



Analisis kinerja sistem produksi pada industri produsen Tahu Bandung dengan pendekatan simulasi event diskrit studi kasus: Tahu Bandung ALN

Luqy Afifah Okatria^{1*}, Ratih Dyah Kusumastuti¹

¹ Departemen Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Indonesia, Depok, 16424, Indonesia

*Korespondensi: luqy.afifah@ui.ac.id

Diterima: 23 Juni, 2024

Disetujui: 30 Agustus, 2024

ABSTRAK

Latar Belakang: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem produksi yang saat ini diterapkan oleh Tahu Bandung ALN dan memberikan usulan alternatif perbaikan yang bisa diterapkan agar kinerja sistem produksinya menjadi lebih efisien. **Metode:** Penelitian ini menggunakan pendekatan simulasi event diskrit dengan parameter penilaian kinerja yang digunakan berupa waktu total produksi dan biaya total produksi. **Hasil:** Hasil simulasi base case scenario menemukan bahwa terdapat beberapa proses produksi yang memiliki waktu tunggu yang menandakan terjadinya bottleneck pada proses. Oleh karena itu, diusulkan dua alternatif perbaikan, yaitu skenario pertama (penambahan jumlah sumber daya pada proses produksi yang memiliki waktu tunggu) dan skenario kedua (kombinasi penambahan jumlah sumber daya pada proses produksi yang memiliki waktu tunggu dan kebijakan persediaan bahan baku tertentu). Alternatif skenario pertama menjadi alternatif skenario yang mampu memberikan perbaikan kinerja sistem produksi yang lebih efisien dengan waktu total produksi turun sebesar 22,40% dan biaya total produksi turun sebesar 40,57%.

KATA KUNCI: industri manufaktur; industri produsen tahu bandung; simulasi kejadian diskrit; sistem produksi.

ABSTRACT

Background: This study aims to analyze the performance of the production system currently implemented by Tahu Bandung ALN and propose alternative improvements that can make the performance of the production system more efficient. **Methods:** This study uses a discrete-event simulation approach, and the parameters of performance used are total production time and total production costs. **Result:** The results of the base case scenario simulation found that there are several production processes that have waiting times which indicate the bottlenecks. Therefore, two alternative of improvements are proposed, namely the first scenario (adding more resources in the production processes that have waiting times) and the second scenario (combination of adding more resources in the production processes that have waiting times and implementing the inventory policy of certain raw material). The first alternative scenario is the better one as it can provide an improved performance, in which the total production time is reduced by 22,40% and the total production cost is reduced by 40,57%.

KEYWORDS: manufacturing industry; tahu bandung producer industry; discrete-event simulation; production system.

Cara Pengutipan:

Okatria, L. A., & Kusumastuti, R. D. (2024). Analisis kinerja sistem produksi pada industri produsen Tahu Bandung dengan pendekatan simulasi event diskrit studi kasus: Tahu Bandung ALN. *Kemakmuran Hijau: Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 1(2), 80-91. <https://doi.org/.....>

Copyright: © 2024 dari Penulis. Dikirim untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan dari the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



1. Pendahuluan

Manufaktur didefinisikan sebagai proses mengubah bentuk atau sifat dari bahan baku dan/atau menggabungkannya dengan beberapa bagian yang telah diubah dan sekaligus menambahkan nilai ke dalam produk tersebut (Groover, 2020). Industri manufaktur menurut Badan Pusat Statistik (2020) adalah suatu kegiatan ekonomi yang mengubah bahan dasar dengan cara mekanis, kimia, atau menggunakan tangan menjadi barang setengah jadi atau jadi, dan/atau barang yang awalnya kurang bernilai menjadi barang yang bernilai lebih tinggi dan lebih dekat dengan konsumen akhir. Industri manufaktur memberikan kontribusi yang sangat luas terhadap komponen-komponen ekonomi nasional, salah satunya adalah Produk Domestik Bruto (PDB) (Wang, 2018).

Di Indonesia, kontribusi industri manufaktur yang diberikan terhadap PDB merupakan angka yang tertinggi dari 16 sektor usaha lainnya. Kontribusi tersebut sebesar 19,86% atau sekitar 773,5 triliun per kuartal III tahun 2020 dengan besaran 17,90% diberikan oleh industri manufaktur nonmigas (Kementerian Perindustrian, 2020). Selain itu, selama empat tahun terakhir ini, pertumbuhan industri manufaktur nonmigas mengalami fluktuasi yang tidak cenderung tajam dengan besarnya berturut-turut pada tahun 2016, 2017, 2018, dan 2019 adalah 4,43%, 4,85%, 4,77%, dan 4,34% (Kementerian Perindustrian, 2020). Hanya saja, akibat adanya pandemi COVID-19, pada pertumbuhannya pada tahun 2020 semakin menurun menjadi 2,01% di kuartal I, -5,74% di kuartal II, dan -4,02% di kuartal III berdasarkan data dari Kementerian Perindustrian (2020). Lebih lanjut, sebagian besar subsektor industri manufaktur nonmigas mengalami kontraksi, meskipun terdapat lima subsektor yang masih tumbuh positif, salah satunya adalah industri makanan dan minuman yang tumbuh sebesar 0,66%.

