

Simulation Model of Production System Using Dynamic System Approach to Increase Production Capacity Tofu Factory

Model Simulasi Sistem Produksi dengan Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamik Guna Meningkatkan Kapasitas Produksi Pabrik Tahu

Tita Talitha¹, Rexza Berliyana¹

¹ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Dian Nuswantoro

Jl. Nakula I No. 5-11 Semarang, Jawa Tengah, 50131

email : titatalitha@gmail.com

doi: <https://doi.org/10.31315/opsi.v15i2.8059>

Received: 25th November 2022; Revised: 12th December 2022; Accepted: 23rd December 2022;

Available online: 30th December 2022; Published regularly: December 2022

ABSTRACT

The speed in distributing the products of the industry is influenced by the speed of production produced by the industry itself. SMEs know that ECO is one of the manufacturing industries engaged in food manufacturing. there are obstacles (problems) that are experienced, namely the occurrence of inequality between the production capacity of tofu that can be produced and the demand for tofu that must be met. The purpose of this study is to increase the production capacity of Tofu Eco SMEs in terms of increasing working time. The method used in this research is the dynamic system method using the PLE vensim software. The results of the study show that based on the actual system conditions, it is known that there are 25 workers with 8 working hours per day, and an average production capacity of 957 barrels per month is obtained month with an average demand of 1005 barrels /month. The results of the alternative simulation I, have an average production capacity of 1,080 barrels/month. The results of the scenario II simulation show that the average production capacity is 1,230 barrels/month. From the simulation results of alternative scenarios, it can be seen that for production demand below 1,080 barrels/month, the alternative used is to add 1 hour (60 minutes) of overtime, while for requests above 1,079 barrels/month with a maximum production demand of 1,255 barrels/month, alternative scenarios can be used. II with the addition of 2 hours 30 minutes (150 minutes) of overtime.

Keywords: Production Capacity; System Dynamic; Tofu; Overtime

ABSTRAK

Kecepatan dalam pendistribusian produk sebuah industri dipengaruhi oleh kecepatan hasil produksi yang dihasilkan oleh industri itu sendiri. UKM tahu ECO merupakan salah satu industri manufaktur yang beregerak dibidang pembuatan makanan. terdapat kendala (permasalahan) yang di alami yaitu terjadinya ketimpangan antara kapasitas produksi tahu yang dapat di hasilkan dengan demand tahu yang harus dipenuhi. Tujuan dalam penelitian ini adalah meningkatkan kapasitas produksi UKM Tahu Eco dari segi penambahan waktu kerja. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode sistem dinamik dengan menggunakan bantuan software vensim PLE. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa Berdasarkan kondisi real system diketahui bahwa terdapat 25 pekerja dengan jam kerja 8 jam kerja perhari, didapatkan rata-rata kapasitas produksi per-bulan sebanyak 957 tong/bulan dengan jumlah permintaan rata-rata per-bulan 1005 tong/bulan. Hasil simulasi alternatif I, memiliki hasil rata-rata kapasitas produksi 1.080 tong/bulan. Hasil simulasi skenario II diketahui rata-rata kapasitas produksi menjadi 1.230 tong/bulan. Dari hasil simulasi skenario alternatif dapat diketahui untuk permintaan produksi dibawah 1.080 tong/bulan alternatif yang digunakan adalah penambahawann waktu lembur 1 jam (60 menit), sedangkan untuk permintaan diatas 1.079 tong/bulan dengan maksimum permintaan produksi sebesar 1.255 tong/bulan dapat menggunakan skenario alternatif II dengan penambahan waktu lembur 2 jam 30 menit (150 menit).

Kata Kunci: Kapasitas Produksi; Sistem Dinamik; Tahu; Waktu Lembur

1. PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi saat ini terdapat persaingan bisnis yang ketat. Hal ini dikarenakan era globalisasi dan *new normal* memunculkan persaingan yang ketat antar industri domestik terhadap penataan ulang sistem bisnis dan perbaikan kembali usaha yang telah dijalankan. Industri pangan merupakan sub sektor yang mengalami peningkatan produksi serta menjadi penyuplai kebutuhan di masa pandemi dan *new normal*, dimana meliputi sub sektor makanan dan minuman (KEMENPERIN, 2021).

UKM Tahu ECO merupakan salah satu industri manufaktur yang bergerak dibidang pembuatan makanan (pangan). Proses bisnis yang ada di usaha tahu ECO ialah produksi tahu yang selanjutnya akan dipasarkan ke pasar yang ada di wilayah Kota Semarang seperti Pasar Bulu, Pasar Johar, Pasar Banyumanik dan Pasar Jatingaleh. Dalam proses pembuatan tahu itu sendiri terdiri dari proses perendaman kedelai, pencucian kedelai, penggilingan, perebusan, dan penyaringan sari hingga menjadi tahu. Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik Pabrik Tahu Eco sendiri, terdapat kendala yang di alami yaitu terjadinya Ketimpangan antara kapasitas produksi tahu yang dapat di hasilkan dengan *demand* atau permintaan akan tahu yang harus dipenuhi.

