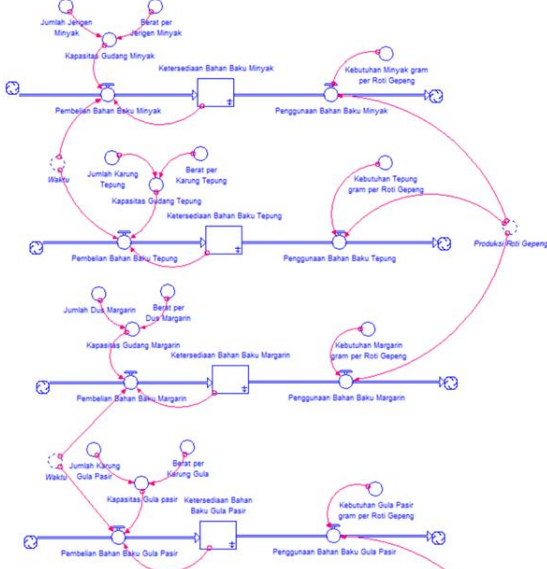
berdampak langsung pada volume penjualan. Sub-model ini memberikan gambaran realistis mengenai bagaimana faktor teknis dan lingkungan dapat memengaruhi kinerja produksi dan distribusi secara menyeluruh.



Gambar 4. SFD Sub-model Produksi

3. Sub-model Bahan Baku

Sub-model bahan baku menggambarkan alur dinamis ketersediaan bahan baku dalam proses produksi roti gepeng. Bahan baku yang dimodelkan meliputi tepung, margarin, minyak, gula pasir, ragi, kelapa, kacang, dan cokelat. Masing-masing dimasukkan ke dalam *stock flow diagram*, dengan *inflow* berupa pembelian bahan baku yang dipengaruhi oleh kapasitas gudang. Kapasitas gudang dihitung berdasarkan satuan kemasan dan berat per kemasan dalam gram. Khusus untuk kacang, pembelian juga mempertimbangkan waktu tunggu selama dua minggu per bulan. *Outflow* dari setiap stok adalah penggunaan bahan baku, yang ditentukan oleh jumlah produksi roti dan kebutuhan bahan baku per potong roti dalam satuan gram. Model ini memungkinkan simulasi yang realistis terhadap dinamika pasokan bahan baku dan pengaruhnya terhadap kelancaran produksi.

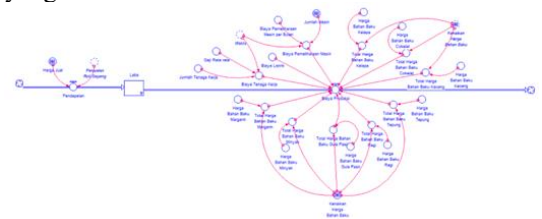


Gambar 5. SFD Sub-model Bahan Baku

4. Sub-model Keuangan

Sub-model keuangan menggambarkan alur biaya produksi dan hubungan antara pendapatan penjualan dengan laba perusahaan. Biaya terdiri dari bahan baku, pemeliharaan mesin, tenaga kerja, dan listrik, yang membentuk total biaya produksi. Dalam *stock flow diagram*, dengan *inflow* berupa pendapatan yang dipengaruhi oleh harga jual dan jumlah penjualan roti gepeng, sementara laba sebagai *stock* dan biaya produksi sebagai *outflow*.

Biaya bahan baku dihitung berdasarkan harga per gram dikalikan jumlah pembelian, sedangkan biaya pemeliharaan mesin bergantung pada jumlah mesin dan biaya per bulan. Biaya tenaga kerja menggunakan gaji rata-rata sebagai penyederhanaan input, dan biaya listrik dihitung sebagai bagian dari biaya operasional. Penyederhanaan ini tidak memengaruhi akurasi model secara signifikan. Model ini memberikan pemahaman menyeluruh tentang pengaruh struktur biaya terhadap kinerja keuangan produksi roti gepeng dan membantu perencanaan pengeluaran yang lebih efisien.