Data-data yang tertera di atas membuktikan bahwa industri manufaktur memberikan kontribusi yang penting terhadap perekonomian nasional karena menjadi urutan teratas dalam kontribusi sektor usaha terhadap PDB walaupun pada tahun 2020 harus menghadapi tantangan COVID-19 yang menyebabkan pertumbuhannya menurun drastis. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan kinerja sistem produksi pada industri manufaktur agar perkembangan dan daya saing industri manufaktur semakin baik (Rasib et al., 2021). Hal ini juga perlu dilakukan oleh Tahu Bandung ALN yang menjadi objek penelitian ini dan tergolong ke dalam industri makanan dan minuman.

Kinerja sistem produksi bisa dilihat dan diukur oleh pelanggan secara langsung, dalam hal ini adalah kepuasan mereka, sehingga menjadi suatu hal yang penting (Bartezzaghi & Turco, 1989). Sistem produksi merupakan suatu seperangkat hal yang berhubungan dengan semua keputusan, aktivitas, batasan, kontrol, dan rencana yang dimaksudkan untuk mengubah masukan menjadi keluaran (Harding, 1984). Terdapat tiga tipe sistem produksi yang bisa digunakan saat ini, yaitu push-system, pull-system, dan hybrid system (Benton, 2010; Puchkova et al., 2016; Zheng & Lu, 2009). Tahu Bandung ALN menerapkan pull-system sebagai sistem produksinya yang mana proses produksinya disesuaikan dengan permintaan pesanan yang diterima. Namun, dalam prosesnya sering muncul permasalahan berupa waktu proses produksi yang lama yang diakibatkan oleh beberapa proses produksi yang terhambat. Oleh karena itu, diperlukan analisis mengenai sistem produksi tersebut agar bisa tercipta penurunan waktu proses produksi sehingga kinerja pada Tahu Bandung ALN bisa menjadi lebih baik dan efisien, serta dapat bersaing di pasar.

Penelitian ini menganalisis kinerja sistem produksi Tahu Bandung ALN dengan pendekatan simulasi. Simulasi merupakan replika dari operasi proses atau sistem dunia nyata dari waktu ke waktu yang sejak awal sudah banyak diaplikasikan di bermacam sektor, seperti manufaktur, jasa, pertahanan, dan layanan publik (Banks et al., 2005; Jahangirian et al., 2010). Sementara itu, Simulasi discrete-event merupakan suatu sistem di mana keadaan variabel berubah pada titik-titik diskrit dalam suatu waktu, dan dapat digunakan sebagai alat yang kuat dan efektif dari segi biaya untuk merancang, menganalisis, dan mengoptimalkan proses manufaktur (Choi & Kang, 2013; Sandhu et al., 2013).

Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja sistem produksi pada Tahu Bandung ALN saat ini dengan menggunakan simulasi discrete-event dan memberikan usulan alternatif perbaikan yang bisa diterapkan oleh Tahu Bandung ALN agar kinerja sistem produksinya menjadi lebih efisien.

2. Tinjauan Teoritis

Russel & Taylor (2011) menyebutkan bahwa operasi sering kali diartikan sebagai proses transformasi atau perubahan. Oleh karena itu, manajemen operasi didefinisikan sebagai proses merencanakan, menjadwalkan, dan mengontrol aktivitas yang mengubah masukan menjadi keluaran untuk penciptaan nilai berbentuk barang dan jasa (Bozarth & Handfield, 2019; Heizer et al., 2017). Penciptaan nilai dalam manajemen operasi dimaksudkan bahwa proses perubahan masukan menjadi keluaran dilakukan seefisien mungkin sehingga keluaran tersebut bisa memberikan nilai yang lebih besar dibanding biaya masukan dan perubahannya (Dilworth, 1993; Russel & Taylor, 2011). Manajemen operasi bisa dikatakan sebagai fungsi produksi yang mana ini termasuk ke dalam tiga fungsi utama dalam bisnis selain keuangan dan pemasaran (Dilworth, 1993). Heizer et al (2017) menambahkan bahwa fungsi operasi atau produksi di sini berperan dalam menciptakan, memproduksi, dan mengirimkan produk. Fungsi operasi atau produksi dalam bisnis terbagi menjadi dua, yaitu operasi manufaktur yang memproduksi keluaran dengan tampilan wujud yang bisa dilihat dan disentuh dan operasi nonmanufaktur atau jasa yang menyediakan keluaran tanpa wujud (Dilworth, 1993).

Sebuah sistem bisa didefinisikan sebagai seperangkat hal yang saling berkaitan, dalam hal ini adalah manusia dan mesin, yang bekerja bersama-sama sesuai dengan pola yang sudah ditetapkan untuk mencapai sasaran atau keluaran yang sudah ditentukan (Harding, 1984; Walley, 1980). Sistem produksi berhubungan dengan semua keputusan, aktivitas, batasan, kontrol, dan rencana yang memungkinkan proses mengubah masukan menjadi keluaran (Harding, 1984). Sistem produksi memiliki tiga tipe, yaitu push-system, pull-system, dan hybrid system (Benton, 2010; Puchkova et al., 2016; Zheng & Lu, 2009). Pada push-system, perkiraan permintaan produksi dilakukan sebagai langkah awal sebelum dilakukan produksi, yang kemudian jumlah permintaan ini dikirim ke stasiun kerja berikutnya hingga akhirnya menjadi persediaan barang jadi (Benton, 2010; Zheng & Lu, 2009). Berbeda dengan push-system, pull-system menggunakan permintaan pelanggan sebagai dasar produksi (Puchkova et al., 2016). Sementara itu, hybrid system merupakan gabungan dari push-system dan pull-system dan mengakomodasikan karakteristik kinerja dari kedua sistem tersebut yang saling berlawanan tersebut sehingga bisa menghasilkan sistem yang lebih baik (Benton, 2010; Ghrayeb et al., 2009).