Berdasarkan data pada tabel 1, diketahui bahwa pemenuhan permintaan konsumen terhadap produksi tahu belum terpenuhi secara maksimal selama satu periode terakhir. Adapun permintaan yang terpenuhi hanya terjadi pada beberapa bulan saja, seperti bulan April, Mei, Juli, dan Oktober. Sementara permintaan konsumen di bulan lainnya belum terpenuhi secara maksimal. Rata-rata jumlah permintaan akan produk tahu yang belum terpenuhi adalah 71 tong. Adapun rata-rata kemampuan produksi adalah sebesar 957 tong/bulan. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan pabrik tahu eco dalam memenuhi permintaan produksi tahu masih perlu dilakukannya peningkatan.

UKM Pabrik Tahu Eco dalam melakukan produksinya berdasarkan *make to order*. Dimana kondisi *real system* diketahui bahwa terdapat 25 pekerja dengan jam kerja 8 jam kerja/hari, didapatkan rata-rata kapasitas produksi sebanyak 957 tong/bulan dan jumlah permintaan rata-rata 1005 tong/bulan, dengan jumlah tong tahu yang harus di produksi selama 1 tahun adalah 12.055 tong. Jumlah tong tahu yang dapat diproduksi selama 1 tahun dari pihak UKM sendiri adalah 11.487 tong.

Dari hasil kapasitas dan jumlah permintaan, masih terdapat tong tahu yang belum terpenuhi dengan rata-rata 71 tong/bulan. Dengan kurangnya produk yang belum terpenuhi, dilakukannya pemenuhan permintaan

Tabel 1. Kapasitas produksi Tahu Eco Tahun 2021

No.	Bulan	Permintaan (tong)	Kemampuan Produksi (tong)
1	Januari	1.255	1.134
2	Februari	1.087	1.005
3	Maret	1.190	1.067
4	April	586	586
5	Mei	941	941
6	Juni	1.165	1.061
7	Juli	983	983
8	Agustus	1.131	1.035
9	September	1.003	992
10	Oktober	725	725
11	November	1.013	1.003
12	Desember	976	955

Sumber: UKM Pabrik Tahu Eco, 2022

dilakukannya pengambilan dari pihak lain (UKM Tahu Lain) untuk memenuhi permintaan tahu tersebut. Jumlah permintaan yang diambil dari pihak lain, menyesuaikan jumlah produk yang belum dapat dipenuhi oleh UKM. Masih belum terpenuhinya kapasitas produksi dengan *demand* disebabkan dari faktor waktu kerja.

Menurut *owner* pabrik tahu eco, permasalahan tersebut dilatar belakangi pada waktu kerja atau ketersediaan pekerja, dikarenakan dari kedua faktor tersebut menjadi penentu banyaknya tahu yang nantinya di saring hingga menjadi sari tahu. Berdasarkan uraian permasalahan yang telah dijabarkan, terdapat indikasi permasalahan pada tahapan produksi di Pabrik Tahu Eco dalam memenuhi permintaan konsumen untuk mendistribusikan tahu. Permasalahan terkait dengan produksi, merupakan risiko yang perlu segera ditangani oleh industri agar proses bisnis yang dijalankan dapat berjalan secara lancar dan menguntungkan (Ridwan *et al.*, 2019).

Oleh karena itu, tidak terpenuhinya permintaan konsumen ini berimbas pada pengeluaran biaya tambahan guna membeli tahu pada pihak pesaing untuk menutupi kekurangan. Kondisi ini dinilai lebih merugikan dikarenakan untuk pembelian 1 tong tahu dapat mencapai harga Rp. 210.000. Hal ini tentunya lebih mahal dibandingkan dengan produksi sendiri yang tidak mencapai harga tersebut dalam pembuatan 1 tong tahu. Sementara itu, produksi ialah bagian dari *supply chain management* yang berperan secara potensial dalam terciptanya keunggulan minimum biaya yang digunakan dalam sebuah industri serta berperan dalam kualitas produk maupun waktu (Pujawan dan Mahendrawathi, 2017).

Berdasarkan uraian tersebut, diketahui bahwa dalam sistem produksi sendiri terdapat interaksi antar variabel didalamnya. Interaksi yang terjadi pada sistem produksi sendiri mengalami umpan balik yang menyebabkan terjadinya perubahan nilai dari variabel yang ada pada sistem tersebut dimana setiap waktunya dapat terjadi perubahan (Fortunella *et al.*, 2015). Diperlukannya usulan alternatif sistem produksi di Pabrik Tahu Eco, alternatif ini perlu dilakukan dengan menggunakan pendekatan model sistem dinamik. Hal ini dikarenakan sistem dinamis merupakan metode yang banyak digunakan untuk mengkaji

hubungan yang mempengaruhi sejumlah komponen yang telah ditetapkan dari waktu ke waktu. Sistem dinamik dapat digunakan untuk memberikan gambaran perbaikan yang mendekati sistem nyata tanpa perlu dilakukannya perubahan perbaikan secara langsung yang memerlukan biaya untuk menguji alternatif kebijakan yang ingin diterapkan (Alfiyah *et al.*, 2022). Adapun manfaat penggunaan sistem dinamik adalah metode sistem dinamik ini dapat memberikan keluaran simulasi yang memberikan gambaran kondisi sistem dan dapat menunjukkan perubahan yang terjadi saat diterapkan alternatif kebijakan dengan menguji keputusan alternatif (Alfiyah *et al.*, 2022).