Gambar 6. SFD Sub-model Keuangan

C. Verifikasi dan Validasi

Tahapan verifikasi dan validasi berperan penting dalam memastikan bahwa model yang dikembangkan telah logis dan konsisten, dan sesuai dengan kondisi sistem yang sebenarnya. Melalui proses ini, keandalan model dalam menyajikan hasil simulasi yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan sebagai dasar pengambilan keputusan dapat terjamin.

1. Verifikasi

Verifikasi merupakan proses pengecekan apakah model yang dibuat sudah benar dan sesuai dengan konsep yang digunakan dalam pembuatan model tersebut [20]. Verifikasi digunakan untuk memeriksa apakah terdapat kesalahan dalam model yang telah dibuat atau memeriksa apakah seluruh unit pada model telah konsisten semua. Verifikasi dilakukan untuk mengetahui apakah model dapat dijalankan tanpa adanya error atau unit yang masih belum konsisten.

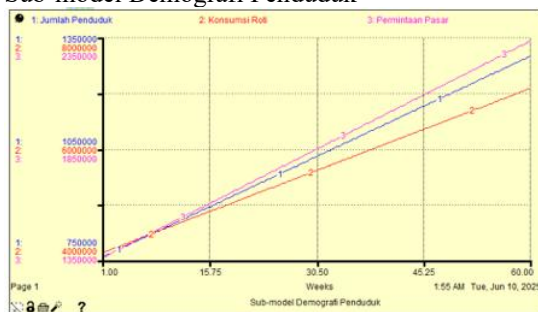
2. Validasi

Validasi model bertujuan memastikan bahwa model mampu merepresentasikan sistem nyata secara akurat [20]. Namun, penelitian ini menghadapi keterbatasan data historis, sehingga validasi dilakukan menggunakan pendekatan berbasis rentang nilai parameter yang diperoleh dari sumber primer. Pendekatan ini memastikan hasil simulasi berada dalam batasan yang wajar. Validasi dilakukan dengan pendekatan *ex-post*, yakni mengevaluasi hasil model berdasarkan data aktual setelah simulasi dijalankan [21]. Pendekatan ini cocok untuk sistem produksi roti yang kompleks dan dinamis, serta tetap memungkinkan pengambilan keputusan yang relevan meskipun data historis terbatas.

D. Analisis Simulasi Model

Berikut adalah hasil analisis berdasarkan hasil *running stock flow diagram* yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Sub-model Demografi Penduduk

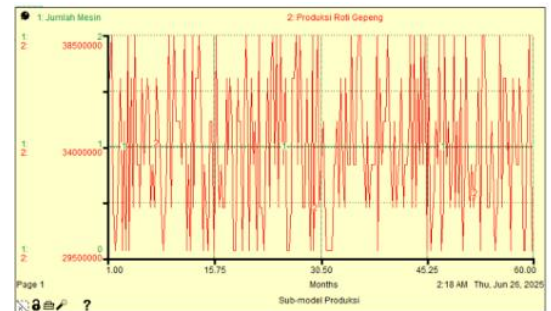


Gambar 7. Hasil Output Sub-model Demografi Penduduk

Hasil simulasi menunjukkan bahwa jumlah penduduk Kota Balikpapan diperkirakan meningkat dari 757.418 menjadi 794.194 jiwa dalam lima tahun, terutama karena perpindahan IKN, imigrasi, dan angka kelahiran yang tinggi. Kenaikan ini mendorong peningkatan konsumsi

roti dari sekitar 4,1 juta menjadi 4,3 juta unit per tahun. Variabel penambahan penduduk dimodelkan melalui *input* perpindahan IKN (8.333 jiwa/bulan), imigran (389 jiwa/bulan), dan kelahiran (833 jiwa/bulan). Sementara itu, penurunan penduduk dipengaruhi oleh emigrasi (100 jiwa/bulan) dan kematian (261 jiwa/bulan). Rata-rata konsumsi roti per penduduk per bulan adalah 5,448 pcs. Dengan meningkatnya jumlah penduduk, konsumsi dan permintaan pasar roti ikut meningkat, sehingga produsen perlu mempertimbangkan hal ini sebagai dasar penting dalam perencanaan kapasitas produksi.