Era industri yang semakin kompetitif membuat para pelaku usaha di industri manufaktur untuk mempertimbangkan perbaikan yang terus menerus agar dapat memproduksi dan memenuhi variasi permintaan produk berkualitas tinggi dengan biaya yang rendah dan siklus waktu produksi yang lebih pendek (Hernandez-Matias et al., 2006; Huang et al., 2002). Oleh karena itu, sudah banyak berbagai metode dan teknik yang dikembangkan untuk menganalisis sistem produksi agar pelaku usaha industri manufaktur bisa menerapkan perbaikan yang kontinu. Metode-metode analisis sistem produksi ini bertujuan untuk tujuan mendapatkan solusi terbaik untuk sistem produksi melalui data kinerja yang diperoleh, seperti waktu tunggu, produktivitas, biaya, fleksibilitas, atau kualitas produk (Hernandez-Matias et al., 2006). Salah satu metode yang bisa digunakan adalah simulation modelling (Banks et al., 2005; Pedgen et al., 1995; Sharma, 2015).

Simulasi komputer adalah sebuah disiplin ilmu yang merancang model dari suatu sistem, mensimulasikan model tersebut, dan menganalisis keluaran dari model yang dieksekusi tersebut (Choi & Kang, 2013). Simulasi merupakan replika dari operasi proses atau sistem dunia nyata dari waktu ke waktu untuk mendapatkan informasi mengenai sistem yang kompleks, mengembangkan dan menguji kebijakan operasi atau sumber daya baru dan konsep atau sistem baru sebelum hal tersebut dijalankan, dan mengumpulkan informasi dan pengetahuan tanpa mengganggu sistem yang sebenarnya (Banks et al., 2005;

Pedgen et al., 1995). Di antara semua teknik simulasi, simulasi discrete-event adalah salah satu simulasi yang memodelkan sistem operasi yang setiap peristiwanya terjadi pada waktu tertentu dan menandai perubahan keadaan dalam sistem (Sharma, 2015).

3. Metode

Penelitian ini menggunakan dua teknik pengumpulan data untuk memenuhi data-data yang dibutuhkan, yaitu wawancara dan observasi. Narasumber wawancara ini adalah pemilik dan karyawan produksi Tahu Bandung ALN. Kemudian, observasi dilakukan oleh peneliti pada bulan April 2021 untuk mengamati secara langsung proses produksi yang diterapkan oleh Tahu Bandung ALN.

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah pendekatan simulasi discrete-event dengan pemodelan yang dibangun dan dijalankan. Simulasi berguna ketika sistem di dunia nyata terlalu kompleks untuk memungkinkan evaluasi model realistik dilakukan secara analitis (Law, 2015). Simulasi dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak Arena yang dikembangkan oleh Rockwell Automation. Proses yang akan disimulasikan dalam penelitian ini adalah model proses produksi tahu bandung yang dimulai dari kedatangan bahan baku hingga proses pengemasan tahu bandung yang siap dikirimkan ke pelanggan.

Model simulasi yang sudah dibangun selanjutnya akan diverifikasi dan divalidasi. Verifikasi dilakukan untuk menilai dan melihat apakah program komputer bisa menerjemahkan model yang sudah dibuat dengan benar (Altiok & Melamed, 2007; Law, 2015). Validasi merupakan tindakan menilai seberapa realistik model simulasi yang dilakukan dengan cara membandingkan model simulasi yang dijalankan dengan sistem yang asli atau nyata (Altiok & Melamed, 2007; Law, 2015). Validasi model terlebih dahulu dilakukan pada base case scenario untuk melihat apakah model ini sudah mewakili sistem nyata. Metode validasi dilakukan melalui penetapan selang kepercayaan dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% (Carata, 2020). Setelah didapatkan base case scenario yang valid, selanjutnya dilakukan uji statistik untuk membandingkan hasil simulasi skenario usulan dengan skenario dasar. Analisis komparasi menggunakan metode paired-t test dengan perumusan selang kepercayaan pada jumlah sampel yang sama dengan rumus (Law, 2015).

$$\bar{Z}(n) \pm t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\widehat{Var}[\bar{Z}(n)]} \quad (1)$$

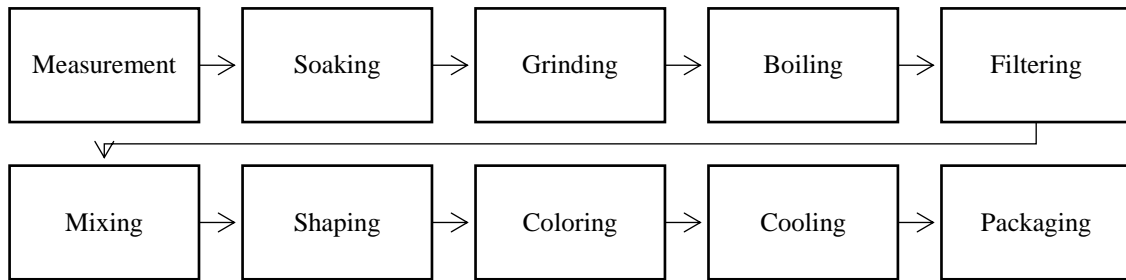
Hasil dari uji beda tersebut akan menentukan apakah model skenario usulan secara statistik memiliki perbedaan yang signifikan dengan base case scenario yang didasarkan pada syarat kondisi tertentu. Jika dalam selang kepercayaan tidak terdapat nilai nol, maka kedua model berbeda secara signifikan. Jika dalam selang kepercayaan terdapat nilai nol, maka kedua model tidak berbeda secara signifikan.