Penelitian ini menggunakan sistem dinamis yang diterapkan pada UKM Tahu Eco, dimana penelitian tersebut belum pernah dilakukan pada penelitian terdahulu. Penelitian terkait sistem dinamik pada sistem produksi sebelumnya pernah dilakukan Rachma (2020) yang meneliti mengenai optimasi perencanaan produksi dengan cara optimasi produksi dengan biaya yang minimum dan efisien. Penelitian lain mengenai sistem produksi mengenai analisis sistem produksi terhadap profit perusahaan yang dilakukan oleh (Lestari *et al.*, 2013). Adapun penelitian yang dilakukan oleh (Fortunella *et al.*, 2015) melakukan penelitian mengenai pengurangan order *backlog* dengan melakukan penambahan pekerja dan waktu kerja pada industri *tannery*.

2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan di UKM Tahu Eco yang berlokasi di Jl. Tandang Raya No.2, Jomblang, Kec. Candisari, Kota Semarang. Objek penelitian yang diangkat dalam penelitian ini adalah sistem produksi pada UKM Tahu Eco, karena adanya permasalahan ketidakseimbangan antara supply dan demand yang memerlukan solusi penyelesaian. Pengumpulan data yang digunakan melalui observasi tempat penelitian. Wawancara, dan studi pustaka. Observasi ini dilakukan untuk mengamati permasalahan yang terjadi dalam objek penelitian, wawancara digunakan untuk pengambilan data dalam penelitian, dan studi pustaka digunakan sebagai pencarian literatur terkait dengan topik permasalahan yang

diangkat. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data rata-rata permintaan belum terpenuhi
2. Data rata-rata permintaan konsumen
3. Data rata-rata kapasitas produksi
4. Waktu kerja 1 hari
5. Hari kerja 1 bulan
6. Jumlah pekerja
7. Rata-rata produksi tong tahu dalam 1 hari
8. Rata-rata waktu produksi 1 tong tahu

2.1 Penentuan Variabel penelitian

Proses dalam penentuan dan identifikasi variabel penelitian pada sistem produksi UKM Pabrik Tahu Eco dilakukan melalui observasi, wawancara pemilik UKM Tahu Eco, dan studi pustaka dengan topik terkait. Pada penelitian ini tidak mempertimbangkan variabel biaya karena keterbatasan data yang tersedia di UKM. Setelah variabel terkumpul maka dibentuklah kedalam sebuah *causal* sistem produksi. Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Tabel 2. Formulasi model matematis	
Variabel	Keterangan
Kapasitas produksi	Kemampuan produksi UKM Pabrik tahu eco
<i>demand-perperiode</i>	Jumlah pesanan dari konsumen dalam periode waktu bulan
Total produksi	Jumlah produksi yang harus dilakukan oleh UKM Pabrik Tahu Eco.
Penyimpanan Sementara	Tempat peletakkan produk yang telah selesai di produksi untuk sementara sebelum dilakukannya pengiriman
Produk Siap Kirim	Jumlah produk tahu yang siap dikirim UKM Tahu Eco berdasarkan permintaan (demand). Pihak UKM lain (kompetitor) dalam menyediakan jumlah
Persediaan Pihak Lain	Tahu untuk pabrik tahu eco.
Ambil pihak lain	Pengambilan tahu kepada pihak UKM lain untuk memenuhi

Hari Kerja Dalam Satu Bulan	jumlah permintaan yang belum terpenuhi. Jumlah hari kerja dalam satu bulan selama pekerja bekerja di UKM Pabrik Tahu Eco.
Lama Waktu Produksi Satu Tong Tahu	Jumlah waktu produksi untuk satu tong tahu di UKM Pabrik Tahu Eco.
Keseluruhan Jam Kerja	Jumlah jam kerja pekerja setelah ditambah dengan waktu lembur.
Jam Kerja	Jumlah jam kerja pekerja saat bekerja dalam satu hari.
Waktu Lembur	Jumlah waktu tambahan yang dibutuhkan pekerja untuk menyelesaikan pekerjaan.

2.2 Pembuatan Model Simulasi Sistem Produksi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan sistem dinamik. Adapun tahapan dalam pembuatan model sistem dinamik sendiri terdiri dari empat tahapan utama (Maulidi, 2013) yaitu:

2.2.1 Causal Loop Diagram

Causal loop diagram (CLD) adalah pengungkapan tentang kejadian hubungan sebab akibat (*causal relationship*) ke dalam bahasa gambar dimana gambar yang ditampilkan adalah panah-panah yang saling terkait membentuk sebuah diagram *causal loop* (Mawengkang, 2020).

2.2.2 Pembuatan Stock Flow Diagram

Stock Flow Diagram (SFD) adalah dibuat dan dikembangkan dari *Causal Loop Diagram*, dimana dalam pengembangannya dilakukan penambahan formulasi matematis kedalam model (SFD) (Fortunella *et al.*, 2015).

