

## Model Simulasi Persediaan Bahan Baku Kedelai Untuk Industri Tahu di Kabupaten Purwakarta Menggunakan Sistem Dinamis (Studi Kasus: Pabrik Tahu “X”)

Dedy Setyo Oetomo<sup>1</sup>, Rizky Fajar Ramdhani<sup>2</sup>, Angga Arisandi Febrian<sup>3</sup>, Akhsani Nur Amalia<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana

Jl. Alternative Bukit Indah - Purwakarta, Mulyamekar, Kec. Babakancikao, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat

Tel/Fax: 085320904979, 087823144168 / 081296116035, 081296116035, 085722190441

Email: dedy@wastukencana.ac.id<sup>1</sup>, rizky@wastukencana.ac.id<sup>2</sup>, akhsani@wastukencana.ac.id<sup>4</sup>

### RIWAYAT ARTIKEL

Received: 2024-05-21

Revised : 2024-06-17

Accepted: 2024-06-17

### KEYWORD

Dynamic System,

Inventory,

Vensim,

Soybeans,

Tofu Factory

### KATA KUNCI

Sistem Dinamis,

persediaan

Vensim,

Kedelai,

Pabrik Tahu

### ABSTRACT

*Tofu factory “X” is a tofu factory located in Purwakarta Regency, West Java. Purchasing soybeans in large quantities is very risky, because the price of soybeans is very fluctuating. The impact received is when purchasing the price of soybeans purchased when the price is high but when making production at a later date the price of soybeans is falling. This will greatly affect the price of tofu later, because the price sold does not match the market price. The dynamic system model for the availability of soybeans at the “X” tofu factory is in the first scenario the existing model of soybean inventory at the “X” tofu factory. Then the second scenario run is to increase the safety stock by 0.05 or 5%. As for the third scenario used is to use lot size using sack units, in each sack containing 50 kg. Based on the results of the scenarios that have been run, the best scenario that has been simulated in this dynamic system has been chosen. The conditions that occur in this first scenario are models that match the existing. In this first scenario can provide a profit of Rp. 491,898,600.00. Compared to the second scenario of Rp. 467,765,400.00 and the third scenario of Rp. 480,605,800.00.*

### ABSTRAK

Pabrik tahu “X” merupakan pabrik tahu yang terletak di daerah Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat. Pembelian kedelai dalam jumlah banyak sangat beresiko, karena harga dari kacang kedelai ini sangat fluktuatif. dampak yang diterima adalah ketika melakukan pembelian harga kedelai yang dibeli saat sedang harga tinggi namun ketika melakukan produksi dikemudian hari harga kedelai sedang turun. Hal ini akan sangat berpengaruh terhadap harga tahu nantinya, karena harga dijual tidak sesuai dengan harga dipasar. Model sistem dinamis untuk ketersediaan kacang kedelai pada pabrik tahu “X” adalah pada skenario pertama model eksisting persediaan kacang kedelai di pabrik tahu “X”. Kemudian skenario kedua dijalankan adalah dengan menambah *safety stock* sebesar 0,05 atau 5%. Sedangkan untuk skenario ketiga digunakan adalah menggunakan *lot size* menggunakan satuan karung, dalam setiap karung berisikan 50 kg. Berdasarkan hasil skenario yang telah dijalankan, telah terpilih skenario terbaik yang telah disimulasikan pada sistem dinamis ini adalah skenario pertama. Kondisi yang terjadi dalam skenario pertama ini adalah model yang sesuai dengan eksisting. Pada skenario pertama ini dapat memberikan keuntungan sebesar Rp. 491.898.600,00. Dibandingkan dengan skenario kedua sebesar Rp. 467.765.400,00. dan skenario ketiga sebesar Rp. 480.605.800,00.

## 1. Pendahuluan

Purwakarta merupakan salah satu Kabupaten di Jawa Barat, dengan jumlah penduduk berdasarkan sensus penduduk tahun 2020 sebesar 997.860 jiwa. Purwakarta sendiri adalah Kabupaten dengan rata-rata pengeluaran per kapita se bulan untuk kelompok kacang-kacangan sebesar 2,07 persen (purwakartakab.bps.go.id). Atau pengeluaran per kapita sebulan sebesar Rp. 12.791 (purwakartakab.bps.go.id). Jika melihat angka ini, diatas pengeluaran per kapita per bulan untuk kelompok kacang-kacangan provinsi Jawa barat sebesar 1,00 persen (jabar.bps.go.id). Atau pengeluaran per kapita sebulan sebesar Rp. 12.418 (purwakartakab.bps.go.id). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pengeluaran per kapita yang dilakukan di Kabupaten Purwakarta di atas Provinsi Jawa barat. Hal ini tentunya perlu dibarengi, dengan tingkat produksi kacang-kacangan di Purwakarta khususnya untuk produksi kacang kedelai. Berdasarkan data BPS Kabupaten Purwakarta menunjukkan luas panen kedelai pada tahun 2018 sebesar 1171,6 hektar. Sedangkan pada tahun 2019 mengalami penurunan luas panen sebesar 21,4 persen atau luas lahan panen hanya menjadi sebesar 250,2 hektar. Jika melihat kondisi dilapangan, kacang kedelai untuk produksi banyak didominasi oleh kacang kedelai impor.

Saat ini para perajin tahu sering sekali memiliki masalah berkaitan dengan bahan baku utamanya, yaitu kacang kedelai. Sering dijumpai bahwa ketersediaan kacang kedelai sulit untuk didapatkan karena dipengaruhi oleh harga yang didapatkan di pasaran sangat mahal untuk perajin tahu. Sebagai bahan baku utama ketersediaan dari kacang kedelai ini harus bisa memenuhi permintaan dari para perajin tahu. Dalam usaha untuk pemenuhan persediaan kacang kedelai bagi industri perajin tahu, ketersediaan kacang kedelai dipengaruhi oleh waktu panen, faktor alam, harga, luas lahan sampai dengan faktor kebijakan yang dibuat oleh pemerintah termasuk untuk kebijakan impor. Jika dilihat dari faktor-faktor tersebut ketersediaan kacang kedelai dipengaruhi tidak hanya oleh satu faktor saja tetapi oleh beragam faktor. Sering didapatkan bahwa ketersediaan tahu dipasaran sering mengalami kelangkaan, hal ini disebabkan karena harga kacang kedelai yang terlalu mahal. Faktor kedelai mahal di sini dapat dikaitkan dengan banyak faktor yang berbeda. Yang pertama adalah bahwa kedelai tidak tersedia secara komersial (tidak tersedia dipasaran).