2. Sub-model Produksi



Gambar 8. Hasil Output Sub-model Produksi

Simulasi menunjukkan bahwa jumlah mesin produksi tetap 1 set, namun *output* produksi roti gepeng mengalami fluktuasi antara 33 hingga 38 juta pcs per tahun. Fluktuasi ini disebabkan oleh faktor eksternal seperti cuaca buruk dan waktu tunggu perbaikan mesin yang tidak stabil. Pola fluktuasi yang berulang menandakan sistem produksi cukup responsif, tetapi rentan terhadap gangguan. Oleh karena itu, pengendalian terhadap faktor eksternal menjadi kunci untuk menjaga kestabilan produksi. Strategi pengelolaan yang adaptif diperlukan agar *output* tetap optimal di tengah dinamika operasional

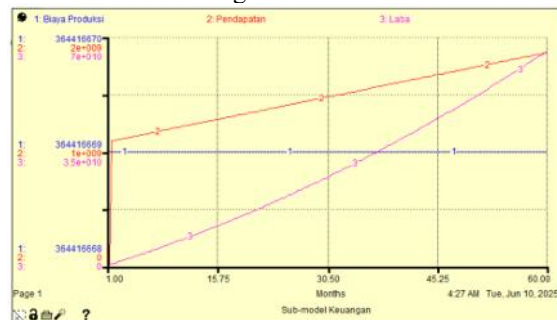
3. Sub-model Bahan Baku

Hasil simulasi menunjukkan bahwa konsumsi bahan baku seperti cokelat, gula, kacang, dan tepung mengikuti fluktuasi produksi roti. Semakin tinggi volume produksi, semakin besar kebutuhan bahan baku, dan sebaliknya. Hal ini menegaskan adanya korelasi langsung antara tingkat produksi dan penggunaan bahan baku.

PEMODELAN SISTEM UNTUK PRODUKSI ROTI GEPENG PADA ROTI GEPENG ZB (ZEBRA BROTHER) BALIKPAPAN MENGGUNAKAN METODE SISTEM DINAMIS

Tahun	Produksi	Cokelat	Gula Pasir	Kacang	Kelapa	Margarin	Minyak	Ragi	Tepung
2024	257.250.000	1.288.250.000	643.125.000	771.750.000	771.750.000	514.500.000	355.005.000	77.175.000	7.717.500.000
2025	232.750.000	1.183.750.000	581.875.000	698.250.000	898.250.000	485.500.000	321.195.000	69.825.000	6.982.500.000
2026	245.000.000	1.225.000.000	812.500.000	735.000.000	735.000.000	490.000.000	338.100.000	73.500.000	7.350.000.000
2027	257.250.000	1.288.250.000	643.125.000	771.750.000	771.750.000	514.500.000	355.005.000	77.175.000	7.717.500.000

4. Sub-model Keuangan



Gambar 9. Hasil Output Sub-model Keuangan

Simulasi menunjukkan bahwa biaya produksi tetap stabil di angka Rp364 juta per tahun. Pendapatan meningkat sejak tahun kedua dan cenderung stabil setelahnya. Laba juga tumbuh signifikan, mencapai akumulasi Rp1 miliar di tahun keempat. Hal ini menunjukkan sistem keuangan yang sehat, dengan keseimbangan antara biaya tetap dan pendapatan yang mendorong pertumbuhan laba berkelanjutan.