2.2.3 Verifikasi dan Validasi Model

Uji verifikasi struktur model dilakukan dengan menggunakan metode *Extreme-Condition Test*. *Extreme-Condition Test* dilakukan dengan cara mengubah nilai variabel

model, setelah diubah nilai variabel model jika model masih dapat disimulasikan dan tidak terjadi eror maka model dapat dinyatakan valid secara struktural (Fortunella *et al.*, 2015). Adapun untuk uji validasi model berfungsi untuk mengetahui apakah model yang dibuat telah valid. Validasi model dapat dinyatakan valid jika struktur dasarnya dan polanya dapat menggambarkan perilaku sistem nyata, atau dapat mewakili dengan cukup akurat, data yang dikumpulkan sehubungan dengan sistem nyata atau asumsi yang dibuat berdasarkan referensi sesuai cara sistem nyata bekerja (Pasaribu, 2019). Validasi model dalam penelitian ini menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|A-S|}{A}}{n} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan kriteria uji mape menurut (Nabillah & Ranggadara, 2020) adalah:

MAPE <10%	: Sangat tepat
MAPE >10%	: Tepat
MAPE 20%-50%	: Cukup Tepat
MAPE > 50%	: Tidak tepat

2.2.4 Pembuatan Skenario Alternatif

Pembuatan skenario alternatif adalah pemberian usulan kebijakan perbaikan untuk memperbaiki permasalahan yang terjadi dalam sebuah model sistem, pembuatan skenario ini dapat dilakukan melalui perubahan paramater atau perubahan secara struktural (Alhamri & Suryani, 2016).

Langkah-langkah yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Observasi tempat penelitian guna mengetahui permasalahan yang terjadi pada sistem produksi UKM Tahu Eco.
2. Mengidentifikasi permasalahan mengenai kapasitas produksi Tahu Eco tidak dapat memenuhi demand pada bulan tertentu.
3. Merumuskan permasalahan yang diangkat dalam penelitian.
4. Mengidentifikasi variabel-variabel yang berpengaruh dalam sistem produksi Tahu Eco.
5. Membuat *causal loop diagram* dengan menggunakan variabel-variabel yang telah diidentifikasi dalam sistem produksi sesuai dengan permasalahan yang terjadi.

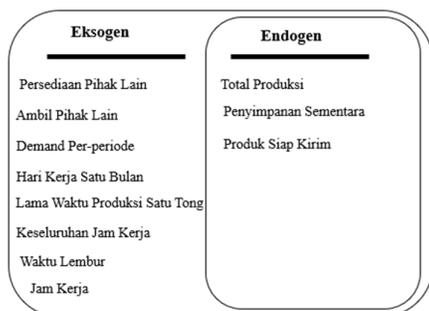
6. Membuat stock flow diagram berdasarkan *causal loop diagram* yang telah dibuat.
7. Memasukkan formulasi matematis kedalam *stock flow diagram*.
8. Melakukan uji verifikasi dan uji validasi terhadap model simulasi awal.
9. Membuat perbaikan sistem produksi Tahu Eco dengan menggunakan pembuatan usulan skenario alternatif.
10. Membandingkan hasil simulasi sistem nyata dengan sistem dengan menggunakan usulan alternatif.
11. Membuat dokumentasi dan melaporkan hasil dari simulasi sistem dengan usulan alternatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Objek penelitian ini adalah sistem produksi UKM Pabrik Tahu Eco. Berdasarkan analisa pada UKM Pabrik Tahu Eco diketahui ketika *demand per-periode* bulan semakin tinggi produk siap kirim akan bertambah banyak. Produk yang siap dikirim ini akan berpengaruh terhadap total produksi yang harus dilakukan, semakin banyak produk siap kirim membulkan peningkatan pada total produksi. Total produksi yang harus dilakukan oleh UKM sendiri dipengaruhi oleh kapasitas produksi. Kapasitas produksi sendiri dipengaruhi oleh tiga variabel atau faktor yaitu jumlah hari kerja dalam satu bulan, lama waktu produksi, dan keseluruhan jam kerja dalam satu hari. Adapun keseluruhan jam kerja dipengaruhi oleh dua hal yaitu jam kerja dan waktu lembur. Jabaran masalah tersebut adanya interaksi antar variabel yang saling terkait, sehingga penyelesaian permasalahan tersebut dapat menggunakan pendekatan metode sistem dinamik.

3.1 Variabel dalam Penelitian

Variabel sistem produksi yang telah diidentifikasi dikelompokkan menjadi *Model Boundary Diagram* (MBD) adalah sebuah diagram yang menjelaskan klasifikasi variabel-variabel ke dalam diagram yang dikelompokkan berdasarkan endogen dan eksogen. Boundary diagram variabel sistem produksi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Variabel sistem produksi

Variabel endogen (endogenous) sendiri adalah variabel yang menjadi bagian dari umpan balik, sedangkan variabel eksogenus adalah variabel yang tidak menjadi bagian umpan balik (variabel yang mempengaruhi variabel endogenous) (Almamalik, 2021). Berdasarkan gambar *Model Boundary Diagram* (MBD) dapat diketahui bahwa Variabel endogen terdiri dari variabel total produksi, penyimpanan sementara, dan produk siap kirim, sedangkan untuk variabel eksogen terdiri dari variabel persediaan pihak lain, ambil pihak lain, *demand*-per-periode, hari kerja satu bulan, lama waktu produksi satu tong tahu, keseluruhan jam kerja, waktu lembur, dan jam kerja.