Selanjutnya, pemilihan skenario alternatif mana yang bisa menjadi skenario terbaik untuk memperbaiki kinerja sistem produksi Tahu Bandung ALN dilihat dengan mempertimbangkan parameter waktu total dan biaya total produksi sehingga diharapkan sistem produksi Tahu Bandung ALN bisa menjadi lebih efektif dan efisien.

4. Hasil dan Pembahasan

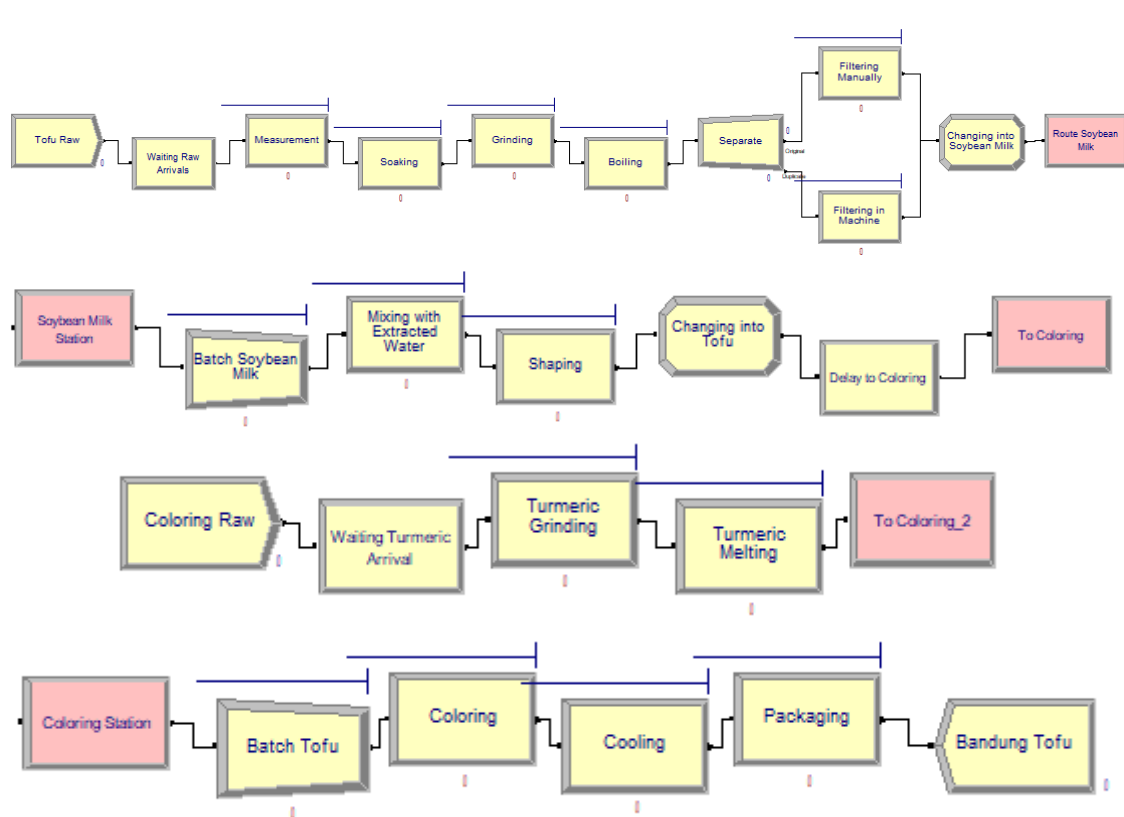
Sistem produksi yang diterapkan oleh Tahu Bandung ALN dalam menjalankan aktivitas produksinya adalah pull-system karena mereka memproduksi berdasarkan jumlah yang dipesan oleh pelanggan per harinya, bukan berdasarkan perkiraan permintaan di masa mendatang, serta memesan bahan baku sesuai dengan permintaan pesanan yang diterima setiap harinya. Produk tahu bandung ini berbahan baku kacang kedelai dan kunyit sebagai bahan dasar pewarnaan tahunya yang dipesan dan dikirimkan tiap harinya dari pemasok.

Proses keseluruhan dari produksi tahu bandung yang diterapkan oleh Tahu Bandung ALN bisa dilihat di bawah ini pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Produksi Tahu Bandung

Model simulasi dari proses produksi akan dijalankan dengan jumlah replikasi untuk model simulasi seluruh skenario sebanyak sepuluh kali replikasi sesuai dengan Banks et al (2005) dan periode simulasinya selama enam hari yang mengacu pada jumlah hari kerja dalam satu minggu dengan periode pemanasannya selama satu hari. Biaya-biaya yang terlibat dalam proses produksi tahu bandung adalah biaya operator produksi sebesar Rp 3.200.000 per bulan atau Rp 13.333 per jam, biaya operasional mesin sebesar Rp 4.050.000 per bulan atau Rp 16.875 per jam, dan biaya tempat penyimpanan produk setengah jadi yang menunggu untuk diproses sebesar Rp 3.500.000 per bulan atau sebesar Rp 14.583. Biaya-biaya ini dihitung langsung melalui Arena ke dalam atribut resources dan entities.