Pabrik Ade Siroj merupakan pabrik tahu yang terletak di daerah Kabupaten Purwakarta, Jawa

Barat. Dalam usaha untuk pemenuhan persediaan kedelai biasanya pabrik ini melakukan pembelian kedelai dalam jumlah yang banyak. Tentunya pembelian kedelai dalam jumlah banyak ini sangat beresiko, karena harga dari kacang kedelai ini sangat naik dan turun. Tentu dampak yang diterima adalah ketika melakukan pembelian harga kedelai yang dibeli saat sedang harga yang tinggi namun ketika melakukan produksi dikemudian hari harga kedelai sedang turun. Hal ini tentunya akan sangat berpengaruh terhadap harga tahu nantinya, karena harga yang dijual tidak sesuai dengan harga di pasaran. Dengan demikian keuntungan yang di dapatkan dari penjualan tahu, akan berkurang. Faktor lain yang dapat mempengaruhi ketersediaan kacang kedelai adalah waktu tunggu antar kedatangan (lead time) dari kedelai tersebut juga bisa menjadi tidak menentu, jika ketersediaan kacang kedelai dipasaran tidak dapat mencukupi produksi tahu. Selain faktor tersebut, Pabrik tahu juga mengalami ketidakpastian penjualan, hal ini bisa diakibatkan oleh permintaan di pasaran yang tidak menentu. Faktor ini bisa berdampak pada ketersediaan stok kedelai yang ada di pabrik tahu. Faktor ini, bisa membuat stok sisa dari produksi memiliki sisa yang cukup banyak atau juga bisa menjadi stok kedelai yang terlalu mendekati kebutuhan produksi.

Untuk itu agar terhindar dari kerugian, akibat dari permasalahan kebutuhan kacang kedelai. Maka dari itu, perlu dilakukan sebuah model simulasi. Model simulasi yang dapat digunakan adalah sistem dinamis. Penggunaan sistem dinamis ini bertujuan untuk melakukan sebuah simulasi, yang berkaitan dengan persediaan kedelai bagi usaha tahu yang dipengaruhi oleh faktor harga, ketersediaan kedelai dan penjualan kedelai. Menurut Marimin (2005) dalam jurnal yang ditulis Purnomo, Subayri dan Kuswardhani (2015) menyatakan bahwa untuk pemecahan masalah kompleks tidak dapat menggunakan cara yang sederhana memakai penyebab tunggal, tetapi dapat dengan menggunakan pendekatan yang dapat memberikan sistem dasar untuk memahami penyebab ganda dalam suatu masalah di suatu kerangka sistem. Tinjauan yang ditulis oleh Satrio dan Suryani (2017) menyatakan bahwa sistem dinamis ialah cara atau metode yang dapat memahami situasi permasalahan yang kompleks. Kata kompleks di sini bukan ditekankan berkaitan dengan kebutuhan kedelainya, melainkan formulasi yang akan dibuat dalam sistem dinamik. Formulasi akan menjadi kompleks, ketika terjadi perubahan-perubahan dalam model yang dibuat. Manfaat dari

penggunaan simulasi model sistem dinamis ini adalah untuk membuat tingkat ketersediaan atau stok dari kedelai di pabrik tidak terlalu jauh jarak antara kacang kedelai yang di produksi dan juga kacang kedelai yang dibeli. Oleh karena itu, dengan menggunakan sistem dinamis perubahan yang terjadi dalam model dapat dengan mudah dibuat dan dijadikan sebuah model.

## 2. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif adalah metode penelitian berdasarkan filsafat postpositivisme atau enterpretatif, digunakan untuk mempelajari keadaan subjek alami, peneliti adalah alat utama dan teknik pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode triangulasi (gabungan observasi, wawancara dan dokumentasi), data yang kita dapatkan cenderung kualitatif, analisis data bersifat induktif/kualitatif, dan hasilnya digunakan untuk memahami makna, memahami keunikan, mengkonstruksi fenomena dan menemukan hipotesis (Sugiyono, 2017)

Penelitian dilakukan pada industri Pabrik tahu "X" yang terletak dikawasan Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat. Dengan waktu penelitian pada bulan mei-juli 2021. Tahapan dalam penelitian ini adalah identifikasi masalah, pengumpulan data, analisis pola peramalan, pembuatan diagram *causal loop*, pembuatan diagram *stock and flow*, perancangan skenario, verifikasi dan validasi model. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah pemakaian kedelai, produksi tahu, *lead time*, *safety stock*, dan harga kedelai.

Dalam penelitian ini, memiliki keterbatasan-keterbatasan yang dilakukan dalam rangka untuk melakukan penelitian ini, yaitu :

- 1) Data yang digunakan merupakan data yang sudah tersedia keberadaannya.
- 2) Pengambilan data hanya bisa diambil selama 12 bulan.
- 3) Simulasi dilakukan dalam waktu 12 bulan.
- 4) Versi aplikasi yang digunakan adalah Vensim Personal Learning Edition (PLE), sehingga ada beberapa fungsi yang tidak bisa digunakan dalam versi ini.

Dalam menjalankan sebuah simulasi berkaitan dengan kebutuhan kedelai, maka ada asumsi yang digunakan dalam jalannya simulasi. Asumsi adalah kondisi yang ditetapkan sehingga jangkauan penelitian/riset jelas batasannya. Dalam penelitian ini, asumsi digunakan untuk membantu jalannya

simulasi dalam vensim. Adapun asumsi dalam penelitian ini adalah:

- 1) Setiap 10 kg kacang kedelai, mampu membuat 500 potong tahu.
- 2) Tahu tidak memiliki persediaan, karena tekstur tahu yang mudah rusak dan basi.
- 3) *Safety stock* yang digunakan adalah 5 %.
- 4) *Lot size* pembelian kedelai dalam karung adalah 1 karung sama dengan 50 kg kedelai.
- 5) Harga jual tahu Rp. 500 per potong tahu.
- 6) Harga beli tahu terendah adalah Rp. 9.976,00 dan harga tertinggi tahu adalah Rp. 15.296,00 dengan asumsi pertumbuhan 0,1.
- 7) Waktu simulasi yang digunakan adalah selama 30 periode atau dalam 1 periode adalah 10 hari.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Pabrik tahu "X" merupakan salah satu pabrik pembuat tahu di Kabupaten Purwakarta. Usaha ini pernah mengalami penggunaan penggilingan kedelai yang masih menggunakan batu, lalu kemudian merasakan juga menggunakan alat yang masih menggunakan diesel dan hingga saat ini merasakan penggunaan penggilingan kedelai yang menggunakan dinamo. Tahu yang di produksi pada pabrik ini adalah tahu biasa (kuning). Dalam melakukan produksi tahu, pabrik tahu "X" masih menggunakan bumbu pewarna tahu asli yaitu memakai kunyit, hal ini dilakukan agar dapat memenuhi kepuasan dari pelanggan. Dalam menjalankan usahanya, di bantu oleh 4 orang karyawan yang bertugas untuk pembuatan tahu dan juga dibantu oleh satu orang pegawai yang bertugas sebagai pengantar tahu kepada para pelanggannya. Untuk data permintaan tahu dan pemakaian kedelai yang digunakan untuk pembuatan tahu dalam 12 bulan terakhir adalah sebagai berikut:

**Tabel 1.** Produksi Tahu dan Kedelai

No	Bulan	Tahun	Pemakaian Kedelai (Kg)	Produksi Tahu (Potong)
1	Juli	2020	4.250,00	211.250,00
2	Agustus	2020	3.740,00	185.900,00
3	September	2020	4.250,00	211.250,00
4	Oktober	2020	4.250,00	211.250,00
5	November	2020	3.570,00	177.450,00
6	Desember	2020	4.080,00	202.800,00
7	Januari	2021	3.740,00	185.900,00
8	Februari	2021	3.740,00	185.900,00
9	Maret	2021	3.740,00	185.900,00

No	Bulan	Tahun	Pemakaian Kedelai (Kg)	Produksi Tahu (Potong)
10	April	2021	4.080,00	202.800,00
11	Mei	2021	3.740,00	185.900,00
12	Juni	2021	4.080,00	202.800,00
□			<b>47.260,00</b>	<b>2.349.100,00</b>

Sementara untuk harga kedelai disetiap bulan sering mengalami kenaikan dan penurunan disetiap bulannya. Faktor ini disebabkan oleh stok kedelai dipasaran yang seringkali di memengaruhi oleh masa panen kedelai di petani. Data harga yang didapatkan merupakan data dari bulan juli 2020 sampai dengan bulan juni 2021, data ini merupakan data harga kedelai di Jawa Barat. Data harga kedelai tersebut, tercantum dalam data berikut:

**Tabel 2.** Data Harga kedelai Jawa Barat

No	Bulan	Harga
1	Juli 2020	Rp 10.100,00
2	Agustus 2020	Rp 9.976,00
3	September 2020	Rp 10.003,00
4	Oktober 2020	Rp 10.073,00
5	November 2020	Rp 10.675,00
6	Desember 2020	Rp 10.109,00
7	Januari 2021	Rp 10.551,00
8	Februari 2021	Rp 15.296,00
9	Maret 2021	Rp 11.840,00
10	April 2021	Rp 11.972,00
11	Mei 2021	Rp 11.714,00
12	Juni 2021	Rp 12.000,00
<b>Rata – Rata</b>		Rp 11.192,42
<b>Harga Tertinggi</b>		Rp 15.296,00
<b>Harga Terendah</b>		Rp 9.976,00

Sumber : www.priangan.org

Tahap selanjutnya adalah melakukan analisis pola peramalan. Untuk peramalan dalam penelitian ini, menggunakan metode *moving average* dan *exponensial smoothing*. Maka hasil dari peramalan permintaan tahu adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.** Peramalan *moving average*

No	Bulan	Produksi Tahu (Potong)	Peramalan (Potong)
1	Juli 2020	211.250,00	0
2	Agustus 2020	185.900,00	0

No	Bulan	Produksi Tahu (Potong)	Peramalan (Potong)
3	September 2020	211.250,00	0
4	Oktober 2020	211.250,00	202.800,00
5	November 2020	177.450,00	202.800,00
6	Desember 2020	202.800,00	199.983,33
7	Januari 2021	185.900,00	197.166,67
8	Februari 2021	185.900,00	188.716,67
9	Maret 2021	185.900,00	191.533,33
10	April 2021	202.800,00	185.900,00
11	Mei 2021	185.900,00	191.533,33
12	Juni 2021	202.800,00	191.533,33
13	Juli 2021	-	197.166,67

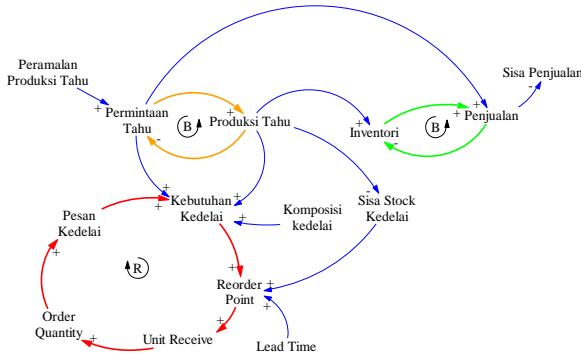
**Tabel 4.** Perhitungan metode *exponensial smoothing*

No	Bulan	Produksi Tahu (Potong)	Peramalan (Potong)
1	Juli 2020	211.250,00	211.250,00
2	Agustus 2020	185.900,00	211.250,00
3	September 2020	211.250,00	207.447,50
4	Oktober 2020	211.250,00	208.017,88
5	November 2020	177.450,00	208.502,69
6	Desember 2020	202.800,00	203.844,79
7	Januari 2021	185.900,00	203.688,07
8	Februari 2021	185.900,00	201.019,86
9	Maret 2021	185.900,00	198.751,88
10	April 2021	202.800,00	196.824,10
11	Mei 2021	185.900,00	197.720,48
12	Juni 2021	202.800,00	195.947,41

Setelah melakukan perhitungan peramalan, maka selanjutnya adalah menentukan nilai kesalahan terkecil dari dua metode tersebut yaitu metode *moving average* dan metode *exponensial smoothing*. Setelah dilakukan perhitungan didapat bahwa metode *moving average* memiliki nilai kesalahan (*error*) terkecil dalam perhitungan *mean absolute percentage error* (MAPE) yaitu sebesar 5.24%. Dibandingkan dengan metode peramalan *exponensial smoothing* yang menghasilkan nilai perhitungan *mean absolute percentage error* (MAPE) sebesar 6.6%. Dengan demikian metode peramalan yang akan digunakan dalam simulasi sistem dinamik adalah metode peramalan *moving average*.