3.1 Cakupan dan Pengolahan Data dalam Penelitian

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini:

- Rata-rata permintaan belum terpenuhi

$$\frac{\text{jumlah Permintaan belum terpenuhi}}{\text{jumlah bulan yang tidak terpenuhi}} = \frac{568}{8} = 71 \text{ Tong/bulan}$$
- Rata-rata permintaan konsumen

$$\frac{\text{jumlah Permintaan}}{12 \text{ bulan}} = \frac{12.055}{12} = 1.005 \text{ Tong/bulan}$$
- Rata-Rata Kapasitas Produksi

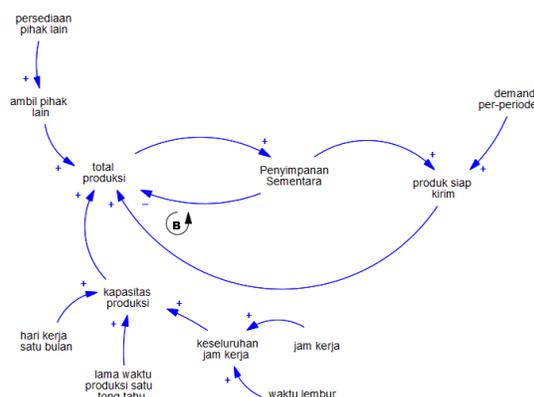
$$\frac{\text{jumlah Produksi Tahu}}{12} = \frac{11.487}{12} = 957 \text{ Tong/bulan}$$
- Waktu kerja 1 hari = 8 jam (480 menit)
- Hari kerja 1 bulan = 24 hari
- Jumlah pekerja = 25 pekerja
- Rata-rata produksi 1 tong tahu

$$= \frac{\text{Kapasitas Produksi Dalam 1 Bulan}}{\text{Jumlah hari kerja 1 bulan}} = \frac{957}{24} = 39,875 = 40 \text{ tong/bulan}$$
- Rata-rata waktu produksi 1 tong tahu

$$= \frac{\text{Waktu Kerja 1 Hari}}{\text{Jumlah produksi 1 hari}} = \frac{480}{40} = 12 \text{ menit}$$

3.1 Causal Loop Diagram Sistem Produksi UKM Tahu Eco

Causal loop diagram merupakan hubungan sebab akibat yang variabelnya saling berkorelasi antara satu dengan yang lainnya, yang akan memberikan umpan balik. Gambar *Causal Loop Diagram* Tahu Eco dapat diketahui hubungan sebab akibat dari variabel-variabel yang saling terkait pada sistem produksi UKM Tahu Eco dalam menghasilkan kemampuan kapasitas produksi tahu. Berikut ini adalah gambar causal loop dari sistem produksi tahu eco:



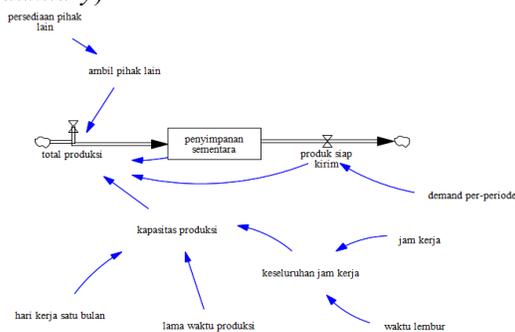
Gambar 2. Causal loop diagram sistem produksi UKM Tahu Eco

Berdasarkan Gambar 2 diketahui terdapat satu loop yaitu hubungan antara total produksi-penyimpanan sementara – produk siap kirim. Dalam *causal loop* ini terdapat hubungan *balancing* yang bersifat negatif yaitu **B1**. Hal ini dijelaskan bahwa hubungan antara penyimpanan sementara dengan total produksi bernilai negatif, yang dimaksudkan dengan negatif pada hubungan korelasi tersebut adalah dilakukannya penyesuaian di total produksi. Adapun untuk hubungan total produksi dengan penyimpanan sementara bersifat positif, dimana hal ini mengindikasikan bahwa jika total produksi bertambah maka penyimpanan sementara juga akan mengalami penambahan. Hubungan penyimpanan sementara dengan produk siap kirim bernilai positif yang berarti bahwa jika penyimpanan sementara bertambah maka produk siap kirim juga akan bertambah, sedangkan untuk hubungan produk siap kirim

dengan total kapasitas produksi bernilai positif, hal ini menyatakan jika produk siap kiri bertambah maka total produksi juga akan mengalami penambahan.