Gambar 2. Model simulasi *base case scenario*

Hasil simulasi model *base case scenario* juga menunjukkan biaya total produksi sebesar Rp 614.124 per harinya atau setara dengan Rp 14.738.976 per bulan yang dihitung selama 24 hari sesuai dengan total hari kerja dalam satu bulan yang berasal dari biaya operator produksi, biaya operasional mesin, dan biaya tempat penyimpanan, serta rata-rata

total waktu produksi selama 574,04 menit. Tabel 1 adalah hasil simulasi model base scenario yang menunjukkan rata-rata waktu tunggu di beberapa proses, yaitu proses coloring, cooling, mixing, dan shaping.

Tabel 1. Hasil Uji Validitas Base Case Scenario

<i>Base Case Scenario</i>	
<i>Replication</i>	<i>VA Total Time (minutes)</i>
1	251,7
2	257,96
3	265,57
<i>Replication</i>	<i>VA Total Time (minutes)</i>
4	254,36
5	250,39
6	252,02
7	258,12
8	242,62
9	256,61
10	259,51
<i>Confidence Level</i>	95%
<i>Mean</i>	254,89
<i>Varians (S^2)</i>	38,64
<i>Standard Deviation (S)</i>	6,22
<i>Upper Tail</i>	259,35
<i>Lower Tail</i>	250,43
<i>Confidence Interval</i>	[250,43 ; 259,35]
<i>Real VA Time</i>	257,5
<i>Validity</i>	Valid

Tabel 2. Rata-rata waktu tunggu dalam Base Case Scenario

<i>Base Case Scenario</i>	
<i>Proses</i>	<i>Waktu Tunggu (menit)</i>
Coloring	0,11
Cooling	12,50
Mixing with Extracted Water	80,89
Shaping	71,83
Total Waiting Time	165,33

4.1 Skenario alternatif 1

Alur model simulasi dalam skenario alternatif pertama tetap sama seperti model skenario dasar dan dengan asumsi waktu prosesnya tetap sama, serta sistem produksi untuk proses di alternatif pertama tetap menerapkan pull-system karena kedua bahan baku dipesan sesuai dengan permintaan pesanan di satu hari sebelumnya seperti di model simulasi base case scenario. Hanya saja, terdapat beberapa perubahan jumlah sumber daya di beberapa proses sebagai berikut.

Tabel 3. Perbaikan pada Skenario Alternatif 1

	Skenario Dasar	Skenario Alternatif 1
Operator Produksi di Stasiun Soybean Milk	2 orang	3 orang
Tahang Air di Proses Mixing	1 buah	2 buah
Cooler Sheft di Proses Cooling	1 buah	2 buah

Tabel 4. Hasil Uji Beda Model Skenario Dasar dengan Model Skenario Alternatif 1

Replication	Base case Scenario	Alternative Scenario	$\bar{Z}(n)$
	Total Time (minutes)	Total Time (minutes)	Total Time (minutes)
1	575,81	441,48	134,33
2	564,57	441,9	122,67
3	581,19	471	110,19
4	548,87	415,04	133,83
5	584,56	415,23	169,33
6	570,13	466,26	103,87
7	586,99	483,74	103,25
8	563,1	422,6	140,5
9	568,11	461,15	106,96
10	597,13	466,69	130,44
Confidence Level		95%	
Mean	574,05	448,51	125,54
Standard Deviation	13,98	24,82	20,73
Lower Tail		78,64	
Upper Tail		172,44	
Significance		Statistically Significant	

Simulasi untuk skenario alternatif pertama menghasilkan rata-rata waktu total menurun yang semula selama 574,04 menit menjadi selama 445,51 menit dan biaya total produksi yang dikeluarkan jika menggunakan skenario alternatif ini adalah sebesar Rp 364.977 per hari atau sebesar Rp 8.759.448 per bulannya dengan total hari kerja selama 24 hari dalam sebulan.

4.2 Skenario alternatif 2

Setelah menjalankan model base case scenario, diperoleh bahwa pada proses coloring terjadi waktu tunggu seperti proses-proses lain, yaitu mixing, shaping, dan cooling. Setelah ditelusuri, waktu tunggu yang terjadi pada proses coloring disebabkan oleh waktu menunggu kedatangan kunyit sebagai bahan baku pendukung proses coloring. Oleh karena itu, usulan perbaikan pada skenario alternatif kedua sama seperti skenario alternatif pertama, tetapi terdapat perkiraan persediaan bahan baku kunyit sehingga perbaikan pada skenario alternatif kedua adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Perbaikan pada Skenario Alternatif 2