Tahapan selanjutnya adalah membuat diagram *causal loop*. Dalam penggambaran diagram *causal loop*, untuk kebutuhan kedelai pada pabrik tahu ini

dihubungkan antar satu variabel dengan variabel lainnya. Adapun dalam penggambaran diagram *causal loop* ini, ada bermacam variabel yang dihubungkan satu sama lain. Untuk penggambaran diagram *causal loop* kebutuhan kedelai adalah sebagai berikut:



**Gambar 1.** Diagram *causal loop*

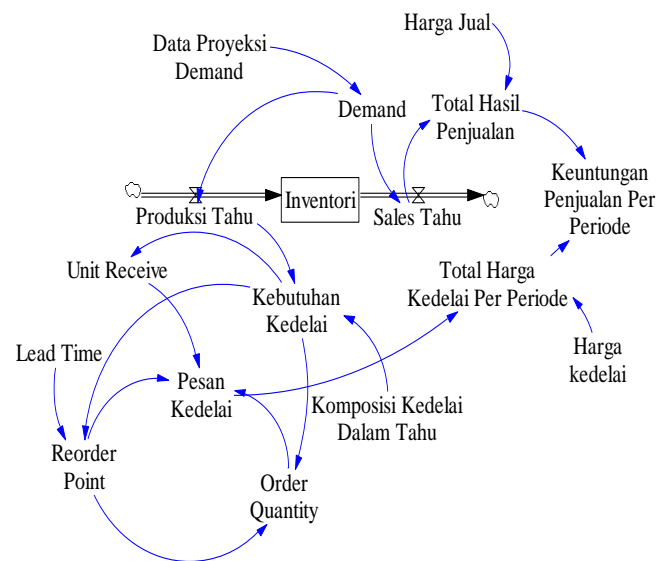
Adapun untuk identifikasi variabel yang ada dalam diagram *causal loop* adalah sebagai berikut:

**Tabel 5.** Variabel Diagram *causal loop*

No	Variabel	Keterangan
1	Permintaan Tahu	Besaran jumlah tahu yang diinginkan pasar
2	Peramalan Produksi Tahu	Nilai yang digunakan untuk memperkirakan permintaan dimasa yang akan datang
3	Produksi	Jumlah tahu yang dibuat atau produksi
4	Inventori	Jumlah persediaan hasil dari produksi tahu
5	Penjualan	Jumlah tahu yang dijual ke pasar
6	Sisa Penjualan	Jumlah tahu yang tidak habis terjual
7	Sisa Stock Kedelai	Jumlah sisa dari produksi yang tidak terpakai
8	Kebutuhan Kedelai	Jumlah kedelai yang dibutuhkan untuk memproduksi tahu disuatu waktu
9	Komposisi Kedelai	Jumlah kedelai untuk membuat tahu
10	Reorder Point	Titik batas seharusnya melakukan pemesanan kembali
11	Unit Receive	Jumlah pesanan yang harus diterima
12	Order Quantity	Besaran nilai yang harus dipesan

No	Variabel	Keterangan
13	Pesan Kedelai	Waktu di mana seharusnya melakukan pemesanan sesuai dengan lead time
14	Lead Time	Waktu tunggu sampai pesanan datang

Tahap selanjutnya adalah pembuatan diagram *stock and flow*. Dalam menjalankan simulasi dengan diagram *stock and flow*, dibantu dengan bantuan aplikasi *Ventana Sistem Personal Learning Edition* (Vensim PLE) versi 8.2.1. Simulasi yang dijalankan dalam mencari kebutuhan untuk pabrik tahu ini dijalankan selama 30 periode. Dalam 30 periode ini merupakan hasil pembagian dalam 1 bulan terdapat 3 periode, yang artinya data hasil peramalan *moving average* yaitu 10 bulan dikalikan dengan 3 periode. Dalam skenario pertama ini adalah kondisi eksisting yang digunakan saat ini. Hal pertama yang dilakukan dalam pembuatan skenario ini adalah membuat diagram *stock and flow*. *Stock and Flow* diagram merupakan bagian dari pengembangan *causal loop* diagram. Model diagram yang ada dalam diagram sebab akibat ini akan dikembangkan lagi didalam diagram *stock and flow*. Diagram *stock and flow* ini, merupakan diagram yang berfungsi sebagai simulasi. Dalam diagram *stock and flow* diagram terdapat *level*, *rate* dan juga variabel. *Inventori* dalam diagram *stock and flow* ini merupakan *level*, produksi merupakan *rate input* dan juga *sales* tahu merupakan *rate output*. Sedangkan yang lain dalam diagram *stock and flow* merupakan *auxiliary*.



**Gambar 2.** Diagram *stock and flow* skenario pertama

**Tabel 6.** Equation diagram stock and flow

No	Variabel	Equation	Unit
1	Produksi Tahu	<i>Demand</i>	Tahu/ Periode
2	<i>Inventori</i>	Produksi Tahu-Sales Tahu	Tahu
3	Sales Tahu	<i>Demand</i>	Tahu/ Periode
4	Data Proyeksi <i>Demand</i>	<i>Reference mode</i>	Tahu/ Periode
5	<i>Demand</i>	Data Proyeksi Demand	Tahu/ Periode
6	Kebutuhan Kedelai	Produksi Tahu*Komposisi Kedelai Dalam Tahu	Kg/ Periode
7	Komposisi Kedelai dalam tahu	0.02	Kg/ Tahu
8	<i>Unit Receive</i>	Kebutuhan Kedelai	Kg/ Periode
9	Pesan Kedelai	<i>IF THEN ELSE (Order Quantity&gt;=Reorder Point, Order Quantity, Unit Receive)</i>	Kg/ Periode
10	<i>Order Quantity</i>	<i>IF THEN ELSE (Kebutuhan Kedelai&lt;=Reorder Point, Kebutuhan Kedelai, Reorder Point)</i>	Kg/ Periode
11	<i>Reorder Point</i>	(Kebutuhan Kedelai*Lead Time)	Kg/ Periode
12	<i>Lead Time</i>	1	Dmnl
13	Total Harga Kedelai Per Periode	Harga kedelai*Pesan Kedelai	Rp/ Periode
14	Harga Kedelai	<i>RANDOM UNIFORM (9976,15296, 0.1)</i>	Rp/Kg
15	Total Hasil Penjualan	<i>Sales Tahu*Harga Jual</i>	Rp/ Periode
16	Harga Jual	500	Rp/ Tahu
17	Keuntungan Penjualan Per Periode	Total Hasil Penjualan-Total Harga Kedelai Per Periode	Rp/ Periode

Dalam simulasi ini satuan waktu yang digunakan adalah periode. Di mana dalam satu periode sendiri merupakan 10 hari. Untuk komposisi kedelai dalam tahu angka 0,02 merupakan hasil dari pembagian dari 10 kg/500 tahu, artinya dalam 10 kg kedelai yang di produksi dapat menghasilkan 500 potong tahu. Untuk *equation* dalam *lead time* merupakan 1 periode, di mana dalam 1 periode merupakan 10 hari. *Equations* dalam harga kedelai menggunakan fungsi *random uniform* dengan harga terendah Rp. 9.976 dan harga tertinggi Rp. 15.296 dengan

menggunakan asumsi bahwa harga naik sebesar 0,1. Harga terendah dan tertinggi merupakan harga yang didapat dari harga terakhir selama 12 bulan terakhir. Untuk *equations* harga tahu adalah Rp. 500 per tahu. Setelah mengetahui fungsi *equations*, maka simulasi dapat dijalankan dengan aplikasi Vensim PLE.