3.2 Stock Flow Diagram Sistem Produksi UKM Tahu Eco

Stock Flow Diagram sistem produksi UKM Tahu Eco dibuat berdasarkan *causal loop diagram* pada Gambar 1. Variabel utama dari topik ini adalah kapasitas produksi, dimana variabel ini adalah tujuan utama dalam topik penelitian yang diangkat. Dalam pembuatan *causal loop diagram* ini terdiri dari jenis variabel model (*stock, flow, constant, dan auxiliary*).



Gambar 3. *Stock flow diagram* sistem produksi UKM Tahu Eco

3.2.1 Formulasi Model Stock Flow Diagram Sistem Produksi UKM Tahu Eco

Setelah dilakukan pembuatan *stock flow diagram* dari *causal loop diagram* maka dilakukan formulasi model dengan rumus matematis yang telah disesuaikan dari logika sistem.

Tabel 3. Formulasi model matematis

No	Variabel	Model	formulasi
1	Demand per-periode	Auxiliary atau converter	Random Uniform(568, 1255,0)
2	Produk siap kirim	flow	"demand per-periode"*1
3	Penyimpanan sementara	Stock	total produksi-produk siap kirim initial value = 100
4	Total produksi	Flow	IF THEN ELSE (kapasitas produksi > (produk siap kirim-penyimpanan sementara),kapasitas

5	Persediaan pihak lain	Auxiliary atau converter	produksi,ambil pihak lain+kapasitas produksi) Equation = 71
6	Ambil pihak lain	Auxiliary atau converter	persediaan pihak lain*0.95
7	Jam kerja	Auxiliary atau converter	Equation = 480
8	Waktu lembur	Auxiliary atau converter	Random Uniform(55 , 56 ,0)
9	Keseluruhan jam kerja	Auxiliary atau converter	jam kerja+waktu lembur
10	Lama waktu produksi 1 tong tahu	Auxiliary atau converter	Equation = 12
11	Hari kerja 1 bulan	Auxiliary atau converter	Equation = 24
12	Kapasitas produksi	Auxiliary atau converter	(keseluruhan jam kerja/lama waktu produksi satu tong tahu)*hari kerja satu bulan

3.3 Verifikasi dan Validasi Model Sistem Produksi UKM Tahu Eco

Uji verifikasi data dilakukan guna mengetahui apakah model yang dibuat tidak terjadi eror saat dijalankan. Uji verifikasi dari *software* vensim adalah dengan menggunakan metode *Extreme-Condition Test, Test* dilakukan dengan cara mengubah nilai variabel model. Saat dilakukan perubahan nilai pada variabel dan dilakukan *running* model, model dapat menjalankan simulasi dan tidak terjadi error. Maka model dapat dinyatakan valid secara struktural.

Adapun untuk uji validasi model dilakukan dengan menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Dalam uji validasi model diketahui didapatkan hasil sebagai berikut:

- Validasi demand per-periode

$$MAPE = \frac{1,813}{12} \times 100\%$$

$$MAPE = 15,108\%$$
- Validasi kapasitas produksi

$$MAPE = \frac{2,061}{12} \times 100\%$$

MAPE = 17,175%

c. Validasi total produksi

$$MAPE = \frac{1,572}{12} \times 100\%$$

$$MAPE = 13,101 \%$$

Berdasarkan hasil perhitungan uji validasi dengan menggunakan Uji MAPE, maka dapat disimpulkan seperti berikut;

Tabel 4. Hasil Uji validasi MAPE

No.	Komponen rusak	MAPE	Keterangan
1	Demand per-periode	15,108%	Tepat valid
2	Kapasitas produksi	17,175%	Tepat valid
3	Total produksi	13,101%	Tepat valid

3.3 Usulan Skenario Alternatif Model Sistem Produksi UKM Tahu Eco

Pada tahap ini adalah dilakukan pembuatan usulan skenario alternatif. Pembuatan usulan ini dilakukan untuk meningkatkan kapasitas produksi pada UKM Tahu Eco. Pembuatan skenario alternatif ini digunakan berdasarkan pertimbangan aspek yang dapat meningkatkan kapasitas produksi dengan dilakukan penambahan waktu kerja (*overtime*), karena tujuan dari penelitian ini adalah peningkatan kapasitas produksi. Adapun usulan alternatif yang digunakan adalah:

a. Skenario I

Skenario I yaitu melakukan penambahan waktu kerja lembur (*overtime*) selama 1 jam (60 menit) pada model simulasi sistem produksi UKM Pabrik Tahu Eco.

b. Skenario II

Skenario II yaitu melakukan penambahan waktu kerja lembur (*overtime*) selama 1 jam 30 menit (150 menit) pada model simulasi sistem produksi UKM Pabrik Tahu Eco.