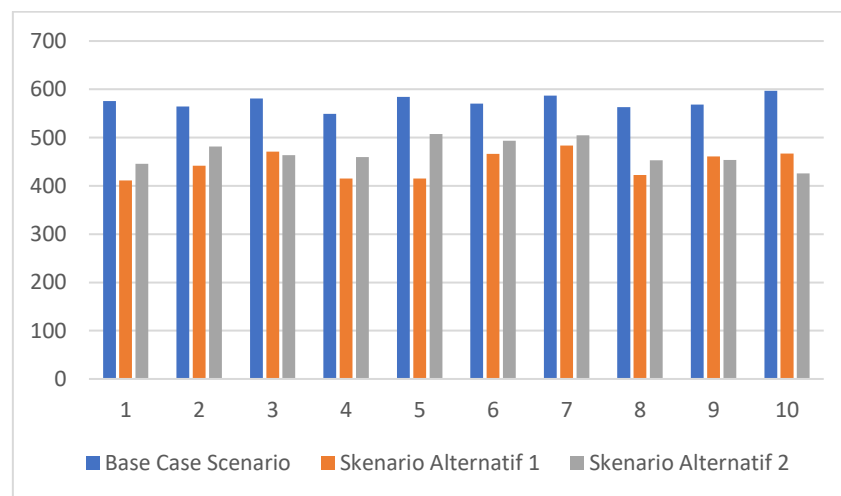
	Skenario Dasar	Skenario Alternatif 2
Operator Produksi di Stasiun Soybean Milk	2 orang	3 orang
Tahang Air di Proses Mixing	1 buah	2 buah
Cooler Sheft di Proses Cooling	1 buah	2 buah
Penerapan Kebijakan Persediaan Kunyit	Tidak ada	Ada

Tabel 6. Hasil Uji Beda Model Skenario Dasar dengan Model Skenario Alternatif 2

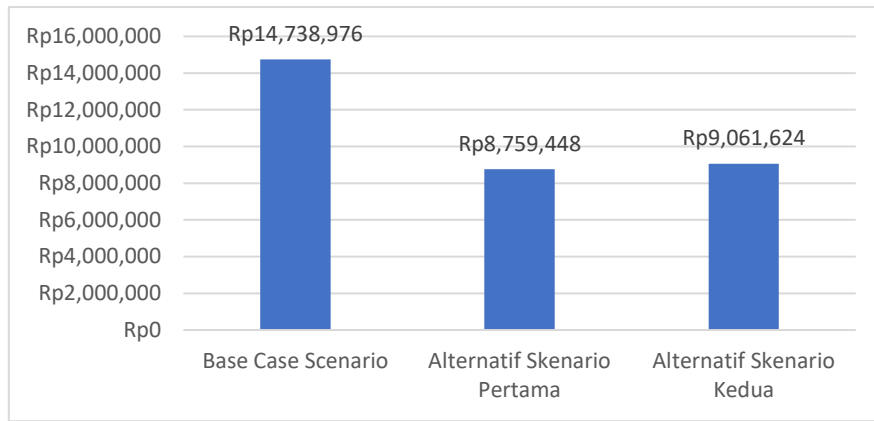
Replication	Base Case Scenario	Alternative Scenario	$\bar{Z}(n)$
	Total Time (minutes)	Total Time (minutes)	Total Time (minutes)
1	575,81	445,76	130,05
2	564,57	481,47	83,1
3	581,19	463,28	117,91
4	548,87	459,45	89,42
5	584,56	507,54	77,02
6	570,13	493,7	76,43
7	586,99	504,43	82,56
8	563,1	453,07	110,03
9	568,11	453,64	114,47
10	597,13	425,82	171,31
Confidence Level		95%	
Mean	574,05	468,82	105,23
Standard Deviation	13,98	26,92	30,06
Lower Tail		37,23	
Upper Tail		173,23	
Significance		Statistically Significant	

Simulasi untuk skenario alternatif kedua menghasilkan rata-rata waktu total menurun yang semula selama 574,04 menit menjadi selama 468,82 menit dan biaya total produksi yang dikeluarkan jika menggunakan skenario alternatif ini adalah sebesar Rp 378.401 per hari atau setara Rp 9.081.624 per bulan dengan total hari kerja dalam satu bulan adalah 24 hari.

Berdasarkan skenario alternatif yang telah dibangun dan dijalankan, kedua skenario alternatif terbukti mampu mengurangi rata-rata waktu total dan biaya total dalam proses produksi tahu bandung dibandingkan dengan skenario dasar yang menggambarkan model kondisi asli proses produksi di Tahu Bandung ALN. Di bawah ini adalah perbandingan rata-rata waktu total antara base case scenario, skenario alternatif pertama, dan skenario alternatif kedua yang disajikan per replikasi masing-masing, serta perbandingan biaya total antarskenario.



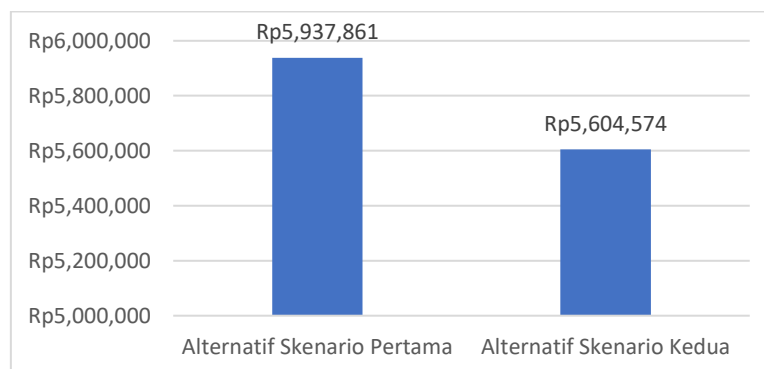
Gambar 2. Perbandingan rata-rata waktu total per replikasi (dalam menit)



Gambar 3. Perbandingan biaya total antarskenario

Simulasi model skenario alternatif pertama menunjukkan penurunan waktu total sebesar 22,40% dan biaya total sebesar 40,57%, sedangkan simulasi model skenario alternatif kedua menunjukkan bahwa waktu total produksi mampu diturunkan sebanyak 18,32% dan biaya total produksi juga mampu diturunkan sebanyak 38,51%. Oleh karena itu, berdasarkan waktu total produksi dan biaya total produksi masing-masing skenario alternatif, dapat dilihat bahwa skenario alternatif pertama dapat menjadi skenario alternatif terbaik yang dapat dijalankan.