**Tabel 7.** Hasil simulasi kebutuhan kedelai

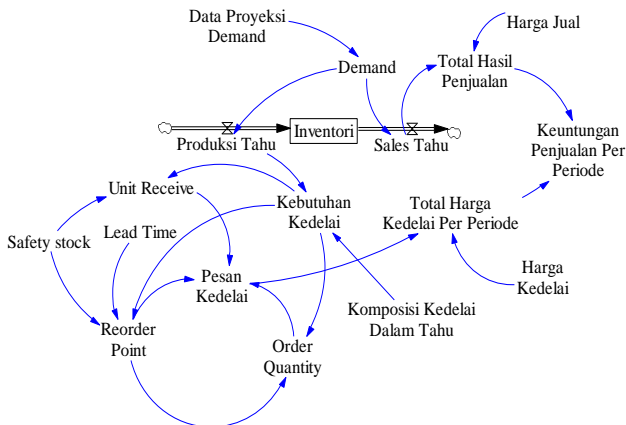
Time (Periode)	Kebutuhan Kedelai (Kg)	Order Quantity (Kg)	Pesan Kedelai (Kg)	Reorder Point (Kg)	Unit Receive (Kg)
0	-	-	1.352,00	-	-
1	1.352,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00
2	1.352,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00
3	1.352,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00
4	1.352,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00
5	1.352,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00
6	1.352,00	1.352,00	1.333,22	1.352,00	1.352,00
7	1.333,22	1.333,22	1.333,22	1.333,22	1.333,22
8	1.333,22	1.333,22	1.333,22	1.333,22	1.333,22
9	1.333,22	1.333,22	1.314,44	1.333,22	1.333,22
10	1.314,44	1.314,44	1.314,44	1.314,44	1.314,44
11	1.314,44	1.314,44	1.314,44	1.314,44	1.314,44
12	1.314,44	1.314,44	1.258,12	1.314,44	1.314,44
13	1.258,12	1.258,12	1.258,12	1.258,12	1.258,12
14	1.258,12	1.258,12	1.258,12	1.258,12	1.258,12
15	1.258,12	1.258,12	1.276,88	1.258,12	1.258,12
16	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88
17	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88
18	1.276,88	1.276,88	1.239,34	1.276,88	1.276,88
19	1.239,34	1.239,34	1.239,34	1.239,34	1.239,34
20	1.239,34	1.239,34	1.239,34	1.239,34	1.239,34
21	1.239,34	1.239,34	1.276,88	1.239,34	1.239,34
22	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88
23	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88
24	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88
25	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88
26	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88
27	1.276,88	1.276,88	1.314,44	1.276,88	1.276,88
28	1.314,44	1.314,44	1.314,44	1.314,44	1.314,44
29	1.314,44	1.314,44	1.314,44	1.314,44	1.314,44
30	1.314,44	1.314,44	-	1.314,44	1.314,44
Average	1.299,42	1.299,42	1.299,42	1.299,42	1.299,42

**Tabel 8.** Keuntungan skenario pertama

Time (Periode)	Total Hasil Penjualan	Total Harga Kedelai Per Periode	Keuntungan Penjualan Per Periode
1	Rp 33.800.000,00	Rp 19.768.600,00	Rp 14.031.400,00
2	Rp 33.800.000,00	Rp 18.130.600,00	Rp 15.669.400,00
3	Rp 33.800.000,00	Rp 19.677.300,00	Rp 14.122.700,00
4	Rp 33.800.000,00	Rp 16.496.300,00	Rp 17.303.700,00
5	Rp 33.800.000,00	Rp 14.306.700,00	Rp 19.493.300,00
6	Rp 33.800.000,00	Rp 14.277.500,00	Rp 19.522.500,00
7	Rp 33.330.500,00	Rp 18.684.700,00	Rp 14.645.800,00
8	Rp 33.330.500,00	Rp 13.526.200,00	Rp 19.804.300,00
9	Rp 33.330.500,00	Rp 16.071.000,00	Rp 17.259.500,00
10	Rp 32.861.000,00	Rp 14.208.900,00	Rp 18.652.100,00
11	Rp 32.861.000,00	Rp 13.412.400,00	Rp 19.448.600,00
12	Rp 32.861.000,00	Rp 17.947.300,00	Rp 14.913.700,00
13	Rp 31.453.000,00	Rp 13.884.100,00	Rp 17.568.900,00
14	Rp 31.453.000,00	Rp 14.486.400,00	Rp 16.966.600,00
15	Rp 31.453.000,00	Rp 13.431.300,00	Rp 18.021.700,00
16	Rp 31.922.000,00	Rp 14.532.300,00	Rp 17.389.700,00
17	Rp 31.922.000,00	Rp 15.957.000,00	Rp 15.965.000,00
18	Rp 31.922.000,00	Rp 16.602.700,00	Rp 15.319.300,00
19	Rp 30.983.500,00	Rp 18.208.700,00	Rp 12.774.800,00
20	Rp 30.983.500,00	Rp 17.934.900,00	Rp 13.048.600,00
21	Rp 30.983.500,00	Rp 12.973.600,00	Rp 18.009.900,00
22	Rp 31.922.000,00	Rp 19.461.400,00	Rp 12.460.600,00
23	Rp 31.922.000,00	Rp 15.031.700,00	Rp 16.890.300,00
24	Rp 31.922.000,00	Rp 13.459.300,00	Rp 18.462.700,00
25	Rp 31.922.000,00	Rp 18.499.200,00	Rp 13.422.800,00
26	Rp 31.922.000,00	Rp 15.571.700,00	Rp 16.350.300,00
27	Rp 31.922.000,00	Rp 14.887.000,00	Rp 17.035.000,00
28	Rp 32.861.000,00	Rp 16.906.200,00	Rp 15.954.800,00
29	Rp 32.861.000,00	Rp 16.900.200,00	Rp 15.960.800,00
30	Rp 32.861.000,00	Rp 17.431.200,00	Rp 15.429.800,00
Σ	Rp 974.565.000,00	Rp 482.666.400,00	Rp 491.898.600,00

Dari hasil simulasi skenario pertama yang dilakukan, bahwa dalam skenario pertama ini menunjukkan bahwa total penjualan tahu adalah sebesar Rp 974.565.000,00. Dengan total biaya pembelian kedelai dalam skenario pertama ini adalah sebesar Rp 482.666.400,00. Maka hasil keuntungan dari penjualan tahu bersih adalah Rp 491.898.600,00. Keuntungan ini didapat dari penjualan tahu dan juga pembelian kedelai. Belum termasuk dengan biaya yang lain karena tidak dimasukkan dalam simulasi. Penyebab biaya lain tidak dimasukkan dalam simulasi ini adalah fokus pada jalannya simulasi mengenai model persediaan kedelai.