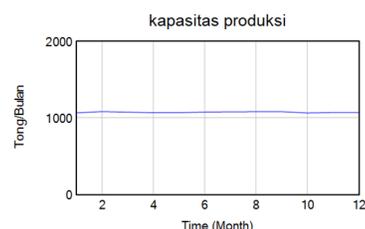
Berdasarkan hasil dari usulan skenario I dan II menunjukkan bahwa terjadi kenaikan kapasitas produksi dan keseluruhan total produksi selama periode 1 tahun dari kapasitas produksi dan total produksi kondisi *real system* (sistem nyata). Adapun hasil perbandingan simulasi dengan sistem nyata dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 5. Hasil perbandingan skenario alternatif dan kondisi *real system*

No.	Keterangan	Kapasitas produksi/ bulan	Produksi 1 tahun
-----	------------	------------------------------	---------------------

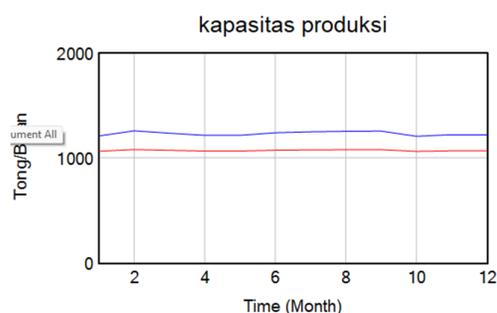
1	<i>Real system</i>	957 tong	11.487 tong
2	Skenario I	1.070 tong	12.836 tong
3	Skenario II	1.180 tong	14.162 tong

Berdasarkan hasil perbandingan tersebut dapat diketahui terjadinya peningkatan kapasitas produksi setelah dilakukannya penambahan waktu kerja 1 jam dan 2 jam 30 menit. Dari penambahan waktu tersebut diketahui terjadinya peningkatan kapasitas produksi yang semula rata-rata kapasitas produksi 957 tong/bulan menjadi 1.070 tong/bulan dan 1.180 tong/bulan. Hal ini menunjukkan telah terjadi pemenuhan permintaan produksi untuk UKM Pabrik Tahu Eco. Dimana rata-rata permintaan mencapai 1.005 tong/bulan.



Gambar 4. Kapasitas produksi simulasi skenario I

Analisa kondisi skenario alternatif I, diketahui terdapat 25 pekerja dengan jam kerja 8 jam kerja perhari. Akan tetapi, dalam skenario ini dilakukannya penambahan waktu lembur sebesar 1 jam atau 60 menit. Dari hasil penambahan waktu lembur tersebut dihasilkan rata-rata kapasitas produksi 1.070 tong/bulan dengan jumlah total produksi dalam 1 tahun ialah 12.836 tong. Adapun rata-rata total produksi didapatkan 1.070 tong/bulan yang sama dengan rata-rata kapasitas produksi perbulan yang dapat dihasilkan oleh UKM. Artinya kondisi hasil dari kapasitas produksi dan total produksi yang sama menunjukkan bahwa dengan dilakukannya penambahan waktu kerja sebesar 1 jam telah meningkatkan kapasitas produksi oleh UKM dari 957 tong/bulan menjadi 1.070 tong/bulan.



Gambar 5. Kapasitas produksi simulasi skenario II

Analisa kondisi skenario alternatif II, diketahui memiliki asumsi 25 pekerja dengan jam kerja 8 jam kerja perhari. Ditambah dilakukannya penambahan waktu lembur sebesar 2 jam 30 menit atau 150 menit. Berdasarkan hasil simulasi skenario II diketahui rata-rata kapasitas produksi menjadi 1.230 tong/bulan dengan jumlah total produksi dalam 1 tahun ialah 14.764 tong. Adapun rata-rata total produksi didapatkan 1.230 tong/bulan yang sama dengan rata-rata kapasitas produksi perbulan yang dapat dihasilkan oleh UKM. Kondisi hasil dari kapasitas produksi dan total produksi yang sama menunjukkan bahwa dengan dilakukannya penambahan waktu kerja sebesar 2 jam 30 menit atau 150 menit telah mengalami peningkatan kapasitas produksi oleh UKM dari 957 tong/bulan menjadi 1.230 tong/bulan.

Penentuan penambahan waktu 1 jam untuk skenario I dan penambahan waktu 2 jam 30 menit untuk skenario II menggunakan dua tahapan uji sensitivitas. Pertama yaitu uji validitas struktur, uji validitas struktur model dilakukan dengan menggunakan metode *Extreme-Condition Test*. *Extreme-Condition Test* dilakukan dengan cara mengubah nilai variabel model, setelah diubah nilai variabel model jika model masih dapat disimulasikan dan tidak terjadi error maka model dapat dinyatakan valid secara struktual.

Kedua yaitu uji validitas *behavior model*, dalam tahap uji *behavior model* atau tingkah laku model, dilakukan dengan membandingkan *behavior model* dengan sistem nyata, hal ini dapat dilakukan menggunakan metode uji MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Uji MAPE digunakan untuk mengetahui kesesuaian data hasil simulasi dengan data sistem nyata.

Berdasarkan hasil uji *Extreme-Condition Test*, diketahui bahwa dari hasil perubahan nilai variabel dalam simulasi sistem produksi tahu

eco tidak terjadi error, maka model dapat dinyatakan valid untuk tahap uji validitas struktur. Setelah dilakukan uji validitas struktur, tahap berikutnya adalah uji validitas *behavior model* dengan menggunakan metode MAPE. Uji ini dilakukan dengan cara perhitungan rumus MAPE. Dari uji MAPE menghasilkan nilai sebesar 17,175% dengan keterangan *score* adalah Tepat Valid.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa kondisi *real system* terdapat 25 pekerja dengan jam kerja 8 jam kerja perhari, didapatkan rata-rata kapasitas produksi per-bulan sebanyak 957 tong/bulan dengan jumlah permintaan rata-rata per-bulan 1005 tong/bulan, dengan jumlah tong tahu yang dapat di produksi selama 1 tahun adalah 11.487 tong dengan total produksi 12.055 tong yang harus terpenuhi.

Berdasarkan hasil simulasi alternatif I, memiliki hasil rata-rata kapasitas produksi sejumlah 1.070 tong/bulan dan jumlah total produksi selama 1 tahun yaitu 12.836 tong. Hasil simulasi skenario II diketahui rata-rata kapasitas produksi menjadi 1.230 tong/bulan dengan jumlah total produksi dalam 1 tahun ialah 14.764 tong.

Dari hasil simulasi skenario alternatif dapat disimpulkan bahwa untuk permintaan produksi dibawah 1.080 tong/bulan alternatif yang digunakan adalah penambahawann waktu lembur 1 jam (60 menit), sedangkan untuk permintaan diatas 1.079 tong/bulan dengan maksimum permintaan produksi sebesar 1.255 tong/bulan dapat menggunakan skenario alternatif II dengan penambahan waktu lembur 2 jam 30 menit (150 menit).

Maka berdasarkan usulan skenario alternatif I dan II dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan waktu kerja 1 jam (60 menit) dan 1 jam 30 menit (150 menit) dapat memenuhi permintaan konsumen dan meningkatkan kapasitas produksi.

Saran untuk penelitian selanjutnya perlu ditambahkan variabel biaya dan juga dilakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui pengaruh perubahan penambahan waktu kerja terhadap peningkatan kapasitas produksi UKM.



DAFTAR PUSTAKA

- Alfiyah, S., Donoriyanto, D. S., & Safirin, T. (2022). *Model Sistem Dinamis Penggantian Jarum*. 17(1), 25–37.
- Alhamri, R. Z., & Suryani, E. (2016). OAJIS_29_1617.pdf. In *Jurnal Sistem Informasi* (Vol. 5, Issue 5, pp. 542–554).
- Almamalik. (2021). *Pengenalan Pemodelan Sistem Dinamik Menggunakan Vensim PLE*. Guepedia.
- Fortunella, A., Tama, I. P., & Eunike, A. (2015). Model Simulasi Sistem Produksi Dengan Sistem Dinamik Guna Simulation Model Of Production System With System Dynamic To Support Production Capacity Planning. *Rekaya Dan Manajemen Sistem Industri*, 3(2), 256–267.
- KEMENPERIN. (2021). *Pasok Kebutuhan Pangan Selama Pandemi, Kontribusi Industri Mamin Meroket*. <https://kemenperin.go.id/artikel/22682/Pasok-Kebutuhan-Pangan-Selama-Pandemi,-Kontribusi-Industri-Mamin-Meroket>
- Lestari, N. P., Pambudi Tama, I., & Hardiningtyas, D. (2013). *Analisis Sistem Produksi Terhadap Profit Perusahaan Dengan Pendekatan Simulasi Sistem Dinamik (Studi Kasus: PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Lawang) Production System Analysis Towards Company Profit Using System Dynamics Simulation Approach (Case. 952–963)*.
- Maulidi, R. (2013). Perencanaan Kapasitas Terminal General Cargo. *SISFO-Jurnal Sistem Informasi*.
- Mawengkang, H., & others. (2020). Analisis Keputusan Menggunakan Pendekatan Model Causal Loop Diagram (CLD) Model Dinamik untuk Perencanaan Wisata Syariah Berkelanjutan. *Jurnal Mantik*, 4(3), 2288–2291.
- Nabillah, I., & Ranggadara, I. (2020). Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut. *JOINS (Journal of Information System)*, 5(2), 250–255. <https://doi.org/10.33633/joins.v5i2.3900>
- Pujawan, I.N. and Mahendrawathi, E. . (2017). *Supply Chain Management* (3rd ed.). ANDI.
- Rachma, E. A. (2020). Optimasi Perencanaan Produksi Dengan Menggunakan Model Sistem Dinamik Di PT X. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, 2(1), 36. <https://doi.org/10.30998/joti.v2i1.4425>
- Ridwan, A., Ferdinant, P. F., & Laelasari, N. (2019). Simulasi Sistem Dinamis Dalam Perancangan Mitigasi Risiko Pengadaan Material Alat Excavator Dengan Metode Fmea Dan Fuzzy Ahp. *FLYWHEEL : Jurnal Teknik Mesin Untirta*, V(1), 51. <https://doi.org/10.36055/fw1.v0i0.5247>
- Rio Budianto Pasaribu. (2019). Penerapan Simulasi Dalam Pengoptimalan Supply Chain (Studi Kasus: PT. Tirta Bumi Medan Perkasa). In *Repositori Institusi Universitas Sumatera Utara* (Vol. 1, Issue 3). Universitas Sumatera Utara.