Selain itu, untuk menerapkan seluruh skenario alternatif membutuhkan beberapa biaya tambahan yang perlu dikeluarkan, yaitu perkiraan biaya penyimpanan persediaan bahan baku kunyit untuk menerapkan skenario alternatif kedua sebesar Rp 41.667 per bulan dan biaya satu unit tahang air sebesar Rp 11.111 per bulan, serta biaya gaji operator produksi dan operasional peralatan tambahan yang sudah dimasukkan ke dalam atribut setiap sumber daya yang bersangkutan. Untuk tambahan cooler shaft, tidak ada biaya yang dikeluarkan untuk pembelian cooler shaft. Dengan demikian, biaya tambahan melalui pembelian tahang air untuk menerapkan skenario alternatif pertama adalah sebesar Rp 11.111 per bulan dan biaya tambahan melalui biaya pembelian tahang air dan biaya penyimpanan persediaan bahan baku kunyit untuk menerapkan skenario alternatif kedua adalah sebesar Rp 52.778 per bulan. Berdasarkan biaya total produksi yang telah diperoleh dari masing-masing skenario alternatif, maka biaya penghematan bersih masing-masing skenario alternatif adalah sebagai berikut yang mana menunjukkan bahwa skenario alternatif pertama dapat diterapkan sebagai skenario alternatif terbaik berdasarkan biaya penghematan bersih.



Gambar 4. Perbandingan biaya penghematan bersih setiap skenario alternatif

5. Kesimpulan

Selama penerapan proses produksi di sistem aslinya, Tahu Bandung ALN mampu memproduksi tahu bandung dengan value-added time selama kurang lebih 257,5 menit. Hanya saja, proses ini masih mengalami hambatan berupa waktu tunggu antrean di beberapa proses produksinya yang mempengaruhi total waktunya. Oleh karena itu, terdapat dua skenario alternatif yang diusulkan untuk memperbaiki kinerja sistem produksi ini yang mana keduanya mampu menurunkan waktu total produksi dan biaya total produksi. Namun, hasil simulasi menunjukkan bahwa skenario alternatif pertama merupakan skenario alternatif terbaik yang dapat dijalankan berdasarkan waktu total produksi dan biaya total produksi. Selain itu, penghitungan biaya total penghematan bersih dilakukan untuk melihat skenario alternatif mana yang memberikan biaya penghematan bersih lebih besar. Penghitungan ini juga menghasilkan bahwa skenario alternatif pertama mampu memberikan biaya penghematan bersih lebih besar dibanding skenario alternatif kedua. Oleh karena itu, Tahu Bandung ALN sebaiknya menjalankan skenario alternatif pertama sebagai alternatif perbaikan kinerja sistem produksinya sehingga sistem produksinya bisa menjadi lebih efektif dan efisien.

Berdasarkan analisis hasil simulasi skenario alternatif yang diusulkan untuk memperbaiki dan meningkatkan kinerja sistem produksi, Tahu Bandung ALN perlu menambahkan sumber daya yang terdapat di proses produksi dengan antrean yang tinggi sehingga waktu tunggu proses produksi bisa diminimalisir yang berdampak pada menurunnya waktu total produksi. Selain itu, Tahu Bandung ALN perlu mengelola historis informasi dan data yang menyangkut penggunaan penggunaan bahan baku kunyit terhadap permintaan pesanan tahu bandung yang mana ini merujuk kepada kebijakan perkiraan persediaan bahan baku kunyit. Kemudian, penelitian selanjutnya diharapkan bisa mempertimbangkan penambahan parameter lainnya dan biaya-biaya lain agar kinerja sistem produksi dapat dianalisis dengan lebih komprehensif.

Kontribusi Penulis

Semua penulis berkontribusi penuh atas penulisan artikel ini.

Pendanaan

Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal.

Pernyataan Dewan Peninjau Etis

Tidak berlaku.

Pernyataan *Informed Consent*

Tidak berlaku.