Setelah model simulasi telah dibuat, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengembangan skenario. Dalam pengembangan skenario ini, model yang telah ada dilakukan pengembangan kembali dengan tujuan untuk mencari formula yang terbaik untuk sebuah simulasi. Skenario yang digunakan dalam simulasi model kebutuhan tahu ini adalah dengan membuat *stock* pengaman untuk kebutuhan kedelai. Untuk itu dalam pembuatan skenario ini, pembuatan diagram *causal loop* juga mengalami perubahan dibanding diagram sebelum terjadinya skenario. Maka dari itu, diagram *causal loop* untuk skenario ini adalah sebagai berikut:



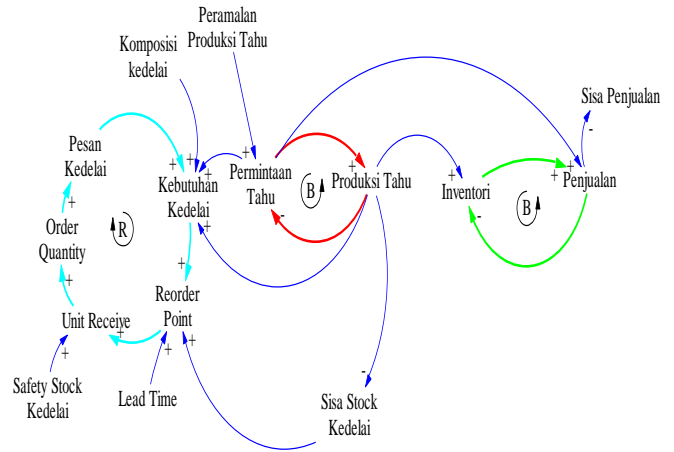
**Gambar 3.** Diagram *causal loop* skenario kedua

Berdasarkan penggambaran dari diagram *causal loop*, terdapat penambah variabel yaitu *safety stock*. Maka untuk identifikasi variabel tersebut adalah sebagai berikut:

**Tabel 9.** Identifikasi variabel tambahan skenario kedua

No	Variabel	Keterangan
1	<i>Safety Stock</i> kedelai	Persediaan pengaman untuk kebutuhan kedelai untuk produksi tahu

Selanjutnya adalah melakukan pembuatan skenario, untuk diagram *stock and flow*. Di mana dalam diagram *stock and flow* ini, terdapat variabel tambahan pada *reorder point* dan *unit receive* yaitu adanya tambahan *safety stock* untuk variabel penghubung untuk keduanya. Adapun tambahan variabel untuk diagram *stock and flow* adalah sebagai berikut:



**Gambar 4.** Diagram *stock and flow* skenario kedua

Dalam simulasi yang dijalankan dalam skenario kedua ini terdapat variabel dan *equation* tambahan. Ada tambahan pada variabel yaitu *safety stock* dan ada tambahan *equations* pada *unit receive* dan juga *reorder point*. Penambahan atau perubahan yang terjadi pada *equations* ini terjadi karena adanya pengaruh dari adanya variabel tambahan yaitu *safety stock*. Untuk itu tambahan tersebut tercantum dalam tabel berikut:

**Tabel 10.** *Equations* tambahan skenario kedua

No	Variabel	<i>Equation</i>	Unit
1	<i>Unit Receive</i>	$Kebutuhan Kedelai + (Kebutuhan Kedelai * Safety stock)$	Kg/ Periode
2	<i>Reorder Point</i>	$(Kebutuhan Kedelai * Lead Time) + (Kebutuhan Kedelai * Safety stock)$	Kg/ Periode
3	<i>Safety Stock</i>	0,05	Dmnl

Maka untuk hasil yang didapat dari jalannya simulasi untuk kebutuhan kedelai dan juga keuntungan pada skenario kedua ini juga mengalami perubahan akibat adanya pengaruh dari



**Tabel 14.** Equations tambahan skenario ketiga

No	Variabel	Equation	Unit
1	Total Harga Kedelai Per Periode	Harga kedelai*lot size	Rp/ Periode
2	Harga Kedelai	RANDOM UNIFORM (498800,764800,0.1)	Rp/ Kg
3	Lot Size	IF THEN ELSE (Unit Receive, INTEGER (Unit Receive/Isi Kedelai) +1), INTEGER ((Unit Receive/Isi Kedelai)+1))	Karung/ Periode
4	Isi Kedelai	50	Kg/ Karung

Dalam simulasi yang dijalankan dalam skenario kedua ini terdapat variabel dan equation tambahan. Ada tambahan pada variabel yaitu *safety stock* dan ada tambahan equations pada unit receive dan juga *reorder point*. Penambahan atau perubahan yang terjadi pada equations ini terjadi karena adanya pengaruh dari adanya variabel tambahan yaitu *safety stock*. Untuk itu tambahan tersebut tercantum dalam tabel 15 berikut:

**Tabel 15.** Hasil simulasi kebutuhan kedelai skenario ketiga

Time (Periode)	Kebutuhan Kedelai (Kg)	Lot Size (Karung)	Order Quantity (Kg)	Pesan Kedelai (Kg)	Reorder Point (Kg)	Unit Receive (Kg)
0	-	-	-	1.352,00	-	-
1	1.352,00	28,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00
2	1.352,00	28,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00
3	1.352,00	28,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00
4	1.352,00	28,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00
5	1.352,00	28,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00	1.352,00
6	1.352,00	28,00	1.352,00	1.333,22	1.352,00	1.352,00
7	1.333,22	27,00	1.333,22	1.333,22	1.333,22	1.333,22
8	1.333,22	27,00	1.333,22	1.333,22	1.333,22	1.333,22
9	1.333,22	27,00	1.333,22	1.314,44	1.333,22	1.333,22
10	1.314,44	27,00	1.314,44	1.314,44	1.314,44	1.314,44
11	1.314,44	27,00	1.314,44	1.314,44	1.314,44	1.314,44
12	1.314,44	27,00	1.314,44	1.258,12	1.314,44	1.314,44
13	1.258,12	26,00	1.258,12	1.258,12	1.258,12	1.258,12
14	1.258,12	26,00	1.258,12	1.258,12	1.258,12	1.258,12
15	1.258,12	26,00	1.258,12	1.276,88	1.258,12	1.258,12
16	1.276,88	26,00	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88
17	1.276,88	26,00	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88
18	1.276,88	26,00	1.276,88	1.239,34	1.276,88	1.276,88
19	1.239,34	25,00	1.239,34	1.239,34	1.239,34	1.239,34
20	1.239,34	25,00	1.239,34	1.239,34	1.239,34	1.239,34
21	1.239,34	25,00	1.239,34	1.276,88	1.239,34	1.239,34
22	1.276,88	26,00	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88
23	1.276,88	26,00	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88
24	1.276,88	26,00	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88
25	1.276,88	26,00	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88
26	1.276,88	26,00	1.276,88	1.276,88	1.276,88	1.276,88
27	1.276,88	26,00	1.276,88	1.314,44	1.276,88	1.276,88
28	1.314,44	27,00	1.314,44	1.314,44	1.314,44	1.314,44
29	1.314,44	27,00	1.314,44	1.314,44	1.314,44	1.314,44
30	1.314,44	27,00	1.314,44	-	1.314,44	1.314,44
Average	1.299,42	26,60	1.299,42	1.299,42	1.299,42	1.299,42

**Tabel 16.** Keuntungan skenario ketiga

Time (Periode)	Total Hasil Penjualan	Total Harga Kedelai Per Periode	Keuntungan Penjualan Per Periode
1	Rp 33.800.000,00	Rp 20.470.400,00	Rp 13.329.600,00
2	Rp 33.800.000,00	Rp 18.774.300,00	Rp 15.025.700,00
3	Rp 33.800.000,00	Rp 20.375.900,00	Rp 13.424.100,00
4	Rp 33.800.000,00	Rp 17.081.900,00	Rp 16.718.100,00
5	Rp 33.800.000,00	Rp 14.814.600,00	Rp 18.985.400,00
6	Rp 33.800.000,00	Rp 14.784.400,00	Rp 19.015.600,00
7	Rp 33.330.500,00	Rp 18.919.900,00	Rp 14.410.600,00
8	Rp 33.330.500,00	Rp 13.696.500,00	Rp 19.634.000,00
9	Rp 33.330.500,00	Rp 16.273.200,00	Rp 17.057.300,00
10	Rp 32.861.000,00	Rp 14.593.300,00	Rp 18.267.700,00
11	Rp 32.861.000,00	Rp 13.775.300,00	Rp 19.085.700,00
12	Rp 32.861.000,00	Rp 18.432.800,00	Rp 14.428.200,00
13	Rp 31.453.000,00	Rp 14.346.300,00	Rp 17.106.700,00
14	Rp 31.453.000,00	Rp 14.968.600,00	Rp 16.484.400,00
15	Rp 31.453.000,00	Rp 13.878.400,00	Rp 17.574.600,00
16	Rp 31.922.000,00	Rp 14.795.500,00	Rp 17.126.500,00
17	Rp 31.922.000,00	Rp 16.245.900,00	Rp 15.676.100,00
18	Rp 31.922.000,00	Rp 16.903.300,00	Rp 15.018.700,00
19	Rp 30.983.500,00	Rp 18.365.400,00	Rp 12.618.100,00
20	Rp 30.983.500,00	Rp 18.089.200,00	Rp 12.894.300,00
21	Rp 30.983.500,00	Rp 13.085.200,00	Rp 17.898.300,00
22	Rp 31.922.000,00	Rp 19.813.800,00	Rp 12.108.200,00
23	Rp 31.922.000,00	Rp 15.303.900,00	Rp 16.618.100,00
24	Rp 31.922.000,00	Rp 13.703.000,00	Rp 18.219.000,00
25	Rp 31.922.000,00	Rp 18.834.200,00	Rp 13.087.800,00
26	Rp 31.922.000,00	Rp 15.853.700,00	Rp 16.068.300,00
27	Rp 31.922.000,00	Rp 15.156.600,00	Rp 16.765.400,00
28	Rp 32.861.000,00	Rp 17.363.500,00	Rp 15.497.500,00
29	Rp 32.861.000,00	Rp 17.357.400,00	Rp 15.503.600,00
30	Rp 32.861.000,00	Rp 17.902.800,00	Rp 14.958.200,00
Σ	Rp 974.565.000,00	Rp 493.959.200,00	Rp 480.605.800,00

Dari hasil simulasi untuk skenario ketiga ini, didapatkan hasil penjualan Rp 974.565.000,00. Dan hasil pembelian kedelai sebesar Rp 493.959.200,00. Dengan demikian keuntungan yang didapat dari skenario kedua ini adalah Rp. 480.605.800,00.

**Tabel 17.** Skenario terbaik

Skenario	Total Hasil Penjualan	Total Harga Kedelai Per Periode	Keuntungan Penjualan Per Periode
Skenario 1	Rp 974.565.000,00	Rp 482.666.400,00	Rp 491.898.600,00
Skenario 2	Rp 974.565.000,00	Rp 506.799.600,00	Rp 467.765.400,00
Skenario 3	Rp 974.565.000,00	Rp 493.959.200,00	Rp 480.605.800,00
Rata-Rata	Rp 974.565.000,00	Rp 494.475.066,67	Rp 480.089.933,33

Dari hasil Tabel 8 didapatkan hasil bahwa, skenario pertama memiliki keuntungan penjualan yang lebih besar dibandingkan dengan skenario lain yaitu sebesar Rp. 491.898.600,00. Dibandingkan dengan skenario kedua sebesar Rp. 467.765.400,00 dan skenario ketiga sebesar Rp. 480.605.800,00. Dari hasil penjualan dari ketiga skenario ini didapatkan hasil pendapatan penjualan sebesar Rp 974.565.000,00 dan untuk rata-rata total pembelian kedelai adalah Rp. 494.475.066,67, dengan keuntungan sebesar Rp 480.089.933,33. Dengan melihat hasil ini, skenario pertama memiliki keuntungan yang lebih baik dibandingkan skenario lain. Artinya bahwa dengan kondisi eksisting pada saat ini dapat memberikan keuntungan yang lebih bagi perusahaan.

Pada validasi model ini, *output* yang dihasilkan oleh simulasi akan dibandingkan dengan data actual dari penggunaan kedelai. Cara validasi dengan menggunakan tahapan ini adalah dengan melihat nilai *error* rata yang harus kurang dari 5%. Nilai aktual yang didapatkan untuk kebutuhan kedelai pada pabrik tahu adalah 39.270,00 kg. Nilai aktual yang diambil merupakan nilai pada periode oktober 2020 sampai dengan juli 2021. Nilai ini didasarkan pada hasil peramalan *moving average*.

Untuk menghitung validasi model, menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Dimana :

A = Data *aktual*

S = *Output* Simulasi

Untuk itu, untuk melakukan validasi terhadap data hasil simulasi adalah dengan menggunakan rumus seperti di atas. Dengan demikian untuk perhitungan validasi untuk simulasi ini adalah sebagai berikut:

$$E_1 = \frac{|38.982,60 - 39.270,00|}{39.270,00}$$

$$E_1 = \frac{|287,4|}{39.270,00} \times 100\%$$

$$E_1 = 0,7 \%$$

Dari nilai *error* rata-rata ini didapatkan hasil 0,73 %. Ini berarti nilai *error* berada dibawah 5 %. Dapat dikatakan berdasarkan perhitungan nilai *error*, bahwa simulasi ini dikatakan valid. Hasil perhitungan dalam rumus validasi ini, hasil perhitungan yang bertanda negatif akan dianggap sebagai hasil positif.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat dibuat sebuah kesimpulan dari hasil simulasi menggunakan aplikasi vensim PLE. Adapun kesimpulan tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Model sistem dinamis untuk ketersediaan kacang kedelai pada pabrik tahu "X" adalah kacang kedelai pada skenario pertama model yang digunakan adalah model eksisting dalam model persediaan kacang kedelai di pabrik "X". Kemudian pada skenario kedua, skenario yang dijalankan adalah dengan menambah *safety stock* pada *reorder point* dan juga *unit receive* sebesar 0,05 atau 5%. Sedangkan untuk skenario ketiga, skenario yang digunakan

adalah menggunakan lot size pada variabel pesan kedelai. *Lot size* dalam skenario ketiga ini, menggunakan satuan karung. Dalam setiap karung berisikan 50 kg. Di mana nantinya pembelian yang dilakukan adalah kelipatan 50 kg.

- 2) Berdasarkan hasil skenario yang telah dijalankan, telah terpilih skenario terbaik yang telah simulasi sistem dinamis ini adalah skenario pertama. Kondisi yang terjadi dalam skenario pertama ini adalah model yang sesuai dengan eksisting Dalam skenario pertama ini dapat memberikan keuntungan sebesar Rp. 491.898.600,00. Dibandingkan dengan skenario kedua sebesar Rp. 467.765.400,00. dan skenario ketiga sebesar Rp. 480.605.800,00.

#### 5. Referensi

- Arif (2017) membahas topik tentang pemodelan sistem dalam bukunya *Pemodelan Sistem* yang diterbitkan oleh Deepublish di Sleman.
- Azhar, Kamal, Subhan, Yaman, dan Iqbal (2022) dalam artikel mereka yang diterbitkan dalam *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe* volume 6, nomor 1, halaman 133 hingga 137, menjelaskan implementasi perangkat lunak Unity Pro XL Mode Standar pada mini plant kontrol level dan tekanan berbasis SCADA.
- Chamorro-Atalaya, Arce-Santillan, Diaz-Leyva, dan Diaz-Choque (2021) menerbitkan penelitian tentang supervisi dan kontrol oleh SCADA pada sistem kebakaran otomatis dalam *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, volume 21, nomor 1, halaman 92 hingga 100.
- Ginting (2007) membahas sistem produksi dalam bukunya *Sistem Produksi* yang diterbitkan oleh Graha Ilmu di Yogyakarta.
- Hayatul dan Noveri (2017) melakukan analisa dan evaluasi penggunaan SCADA pada keandalan sistem distribusi PT. PLN (Persero) Area Pembagi Distribusi Riau dan Kepulauan Riau dalam *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, volume 4, nomor 1, halaman 1 hingga 8.
- Nugraha, Opipah, Hamidi, dan Effendi (2020) menjelaskan implementasi sistem SCADA pada proses koagulasi water treatment plant berbasis Raspberry Pi dalam prosiding *SENTER 2019: Seminar Nasional Teknik Elektro 2019*, halaman 592 hingga 600.
- Pasila, Ananda, dan Rahardja (2004) membahas sistem automasi proses produksi minuman dengan sistem SCADA menggunakan PLC dalam *Jurnal Teknik Elektro*, volume 4, nomor 1, halaman 18 hingga 25.

- Prahasta (2018) menjelaskan tentang systems thinking dan pemodelan sistem dinamis dalam bukunya *Systems Thinking & Pemodelan Sistem Dinamis* yang diterbitkan oleh Informatika di Bandung.
- Pujotomo (2016) membahas implementasi sistem SCADA untuk pengendalian jaringan distribusi 20 KV dalam *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, volume 1, nomor 1, halaman 51 hingga 66.
- Purnomo, Subayri, dan Kuswardhani (2015) membahas model sistem dinamik ketersediaan singkong bagi industri tape di Kabupaten Jember dalam *Agroteknologi*.
- Putra dan Nugroho (2016) melakukan peramalan produksi kedelai menggunakan pendekatan sistem dinamis yang diterbitkan dalam *Jurnal Sistem Informasi Dan Bisnis Cerdas (SIBC)* volume 9, halaman 57 hingga 70.
- Rabidin, Faridh, dan Pranowo (2021) membahas implementasi sistem SCADA untuk monitoring dan controlling serta koordinasi kerja sistem proteksi pada gardi induk 1,5 breaker menggunakan Ethernet shield berbasis Arduino Mega 2560 dengan tampilan HMI dalam *Jurnal Sains & Teknologi*, volume 5, nomor 2, halaman 21 hingga 27.
- Rahmawati (2011) melakukan simulasi aplikasi supervisory and data acquisition (SCADA) pada pengaturan level air dengan WINLOG dalam *Journal Trunojoyo*, volume 4, nomor 2, halaman 157 hingga 161.
- Sasongko (2019) membahas penilaian risiko keamanan informasi pada infrastruktur krisis sistem SCADA area pengatur beban XXX berdasarkan panduan NIST SP 800-82 dalam *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, volume 4, nomor 4, halaman 131 hingga 145.
- Satrio dan Suryani (2012) menerapkan model sistem dinamik untuk pemeliharaan operasional aset unit transmisi dan visualisasi luaran model dengan menggunakan dashboard dalam studi kasus PT. PLN (Persero) App Semarang yang diterbitkan dalam *Jurnal Teknik ITS*, volume 6.
- Steven et al. (2022) menjelaskan implementasi PLC-VSD dan SCADA pada sistem pengisian air otomatis dalam *ELECTRICES: Jurnal Otomasi dan Energi Terbarukan*, volume 4, nomor 2, halaman 43 hingga 49.
- Supriyanto, Suryatini, Martawireja, dan Rudiansyah (2022) membahas implementasi kontroler PID dengan metode tuning Ziegler-Nichols dan Cohen-Coon pada sistem SCADA kendali level air dalam *Jurnal Teknologi Terapan*, volume 8, nomor 2, halaman 149 hingga 157.
- Suryani, Hendrawan, dan Rahmawati (2020) membahas model dan simulasi sistem dinamik dalam bukunya *Model Dan Simulasi Sistem Dinamik* yang diterbitkan oleh Deepublish di Sleman.
- Thoullah dan Itqan (2019) melakukan asesmen kerentanan keamanan informasi sistem

SCADA dengan metode OCTAVE Allegro dalam *Jurnal Ilmiah Indonesia*, volume 5, nomor 2, halaman 181.



© 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution Share Alike (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).