V. PENGEMBANGAN SKENARIO MODEL

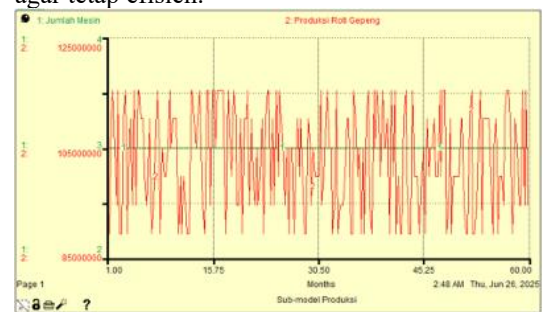
A. Rancangan Skenario Model

Dilakukan perancangan enam skenario untuk mensimulasikan berbagai kondisi sistem produksi roti. Skenario mencakup sub-model produksi, bahan baku, dan keuangan dalam periode 2024–2028. Tujuannya adalah menganalisis dampak perubahan permintaan dan efisiensi terhadap laba perusahaan, serta memberikan dasar strategi jangka panjang yang lebih tepat.

1. Penambahan Jumlah Mesin

Skenario penambahan jumlah mesin dari 1 menjadi 3 set menunjukkan peningkatan signifikan pada kapasitas produksi, dengan output mencapai 105 juta pcs. Namun, produksi tetap fluktuatif akibat faktor eksternal seperti cuaca dan waktu perbaikan mesin. Penambahan mesin meningkatkan volume produksi, tetapi belum menjamin kestabilan tanpa perbaikan aspek operasional lainnya seperti manajemen bahan baku dan efisiensi kerja.

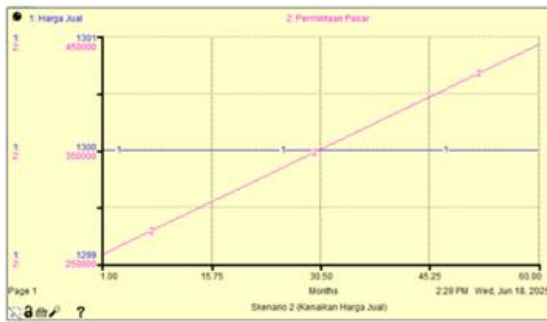
Penambahan jumlah mesin terbukti efektif meningkatkan kapasitas produksi dan fleksibilitas dalam menghadapi permintaan pasar. Strategi ini direkomendasikan untuk diterapkan, namun perlu diimbangi dengan pengelolaan biaya pemeliharaan agar tetap efisien.



Gambar 10. Grafik Hasil Pengembangan Model Skenario Penambahan Jumlah Mesin

2. Kenaikan Harga Jual

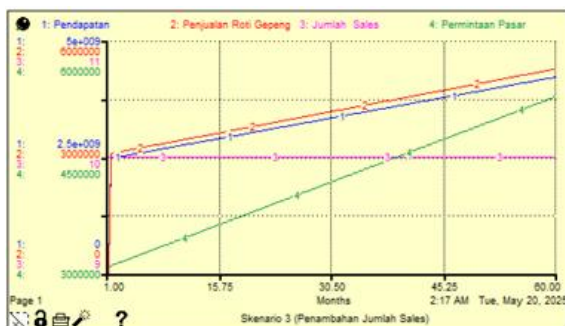
Hasil simulasi menunjukkan bahwa kenaikan harga jual sebesar Rp1.300 berdampak signifikan terhadap penurunan permintaan pasar. Permintaan menurun tajam di awal, meskipun perlahan mengalami peningkatan kembali seiring waktu. Grafik menunjukkan bahwa meskipun pasar masih berkembang, daya beli konsumen tetap sensitif terhadap perubahan harga. Penetapan harga jual yang terlalu tinggi dapat menghambat potensi penjualan dan menyebabkan penurunan volume konsumsi roti secara keseluruhan. Sebaliknya, harga yang lebih terjangkau dapat mendorong peningkatan permintaan secara signifikan. Dengan demikian, strategi penetapan harga harus mempertimbangkan keseimbangan antara pendapatan dan volume penjualan. Menyesuaikan harga secara hati-hati dengan kondisi pasar sangat penting untuk menjaga pertumbuhan permintaan dan daya saing produk di tengah fluktuasi ekonomi dan persaingan pasar.



Gambar 11. Grafik Hasil Pengembangan Model Skenario Kenaikan Harga Jual

3. Penambahan Jumlah Sales

Hasil simulasi menunjukkan bahwa penambahan jumlah sales menjadi 10 orang memberikan dampak positif yang signifikan terhadap peningkatan permintaan pasar, penjualan, dan pendapatan perusahaan. Aktivitas sales yang lebih intensif terbukti mampu menjangkau lebih banyak konsumen, meningkatkan kesadaran pasar terhadap produk, serta mendorong minat beli masyarakat. Permintaan pasar mengalami kenaikan secara konsisten dari waktu ke waktu, yang kemudian diikuti oleh peningkatan volume penjualan roti gepeng. Dampak positif ini secara langsung tercermin dalam pertumbuhan pendapatan perusahaan selama periode simulasi. Penambahan jumlah tenaga penjual terbukti menjadi strategi yang efektif dalam memperluas jangkauan pasar dan mempercepat pertumbuhan bisnis. Dengan demikian, strategi peningkatan jumlah sales dapat dijadikan salah satu rekomendasi utama dalam pengembangan usaha, terutama dalam menghadapi persaingan dan memperbesar pangsa pasar secara berkelanjutan.

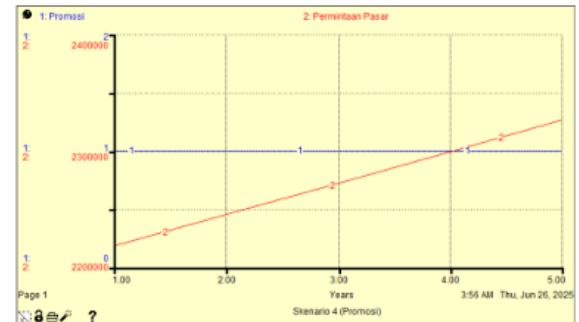


Gambar 12. Grafik Hasil Pengembangan Model Skenario Penambahan Jumlah Sales

4. Melakukan Promosi Secara Rutin

Hasil simulasi menunjukkan bahwa pelaksanaan promosi secara rutin berdampak positif terhadap peningkatan permintaan pasar roti gepeng, dengan kenaikan dari sekitar 2.200.000 menjadi mendekati 2.300.000 pcs. Hal ini menunjukkan bahwa promosi berperan dalam mendorong minat konsumen dan memperkuat posisi produk di pasar. Promosi yang dilakukan secara konsisten dapat

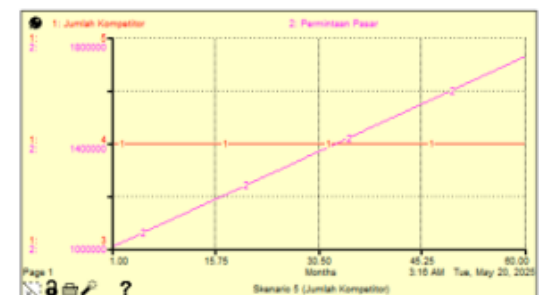
membangun *brand awareness*, meningkatkan kepercayaan konsumen, serta memperluas jangkauan pasar. Efektivitas promosi juga dapat ditingkatkan dengan menyesuaikannya terhadap perubahan perilaku konsumen dan dinamika persaingan. Dengan demikian, strategi promosi yang rutin dan inovatif menjadi salah satu langkah penting dalam pengembangan pasar dan peningkatan volume penjualan. Perusahaan disarankan untuk mempertahankan atau bahkan meningkatkan upaya promosi guna mendukung pertumbuhan permintaan secara berkelanjutan.



Gambar 13. Grafik Hasil Pengembangan Model Skenario Melakukan Promosi Secara Rutin

5. Jumlah Kompetitor

Grafik menunjukkan adanya peningkatan permintaan pasar dari sekitar 1.000.000 menjadi hampir 1.800.000 meskipun jumlah kompetitor meningkat hingga empat. Namun, jika dibandingkan dengan kondisi aktual, peningkatan jumlah kompetitor justru cenderung menurunkan permintaan pasar karena persaingan yang semakin ketat. Untuk mengatasi hal tersebut, perusahaan perlu menerapkan strategi yang tepat agar tetap kompetitif. Beberapa strategi yang disarankan meliputi peningkatan intensitas promosi dan penguatan *branding*, salah satunya melalui pembaruan desain kemasan agar lebih menarik di mata konsumen. Selain itu, pemberian promo khusus dapat mendorong minat beli, dan kemitraan strategis dengan distributor maupun *platform digital* dapat memperluas jangkauan pasar. Dengan langkah-langkah ini, perusahaan memiliki peluang untuk mempertahankan bahkan meningkatkan permintaan pasar meskipun jumlah kompetitor terus bertambah.

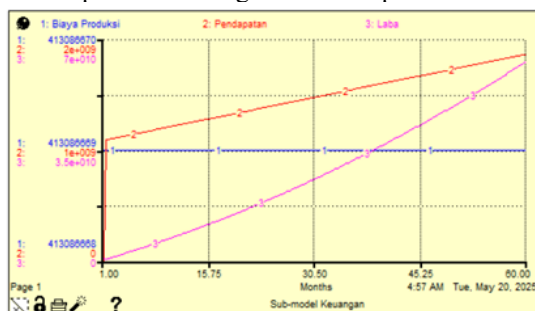


Gambar 14. Grafik Hasil Pengembangan Model Skenario Jumlah Kompetitor

PEMODELAN SISTEM UNTUK PRODUKSI ROTI GEPENG PADA ROTI GEPENG ZB (ZEBRA BROTHER) BALIKPAPAN MENGGUNAKAN METODE SISTEM DINAMIS

6. Kenaikan Harga Bahan Baku

Simulasi menunjukkan bahwa kenaikan harga bahan baku sebesar 10% berdampak langsung pada peningkatan biaya produksi, yaitu nilai awal menjadi sekitar Rp413 juta per tahun. Bahan baku utama seperti tepung, minyak, margarin, dan gula mengalami lonjakan harga, contohnya harga tepung naik menjadi Rp193.600.000 dan minyak mencapai Rp71.500.000. Kenaikan ini mencerminkan situasi nyata inflasi di Indonesia, di mana harga-harga komoditas terus meningkat seiring kondisi ekonomi nasional dan global. Meskipun biaya produksi naik, pendapatan perusahaan tetap menunjukkan peningkatan secara linier selama periode simulasi, dan laba juga mengalami kenaikan, terutama menjelang akhir tahun ke-5. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan mampu mengelola kenaikan harga bahan baku melalui strategi penyesuaian harga jual atau peningkatan efisiensi produksi dan penjualan. Dengan demikian, skenario ini menegaskan pentingnya kesiapan perusahaan dalam menghadapi inflasi, melalui pengendalian biaya dan strategi harga yang adaptif. Keberhasilan menjaga pertumbuhan laba di tengah kenaikan biaya produksi membuktikan bahwa sistem produksi dan keuangan perusahaan cukup tangguh, namun tetap perlu evaluasi dan pengawasan terhadap fluktuasi harga di masa depan.



Gambar 15. Grafik Hasil Pengembangan Model Skenario Kenaikan Harga Bahan Baku.

B. Rekomendasi Skenario Model

Dari enam skenario yang disusun dalam pengembangan model, lima skenario menunjukkan hasil yang paling efektif dan direkomendasikan untuk diimplementasikan. Skenario tersebut meliputi penambahan jumlah mesin, penambahan jumlah sales, promosi rutin, serta mempertimbangkan kondisi aktual seperti kenaikan jumlah kompetitor dan kenaikan harga bahan baku. Kombinasi dari kelima skenario ini dinilai mampu meningkatkan performa produksi sekaligus mempertahankan daya saing perusahaan di tengah dinamika pasar.

Hasil simulasi menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada permintaan pasar, dari sekitar 2.500.000 unit menjadi 4.500.000 unit. Peningkatan ini didorong oleh strategi penambahan sales dan melakukan promosi yang efektif guna menjangkau lebih banyak konsumen. Selain itu, laba perusahaan juga meningkat secara signifikan, bahkan melebihi laju pertumbuhan permintaan, yang mencerminkan

peningkatan efisiensi dan pengelolaan biaya yang baik. Biaya produksi mengalami kenaikan dari Rp364.416.669 menjadi Rp426.336.670 sebagai konsekuensi dari naiknya harga bahan baku dan investasi mesin baru. Namun, kenaikan ini tidak berdampak signifikan terhadap profitabilitas secara keseluruhan.

Berdasarkan grafik hasil simulasi, dapat disimpulkan bahwa skenario rekomendasi memberikan dampak positif yang jauh lebih besar. Meski terdapat penurunan laba pada awal implementasi, hal ini dipandang sebagai bagian dari proses adaptasi dan investasi jangka pendek. Pertumbuhan laba yang konsisten pada tahun-tahun berikutnya membuktikan bahwa strategi yang diterapkan dalam skenario ini efektif dalam jangka panjang. Oleh karena itu, skenario ini layak dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan strategis perusahaan, baik dalam pengelolaan operasional harian maupun perencanaan kebijakan jangka panjang yang berfokus pada pertumbuhan berkelanjutan dan peningkatan daya saing di pasar.



Gambar 16. Rekomendasi Skenario Model

VI. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem produksi roti gepeng di pabrik ZB (Zebra Brother) Balikpapan dipengaruhi oleh sejumlah faktor utama, antara lain jumlah penduduk, konsumsi roti, permintaan pasar, pembelian bahan baku, kapasitas mesin, biaya produksi, dan laba. Melalui pendekatan sistem dinamis, pemodelan selama lima tahun ke depan menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk berkontribusi pada peningkatan konsumsi dan permintaan pasar. Produksi mengalami fluktuasi, namun dapat dikendalikan melalui penyesuaian kapasitas produksi. Pengelolaan bahan baku yang efisien menjadi hal utama untuk menjaga stabilitas operasional. Secara finansial, pendapatan dan laba menunjukkan tren positif meskipun terdapat keterbatasan data yang menyebabkan model bersifat linier dan disederhanakan.

Dari enam skenario yang diuji, lima skenario direkomendasikan sebagai strategi perbaikan, yaitu penambahan mesin, penambahan sales, promosi rutin, kenaikan harga bahan baku, dan kenaikan jumlah kompetitor. Skenario gabungan ini terbukti meningkatkan permintaan pasar dan laba secara signifikan, sementara kenaikan biaya produksi masih dalam batas wajar. Oleh karena itu, strategi terbaik adalah kombinasi penambahan

mesin dan tenaga penjual disertai promosi rutin, yang mampu meningkatkan daya saing dan mendukung keberlanjutan perusahaan.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] A. B. Sailila, D. Herdhiansyah, M. Syukri, and Ariani, "Proses Pengolahan dan Pembuatan Roti pada Industri Rumah Tangga Sari Mart di Kelurahan Anggoeaya Kecamatan Poasia Kota Kendari," *TekperJurnal Teknol. dan Manaj. Ind. Pertan.*, vol. 4, no. 2, pp. 97–104, 2023.
- [2] Bps.go.id, "Rata-rata Konsumsi Perkapita Seminggu Menurut Kelompok Makanan dan Minuman Jadi Per Kabupaten/kota (Satuan Komoditas), 2019-2024," Bps.go.id. Accessed: Jun. 26, 2025. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjEwNyMy/rata-rata-konsumsi-perkapita-seminggu-menurut-kelompok-makanan-dan-minuman-jadi-per-kabupaten-kota.html>
- [3] M. K. Saraswati and E. A. W. Adi, "Pemindahan Ibu Kota Negara Ke Provinsi Kalimantan Timur Berdasarkan Analisis SWOT," *J. Ilmu Sos. dan Pendidik.*, vol. 6, no. 2, pp. 4042–4052, 2022, doi: 10.36312/jisip.v6i1.3086/http.
- [4] Capil.balikipapan.go.id, "Jumlah Penduduk dan Kepala Keluarga Kota Balikpapan," Capil.balikipapan.go.id. Accessed: Jun. 26, 2025. [Online]. Available: <https://capil.balikipapan.go.id/disdukcapi/dkb/2/downl oaddkb>
- [5] H. P. Sutanto, "Transformasi Sosial Budaya Penduduk IKN Nusantara," *J. Stud. Kebijak. Publik*, vol. 1, no. 1, pp. 43–56, Nov. 2022, doi: 10.21787/jskp.1.2022.43-56.
- [6] L. R. Andhika, "Model Sistem Dinamis: Simulasi Formulasi Kebijakan Publik," *J. Ekon. Kebijak. Publik*, vol. 10, no. 1, pp. 73–86, 2019, doi: 10.22212/jekp.v10i1.1242.
- [7] R. I. Liperda, P. A. Dianisa, A. Izzatunnisa, F. D. Utami, and M. Hibatullah, "Simulasi Optimasi Antrian Truk Pada Proses Loading Sembako Gudang PT.XYZ," *JISI J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–12, Mar. 2022, doi: 10.24853/jisi.9.1.1-12.
- [8] A. Consulting, "A Comparison of System Dynamics (SD) and Discrete Event Simulation (DES)," in *proceedings*, 1999.
- [9] M. Helal, *A Hybrid System Dynamics-Discrete Event Simulation Approach To Simulating The Manufacturing Enterprise*. 2008. [Online]. Available: <http://library.ucf.edu>
- [10] D. Antonelli, P. Litwin, and D. Stadnicka, "Multiple System Dynamics and Discrete Event Simulation for Manufacturing System Performance Evaluation," in *Procedia CIRP*, Elsevier B.V., 2018, pp. 178–183. doi: 10.1016/j.procir.2018.08.312.
- [11] A. A. Tako and S. Robinson, "Comparing Discrete-Event Simulation and System Dynamics: Users' Perceptions," *J. Oper. Res. Soc.*, vol. 60, no. 3, pp. 296–312, 2009, doi: 10.1057/palgrave.jors.2602566.
- [12] Pemilik Pabrik Roti Gepeng ZB, "Wawancara Pribadi," 2024.
- [13] M. A. I. Shiddekh and E. Suryani, "Model Sistem Dinamik Spasial Untuk Mengurangi Tingkat Kepadatan Ruas Jalan Utama Kota Surabaya Dengan Metode Smart Mobility," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 1, pp. 138–142, 2018.
- [14] A. Firmansyah and E. Suryani, "Model Sistem Dinamik Untuk Pengembangan Smart Economy (Studi Kasus: Kota Surabaya)," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 2, pp. 276–281, 2017.
- [15] T. E. Zulfikar, S. Supriyadi, R. Rosihin, and A. Nalhadi, "Pemodelan Sistem Persediaan Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamik," *JiTEKH*, vol. 11, no. 2, pp. 62–69, Sep. 2023, doi: 10.35447/jitekh.v11i2.783.
- [16] E. Suryani, R. A. Hendrawan, U. E. Rahmawati, and M. G. S. Wicaksono, *Model Sistem Dinamik Peningkatan Produktivitas Padi*. 2023.
- [17] D. P. Anggraeni, C. Renatasari, P. April, R. Pakpahan, S. Fitri, and A. Wati, "Analisis Peningkatan Jumlah Transportasi Kota Surabaya Menggunakan Sistem Dinamik," 2024.
- [18] V. Sarasi, D. Yulianti, and J. I. Farras, *Pengantar Berpikir Sistem dan Dinamika Sistem*. 2021. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/355165945>
- [19] E. Suryani et al., "Peningkatan Penjualan Produk UMKM Mysneakersby melalui Platform E-Commerce dengan Pendekatan Sistem Dinamik," *Sewagati, J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 7, no. 5, pp. 830–838, Jun. 2023, doi: 10.12962/j26139960.v7i5.684.
- [20] B. K. Khotimah, *Teori Simulasi dan Pemodelan: Konsep, Aplikasi, dan Pemodelan*. 2015.
- [21] Corporate Finance Training, "CFI Ex-Ante vs Ex-Post." [Online]. Available: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/equities/ex-ante-vs-ex-post/>