Pernyataan Ketersediaan Data

Tidak berlaku.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

Akses Terbuka

©2024. Artikel ini dilisensikan di bawah Lisensi Internasional Creative Commons Attribution 4.0, yang mengizinkan penggunaan, berbagi, adaptasi, distribusi, dan reproduksi dalam media atau format apa pun. selama Anda memberikan kredit yang sesuai kepada penulis asli dan sumbernya, berikan tautan ke lisensi Creative Commons, dan tunjukkan jika ada perubahan. Gambar atau materi pihak ketiga lainnya dalam artikel ini termasuk dalam lisensi Creative Commons artikel tersebut, kecuali dinyatakan lain dalam batas kredit materi tersebut. Jika materi tidak termasuk dalam lisensi Creative Commons artikel dan tujuan penggunaan Anda tidak diizinkan oleh peraturan perundang-undangan atau melebihi penggunaan yang diizinkan, Anda harus mendapatkan izin langsung dari pemegang hak cipta. Untuk melihat salinan lisensi ini, kunjungi: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Daftar Pustaka

- Altiok, T., & Melamed, B. (2007). *Simulation Modeling and Analysis with Arena*. Academic Press.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Indikator Industri Manufaktur 2018*.
- Banks, J., Carson II, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2005). *Discrete-Event System Simulation*. Prentice Hall. <https://doi.org/10.2307/1268124>
- Bartezzaghi, E., & Turco, F. (1989). The Impact of Just-in-time on Production System Performance: An Analytical Framework. *International Journal of Operations & Production Management*, 9(8), 40–62.
- Benton, W. C. (2010). Push and Pull Production Systems. *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science*. <https://doi.org/10.1287/opre.40.3.521>
- Bozarth, C. C., & Handfield, R. B. (2019). *Introduction to Operations and Supply Chain Management* (5th ed.). Pearson Education, Inc. <https://doi.org/10.1109/IEMCE.2008.4618002>
- Carata, E. (2020). ANALYSIS OF SHOP FLOOR MACHINE PARTS MANUFACTURING THROUGH DISCRETE EVENT SIMULATION. *Bulletin of the Polytechnic Institute of Jassy*, 66(70).
- Choi, B., & Kang, D. (2013). *Modeling and Simulation of Discrete-Event Systems*. John Wiley & Sons.
- Dilworth, J. B. (1993). *Production and Operations Management: Management and Services*. (5th ed.). McGraw-Hill Book Co.
- Ghrayeb, O., Phojanamongkolkij, N., & Tan, B. A. (2009). A hybrid push/pull system in assemble-to-order manufacturing environment. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 20(4), 379–387. <https://doi.org/10.1007/s10845-008-0112-6>
- Groover, M. P. (2020). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems* (7th ed.). John Wiley & Sons.
- Harding, H. A. (1984). *Production Management*. M&E Limited.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Operations management: sustainability and supply chain management* (12th ed.). Pearson Education, Inc.
- Hernandez-Matias, J. C., Vizan, A., Hidalgo, A., & Rios, J. (2006). Evaluation of techniques for manufacturing process analysis. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 17(5), 571–583. <https://doi.org/10.1007/s10845-006-0025-1>
- Huang, S. H., Dismukes, J. P., Shi, J., Su, Q., Wang, G., Razzak, M. A., & Robinson, D. E. (2002). Manufacturing system modeling for productivity improvement. *Journal of Manufacturing Systems*, 21(4), 249–259. [https://doi.org/10.1016/S0278-6125\(02\)80165-0](https://doi.org/10.1016/S0278-6125(02)80165-0)
- Jahangirian, M., Eldabi, T., Naseer, A., Stergioulas, L. K., & Young, T. (2010). Simulation in manufacturing and business: A review. *European Journal of Operational Research*, 203(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.06.004>
- Kementerian Perindustrian. (2020). *LAPORAN KINERJA PEMBANGUNAN INDUSTRI TAHUN 2020*.

- Law, A. M. (2015). *Simulation Modeling and Analysis* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- Pedgen, C. D., Shannon, R. E., & Sadowski, R. P. (1995). *Introduction to Simulation Using SIMAN*. McGraw-Hill Inc.
- Puchkova, A., Le Romancer, J., & McFarlane, D. (2016). Balancing Push and Pull Strategies within the Production System. *IFAC-PapersOnLine*, 49(2), 66–71. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.03.012>
- Rasib, A. H. A., Abdullah, R., Bazilah, N. F., Razaai, Z. F. M., & Noor, R. M. (2021). Production Smoothness Improvement through ARENA Application in the Food Manufacturing Industry. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(3), 3516–3526. <https://doi.org/10.17762/turcomat.v12i3.1627>
- Russel, R. S., & Taylor, B. W. (2011). *Operations Management: Creating Value Along The Supply Chain* (7th ed.). John Wiley & Sons.
- Sandhu, M. A., Helo, P., & Kristianto, Y. (2013). Steel supply chain management by simulation modelling. *Benchmarking*, 20(1), 45–61. <https://doi.org/10.1108/14635771311299489>
- Sharma, P. (2015). Discrete-Event Simulation. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 4(04), 136–140.
- Walley, B. H. (1980). *Production Management Handbook*. Gower.
- Wang, B. (2018). The Future of Manufacturing: A New Perspective. *Engineering*, 4(5), 722–728. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2018.07.020>
- Zheng, N., & Lu, X. (2009). Comparative study on push and pull production system based on anylogic. *Proceedings - 2009 International Conference on Electronic Commerce and Business Intelligence, ECBI 2009*, 455–458. <https://doi.org/10.1109/ECBI.2009.26>

Biografi Penulis

Luqy Afifah Okatria, Departemen Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Indonesia

- Email: luqy.afifah@ui.ac.id
- ORCID:
- Web of Science ResearcherID:
- Scopus Author ID:
- Homepage:

Ratih Dyah Kusumastuti, Departemen Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Indonesia

- Email:
- ORCID:
- Web of Science ResearcherID:
- Scopus Author ID:
- Homepage: