

Usulan Peningkatan Produktivitas Pada Produksi Wiring Harness Assy 3210a-K1AL-NB00-DL Dengan Pendekatan Simulasi Menggunakan Software Promodel di TF STT Texmaco

R.M. Sugengriadi¹, Muhamad Mirfak Arfan², Muhammad Nurdin³

¹²³Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco, Indonesia
Email: sugeng.riadi@sttexmaco.ac.id

Received 28 Agustus 2025 | Revised 11 September 2025 | Accepted 22 September 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan meningkatkan produktivitas produksi wiring harness 3210A-K1AL-NB00-DL di T.F STT Texmaco Subang dengan pendekatan simulasi menggunakan ProModel. Masalah yang dihadapi adalah penurunan produktivitas akibat bottleneck, keterbatasan sumber daya, dan ketidakseimbangan beban kerja antar stasiun. Model simulasi dikembangkan berdasarkan kondisi aktual dan divalidasi menggunakan uji T-test. Dua skenario perbaikan diuji: (1) peningkatan skill operator di housing 1, dan (2) penggabungan proses housing 13 ke housing 12. Hasil simulasi skenario pertama meningkatkan produktivitas menjadi 27,3 pcs/operator (kenaikan 7,91%). Skenario kedua menghasilkan produktivitas 29,58 pcs/operator (kenaikan 16,92%). Perbaikan ini berdampak pada efisiensi penggunaan tenaga kerja, percepatan lead time, pengurangan biaya produksi, peningkatan margin keuntungan, serta peningkatan kapasitas produksi tanpa investasi tambahan.

Kata kunci: *Produktivitas, Simulasi, Harness, ProModel, Bottleneck, Efisiensi.*

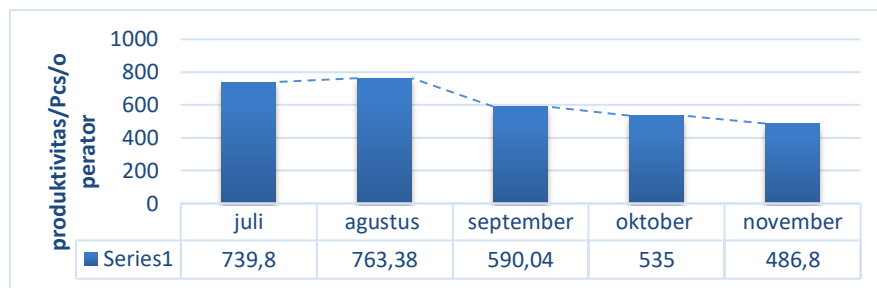
ABSTRACT

This study aims to improve the productivity of wiring harness production for assembly number 3210A-K1AL-NB00-DL at the Teaching Factory of STT Texmaco Subang using a simulation approach with ProModel. The issues encountered include decreased productivity caused by bottlenecks, limited resources, and unbalanced workloads across workstations. The simulation model was developed based on actual production conditions and validated using a T-test. Two improvement scenarios were tested: (1) enhancing operator skills at Housing 1, and (2) merging the process of Housing 13 into Housing 12. The simulation results show that the first scenario increased productivity to 27.3 pcs/operator (a 7.91% improvement), while the second scenario yielded 29.58 pcs/operator (a 16.92% improvement). These improvements have an impact on labor efficiency, reduced lead time, lower production costs, increased profit margins, and enhanced production capacity without additional investment.

Keywords: *Productivity, Simulation, Harness, ProModel, Bottleneck, Efficiency.*

1. PENDAHULUAN

Produktivitas merupakan indikator kunci dalam menilai kinerja suatu sistem produksi. Dalam era persaingan bebas saat ini, perusahaan manufaktur dituntut untuk terus meningkatkan efisiensinya guna mempertahankan daya saing [1]. Pengukuran produktivitas menjadi sarana penting untuk mengidentifikasi kelemahan sistem dan sebagai dasar perbaikan berkelanjutan [2]. Studi sebelumnya oleh Prastiyo di tahun 2024) pada PT GCE menunjukkan bahwa bottleneck, antrian proses, dan layout yang tidak optimal dapat menyebabkan penurunan produktivitas. Simulasi menggunakan ProModel dalam studi tersebut berhasil menghilangkan waktu tunggu hingga 0% melalui strategi penggabungan proses, penambahan operator, dan perbaikan layout [3]. Fenomena serupa ditemukan di Teaching Factory STT Texmaco Subang (TF STT), yang memproduksi wiring harness sebagai bagian dari PT Piranti Teknik Indonesia. Penurunan produktivitas yang signifikan dalam beberapa bulan terakhir seperti terlihat pada gambar 1 menunjukkan perlunya evaluasi sistem produksi secara menyeluruh.



Gambar 1. Produktivitas T.F STT Texmaco 2024
Sumber: (Data perusahaan)

Permasalahan penurunan produktivitas tersebut teridentifikasi pada bottleneck di beberapa stasiun kerja, ketidakseimbangan beban antar stasiun kerja, serta kurangnya efisiensi penjadwalan. Melalui simulasi ini, peneliti dapat merancang perbaikan berbasis simulasi dan pemodelan untuk mengatasi penurunan produktivitas pada Line 2 proses wiring harness. Penelitian ini bertujuan memberikan usulan peningkatan produktivitas melalui pembangunan model simulasi sistem produksi menggunakan ProModel. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi secara praktis bagi TF STT Texmaco, tetapi juga memperkaya literatur terkait pemanfaatan simulasi dalam optimalisasi sistem produksi.

2. METODE

2.1 Produktivitas

Secara umum, produktivitas diartikan sebagai hubungan antara hasil nyata maupun fisik berupa barang atau jasa dengan masukan yang sebenarnya. Produktivitas juga mengandung arti perbandingan antara hasil yang dicapai dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan (input), yang berkaitan dengan sikap mental produktif antara lain: menyangkut sikap, spirit, motivatif, disiplin, kreatif, inovatif, dinamis, dan profesionalisme [4]. Dari hasil penelitian Gomes di tahun 1995) memperlihatkan bahwa produktivitas sangat dipengaruhi oleh faktor: *knowledge* (pengetahuan), *skills*, *abilities*, *attitudes* dan *behaviours* dari para pekerja yang ada di dalam organisasi [5]. Menurut Walter Aigner filosofi dan spirit tentang produktivitas sudah ada sejak awal peradaban manusia karena makna produktivitas adalah keinginan dan upaya manusia untuk selalu meningkatkan kualitas kehidupan disegala bidang, rumusan dari

produktivitas total adalah rasio dari apa yang dihasilkan (output) terhadap seluruh apa yang digunakan (input) untuk memperoleh hasil tersebut [6].

2.2 Sistem, Model, simulasi dan ProModel

Sistem merupakan kumpulan komponen/elemen/entitas yang berinteraksi satu dengan yang lainnya dalam rangka mencapai tujuan tertentu dan terjadi dalam lingkungan yang kompleks, Suatu bagian dapat dikatakan sebagai suatu sistem jika memiliki tiga sifat diantaranya memiliki tujuan, memiliki lebih dari satu komponen yang menjalankan perannya masing – masing serta komponen – komponen yang saling berinteraksi dan bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu [2]. Model adalah representasi dari sebuah bentuk nyata, sedangkan sistem adalah saling keterhubungan antar elemen yang membangun sebuah kesatuan, biasanya dibangun untuk mencapai tujuan tertentu [7]. Simulasi didefinisikan sebagai suatu sistem yang digunakan untuk memecahkan atau mengurangi persoalan – persoalan dalam kehidupan nyata. Simulasi merupakan tiruan dari keadaan nyata yang menggambarkan sifat – sifat dari komponen terkait yang dapat digunakan dalam mencari suatu solusi akan permasalahan secara efektif dan efisien [8].

2.3 Simulasi ProModel

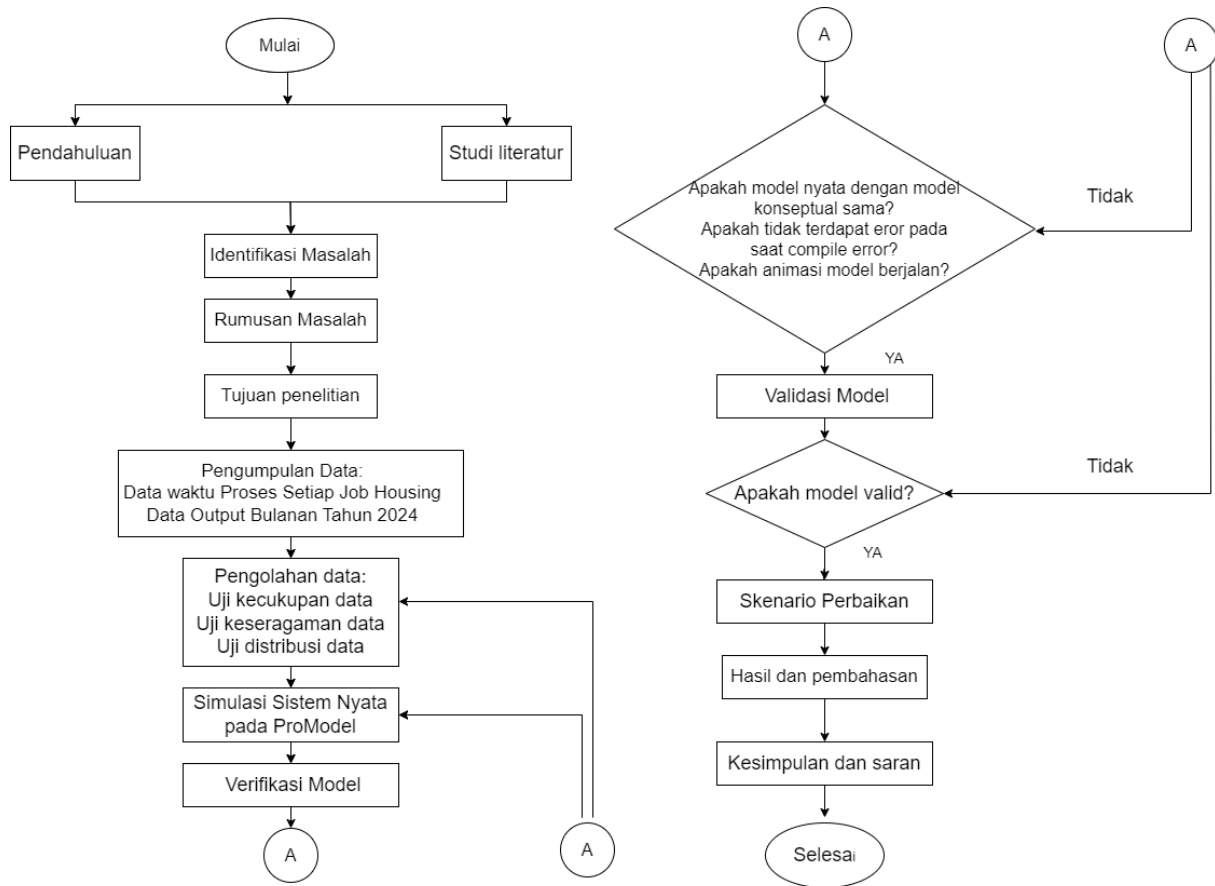
ProModel (*Production Moduler*) adalah perangkat simulasi untuk memodelkan berbagai macam sistem manufaktur dan jasa [2]. Tujuan yang bisa dicapai dari penggunaan ProModel yaitu untuk mendapatkan sistem yang optimal dari beberapa alternatif sistem yang telah direncanakan dan menghemat waktu serta biaya dibanding melakukan simulasi secara nyata [7].

Menurut Hendy Tanady, elemen dasar ProModel yang harus diperhatikan dalam pembuatan model adalah sebagai berikut [9]:

1. *Location*
Dalam Promodel, location merupakan tempat atau layout dari model suatu sistem, yang berisi gambar latar belakang seperti mesin-mesin, stasiun kerja, gudang penyimpanan, dan sebagainya. Lokasi adalah komponen statis sehingga tidak ikut bergerak selama simulasi dijalankan.
2. *Entity*
Entity merupakan sesuatu yang akan menjadi objek yang akan diproses dalam model sistem, seperti: bahan baku, produk setengah jadi, produk jadi, produk reject, bahkan lembar kerja.
3. *Path Network*
Path Networks merupakan lintasan kerja Resources yang terdiri dari node-node dan lintasan yang menghubungkan antara node yang satu dengan node yang lainnya
4. *Resources*
Resources merupakan manusia, peralatan atau perlengkapan kerja lainnya yang digunakan/bertugas memindahkan entity.
5. *Arrivals*
Arrivals menunjukkan tempat atau lokasi di mana entitas tiba pada suatu sistem yang diamati untuk pertama kali.
6. *Processing*
Processing merupakan operasi yang terjadi di dalam sistem dan dilakukan pada lokasi dan antar lokasi.

2.4 Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif, dan simulasi dengan aplikasi promodel. Flowchart penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flow chart penelitian
Sumber:(Olah data)

2.4 Objek dan Lokasi Penelitian

Objek penelitian adalah proses Housing 1-13 pada produksi Wiring Harness Assy 3210A-K1AL-NB00-DL yang dilaksanakan di Teaching Factory STT Texmaco Subang berlokasi di Jl. Cipeundeuy-Pabuaran, Kecamatan Cipeundeuy, Kabupaten Subang, Jawa Barat 41262.

2.5 Pengumpulan data

1. Dalam menyelesaikan permasalahan yang ada, diperlukan data-data yang mendukung proses penyelesaian masalah. Data ini diperoleh dengan mencatat waktu proses pada setiap jobdesk housing sebanyak 30 kali pencatatan dengan menggunakan smartphone (*stopwatch*) dalam mencatat data [10].
2. Data output bulanan tahun 2024
Data tersebut merupakan data perusahaan di mana data tersebut termuat dalam *board information* sebagai evaluasi kinerja proses produksi khususnya dalam hal output produksi di *Teaching Factory* STT.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data hasil pengamatan

Tabel 1 berikut ini merupakan ringkasan waktu proses pada setiap stasiun Housing:

Tabel 1. Data hasil pengamatan

pengamatan ke-	Housing												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	52	51	58	52	50	52	58	56	56	51	54	54	52
2	50	51	55	53	55	53	61	56	54	54	58	53	57
3	55	55	60	55	53	55	58	56	52	54	54	50	53
4	50	53	60	53	51	56	60	55	56	54	52	53	52
5	52	50	59	51	55	51	56	56	56	55	58	51	52
6	50	51	55	50	50	52	61	56	55	52	56	54	57
7	53	54	57	52	53	55	60	57	50	56	55	55	56
8	54	50	59	51	56	52	56	58	52	53	55	52	55
9	51	52	56	53	52	53	57	55	56	52	57	53	57
10	50	49	56	52	56	56	58	57	50	55	58	52	52
11	56	51	59	51	56	51	56	54	54	51	52	50	55
12	53	51	58	55	53	55	60	59	55	50	54	56	56
13	55	54	58	53	55	53	61	58	50	54	55	55	56
14	56	54	59	53	56	50	60	53	56	53	52	52	58
15	53	52	56	56	54	51	57	56	54	56	57	56	52
16	50	52	57	52	54	56	60	55	55	55	54	54	56
17	56	49	59	50	54	52	57	56	51	50	55	51	56
18	55	53	60	53	50	55	56	58	52	55	56	50	58
19	52	51	58	50	55	50	59	59	55	50	55	53	56
20	53	53	58	54	56	52	60	55	55	52	54	56	57
21	52	50	60	56	56	53	58	56	52	53	56	54	55
22	51	51	56	50	56	56	60	54	56	51	53	52	56
23	51	52	58	53	52	52	60	55	54	55	54	54	55
24	53	54	58	54	52	55	59	57	54	51	52	56	54
25	52	51	55	52	53	56	60	56	56	55	57	50	52
26	56	54	56	53	51	52	60	58	53	54	58	51	58
27	54	52	56	50	54	55	58	54	54	52	53	53	56
28	53	54	58	56	53	56	57	58	51	53	56	52	57
29	54	51	58	52	56	50	58	56	52	50	54	55	53
30	52	54	57	55	50	53	57	59	53	51	52	52	58

Sumber: (Olah data)

3.2 uji kecukupan data

Perhitungan ini lakukan uji kecukupan data untuk mengetahui apakah data yang telah diambil sudah mencukupi untuk dapat dilakukan dalam pengolahan data berikutnya [11]. Tingkat kepercayaan menunjukkan besarnya keyakinan pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian. Tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95% dengan tingkat ketelitian 5%.

$$N' = \left[\frac{k \sqrt{N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2 \quad (1)$$

$$N' = \left[\frac{\frac{z}{0.05} \sqrt{30.83748 - 2509056}}{1584} \right]^2 \quad N' = 2.157943$$

Perhitungan di atas merupakan perhitungan kecukupan data untuk operator 5 dan untuk operator lainnya dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil uji kecukupan data

No	$\sum X$	$(\sum X)^2$	$\sum X^2$	N	N'	keterangan
1	1584	2509056	83748	30	2.157943	N>N', Data Cukup
2	1559	2430481	81095	30	1.559527	N>N', Data Cukup
3	1729	2989441	99719	30	1.139477	N>N', Data Cukup
4	1580	2496400	83314	30	1.935587	N>N', Data Cukup
5	1607	2582449	86211	30	2.404539	N>N', Data Cukup
6	1598	2553604	85242	30	2.290723	N>N', Data Cukup
7	1758	3090564	103098	30	1.230067	N>N', Data Cukup
8	1688	2849344	95052	30	1.244357	N>N', Data Cukup
9	1609	2588881	86413	30	2.168659	N>N', Data Cukup
10	1587	2518569	84059	30	2.033536	N>N', Data Cukup
11	1646	2709316	90422	30	1.974816	N>N', Data Cukup
12	1589	2524921	84271	30	2.033489	N>N', Data Cukup
13	1657	2745649	91647	30	2.191686	N>N', Data Cukup

Sumber: (Olah data)

Berdasarkan tabel didapatkan hasil bahwa nilai N (data yang sudah dikumpulkan) lebih besar dari nilai N' (jumlah data yang seharusnya diamati) dari semua stasiun kerja, sehingga data yang telah dikumpulkan dapat dikatakan cukup.

3.3 uji keseragaman data

Uji keseragaman data adalah proses pengujian terhadap data pengukuran untuk menilai apakah data yang diukur telah konsisten dan berasal dari satu sumber yang sama [12]. Data dapat dikatakan seragam apabila berada dalam batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL). Tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95% dengan tingkat ketelitian 5%. Langkah-langkah perhitungan uji keseragaman data waktu pengamatan proses dijelaskan sebagai berikut.

1. Menghitung nilai rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{N} \tag{2}$$

$$\bar{X} = \frac{52+50+55+\dots+53+54+52}{30} = 52.80 \text{ detik}$$

2. Menghitung standar deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N-1}} \tag{3}$$

$$= \sqrt{\frac{(52-52.80)^2 + (50-52.80)^2 + \dots + (54-52.80)^2 + (52-52.80)^2}{N-1}} \quad \sigma = 1.972221$$

3. Menentukan batas kendali

$$BKA = \bar{X} + K\sigma \quad (4)$$

$$BKA = 52.80 + 2(1.972221) = 56.74444$$

$$BKB = \bar{X} - K\sigma \quad (5)$$

$$BKB = 52.80 - 2(1.972221) = 48.85556$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diketahui bahwa rata-rata data dari Housing 1 adalah sebesar 52.80 detik. Batas kontrol atas dan batas kontrol bawah yang didapatkan berdasarkan rata-rata yang telah diperoleh dengan pertimbangan nilai k atau tingkat keyakinan 95% yaitu 56.74444 detik, 48.85555 detik dan nilai σ sebesar 1.972221. Tabel 3 merupakan hasil uji keseragaman data untuk seluruh elemen kerja pada lini produksi housing.

Tabel 1. Hasil Uji Keseragaman Data

NO	Rata-rata (detik)	Standar deviasi (detik)	BKA (detik)	BKB (detik)	keterangan
Housing 1	52.80	1.972221	56.74444	48.85556	Seragam
Housing 2	51.97	1.650148	55.26696	48.66637	Seragam
Housing 3	57.63	1.564329	60.76199	54.50467	Seragam
Housing 4	52.67	1.863133	56.39293	48.9404	Seragam
Housing 5	53.57	2.112089	57.79084	49.34249	Seragam
Housing 6	53.27	2.049951	57.36657	49.16676	Seragam
Housing 7	58.60	1.652584	61.90517	55.29483	Seragam
Housing 8	56.27	1.595972	59.45861	53.07472	Seragam
Housing 9	53.63	2.008316	57.64997	49.6167	Seragam
Housing 10	52.90	1.06700	1.918153	49.06369	Seragam
Housing 11	54.87	1.96053	58.78773	50.94561	Seragam
Housing 12	52.97	1.920548	56.80776	49.12557	Seragam
Housing 13	55.23	2.07918	59.39169	51.07497	Seragam

Sumber: (Olah data)

Berdasarkan tabel 3 diketahui bahwa data yang diperoleh berada dalam batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL), sehingga tidak terdapat data ekstrem, atau data yang bersifat outlier, dengan demikian seluruh data yang telah diamati dapat dikatakan seragam.

3.4 uji distribusi data pada stat::fit

Pengujian distribusi dilakukan terhadap data waktu proses pada masing-masing stasiun kerja (*jobstation*) Housing untuk menentukan pola distribusi yang paling sesuai. Tabel 4 menyajikan hasil uji distribusi waktu proses pada Stat::Fit di masing-masing stasiun Housing:

Tabel 4. Hasil uji distribusi

No	Jobstation	Distribution	Rank
1	Housing 1	Uniform (50, 56)	37.7
2	Housing 2	Uniform (49, 55)	60.4
3	Housing 3	Uniform (55, 60)	100
4	Housing 4	Uniform (50, 56)	23.7
5	Housing 5	Lognormal (50, 1.3, 1.52)	81.1
6	Housing 6	Lognormal (50, 1.14, 1.583)	98.2

No	Jobstation	Distribution	Rank
7	Housing 7	Uniform (56, 61)	100
8	Housing 8	Lognormal (53, 1.1, 1.506)	100
9	Housing 9	Lognormal (50, 1.28, 1.527)	83.8
10	Housing 10	Uniform (50, 56)	100
11	Housing 11	Uniform (52, 58)	34.1
12	Housing 12	Uniform (50, 56)	47.9
13	Housing 13	Uniform (52, 58)	24.7

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar stasiun kerja Housing mengikuti pola distribusi Uniform dan Lognormal, dengan tingkat akseptabilitas yang tinggi berdasarkan uji kecocokan.

3.5 Tahapan Pemodelan

Model simulasi sistem produksi wiring harness 3210A-K1AL-NB00-DL dibangun menggunakan software ProModel. Tahapan pemodelan menggunakan promodel adalah sebagai berikut.

- pembuatan project baru.
- pengaturan background layout.
- penempatan lokasi proses (*locations*).
- pendefinisian entitas (*entities*).
- penyusunan logika proses dan kedatangan (*arrivals*).

Gambar 2 menunjukkan tampilan Promodel dalam menempatkan Lokasi proses (*locations*).

Icon	Name	Cap.	Units	Dts...	Stats	Rules...
	HOUSING_1	1	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	HOUSING_2	1	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	HOUSING_3	1	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	HOUSING_4	1	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	HOUSING_5	1	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	HOUSING_6	1	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	HOUSING_7	1	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	HOUSING_8	1	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	HOUSING_9	1	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	HOUSING_10	1	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	HOUSING_11	1	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	HOUSING_12	1	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	HOUSING_13	1	1	None	Time Series	Oldest, FIFO

Gambar 2. Tampilan location pada ProModel

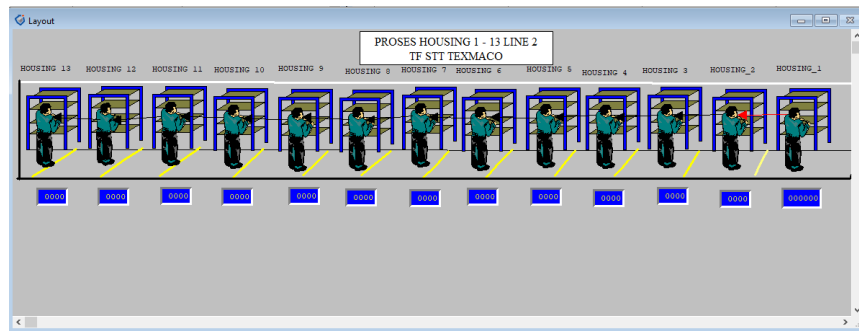
Gambar 3 memperlihatkan tampilan Promodel dalam memproses dan melakukan routing logika

Process			Routing				
Entity	Location	Operation	Blk	Output	Destination	Rule	Move Logic
HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_1	WAIT U (50, 56)SEC	1	HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_2	FIRST 1	move for 3 sec
HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_2	WAIT U (49, 55)SEC	1	HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_3	FIRST 1	move for 3 sec
HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_3	WAIT U (55, 60)SEC	1	HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_4	FIRST 1	move for 3 sec
HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_4	WAIT U (50, 56)SEC	1	HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_5	FIRST 1	move for 3 sec
HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_5	WAIT L (50, 1.3, 1.52)SEC	1	HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_6	FIRST 1	move for 3 sec
HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_6	WAIT L (50, 1.14, 1.583)SEC	1	HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_7	FIRST 1	move for 3 sec
HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_7	WAIT U (56, 61)SEC	1	HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_8	FIRST 1	move for 3 sec
HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_8	WAIT L (53, 1.1, 1.506)SEC	1	HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_9	FIRST 1	move for 3 sec
HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_9	WAIT L (50, 1.28, 1.527)SEC	1	HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_10	FIRST 1	move for 3 sec
HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_10	WAIT U (50, 56)SEC	1	HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_11	FIRST 1	move for 3 sec
HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_11	WAIT U (52, 58)SEC	1	HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_12	FIRST 1	move for 3 sec
HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_12	WAIT U (50, 56)SEC	1	HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_13	FIRST 1	move for 3 sec
HARNES_BEFORE_SUBASSY	HOUSING_13	WAIT U (52, 58)SEC	1	HARNES_BEFORE_SUBASSY	EXIT	FIRST 1	move for 3 sec

Gambar 3. Logic processing dan routing

Gambar 4 menunjukkan tampilan model awal dalam menjalankan simulasi Promodel.

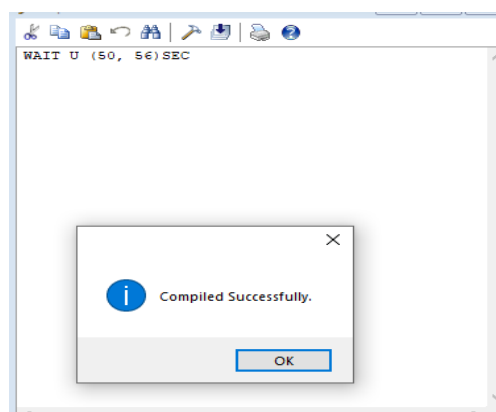
Usulan Peningkatan Produktivitas Pada Produksi Wiring Harness Assy 3210a-K1AL-NB00-DL Dengan Pendekatan Simulasi Menggunakan Software Promodel di TF STT Texmaco



Gambar 4. Tampilan model awal

Uji replikasi: Setelah pemodelan selesai, dilakukan uji replika untuk menentukan jumlah replikasi optimal berdasarkan pendekatan *half width* dan rumus jumlah replikasi (n'). Cara untuk mengetahui berapa jumlah replikasi yang dibutuhkan agar dapat mencapai suatu *Confidence Interval* (CI) atau tingkat kesalahan yang diinginkan maka perlu dilakukan running simulasi terlebih dahulu dengan replikasi awal sejumlah 5-10 kali [13]. Hasil awal menunjukkan bahwa rata-rata output dari 10 replikasi untuk Housing 1 adalah 341.6 dengan standar deviasi 3.24 dan half width sebesar 2.31. Dari perhitungan, jumlah replikasi minimal yang dibutuhkan adalah 8 kali. Nilai ini digunakan untuk proses validasi selanjutnya.

Verifikasi model: Tahap verifikasi merupakan suatu proses untuk mengetahui apakah model yang kita asumsikan dan rancang dalam *software* ProModel sudah sesuai atau belum dengan kondisi aktualnya [14]. Hal ini dilakukan dengan memastikan model berjalan sesuai urutan proses, entitas bergerak sebagaimana mestinya, serta tidak terjadi error saat kompilasi (*compiled successfully*). Gambar 4 menunjukkan tidak ditemukan perbedaan signifikan antara model konseptual dan model simulasi.



Gambar 5. compile error

Validasi model: Validasi model adalah cara pengujian model simulasi untuk mengetahui simulasi sistem yang dibuat apakah sudah mempresetasikan dan memberikan gambaran sistem nyata yang ada dan sudah berjalan saat ini [15]. dilakukan dengan membandingkan rata-rata output aktual dengan hasil simulasi menggunakan uji-t dua sampel berdistribusi normal dan varian sama. Rata-rata output aktual adalah 335 pcs, sementara simulasi sebesar 336.18 pcs. Hasil uji t menunjukkan bahwa nilai $|t \text{ hitung}| < t \text{ tabel}$ ($1.13 < 2.06$) dan p-value

> 0.05 (0.269 > 0.05), sehingga tidak terdapat perbedaan signifikan secara statistik antara model dan kondisi nyata.

3.6 analisi simulasi awal dan skenario perbaikan

Simulasi awal dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem produksi wiring harness 3210A-K1AL-NB00-DL dalam kondisi aktual tanpa perbaikan. Hasil simulasi dapat dilihat pada gambar 6 yang menunjukkan adanya ketidakseimbangan beban kerja antar stasiun. Housing 1 teridentifikasi sebagai bottleneck dengan utilisasi sebesar 99,53% dan waktu proses rata-rata 83,92 detik, sedangkan Housing 13 hanya memiliki utilisasi 59,68%. Gambar 7 memperlihatkan total output harian sebesar 330 Pcs dengan produktivitas 25,3 Pcs/operator.

General Report (Normal Run - Avg. Repts)									
simulasi awal.MOD (Normal Run - Avg. Repts)									
Name	Scheduled Time (MIN)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (SEC)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
HOUSING 1	480.000	1.000	341.600	83.920	0.995	1.000	1.000	99.531	
HOUSING 2	480.000	1.000	340.600	77.940	0.922	1.000	0.900	92.165	
HOUSING 3	480.000	1.000	339.700	74.480	0.878	1.000	1.000	87.837	
HOUSING 4	480.000	1.000	338.700	66.160	0.778	1.000	0.900	77.811	
HOUSING 5	480.000	1.000	337.800	63.810	0.749	1.000	0.700	74.853	
HOUSING 6	480.000	1.000	337.100	70.590	0.826	1.000	1.000	82.630	
HOUSING 7	480.000	1.000	336.100	75.050	0.876	1.000	0.900	87.590	
HOUSING 8	480.000	1.000	335.200	67.020	0.780	1.000	0.800	78.008	
HOUSING 9	480.000	1.000	334.400	71.970	0.836	1.000	0.800	83.563	
HOUSING 10	480.000	1.000	333.600	74.750	0.866	1.000	0.900	86.577	
HOUSING 11	480.000	1.000	332.700	71.150	0.822	1.000	0.800	82.185	
HOUSING 12	480.000	1.000	331.900	64.370	0.742	1.000	0.900	74.178	
HOUSING 13	480.000	1.000	331.000	51.930	0.597	1.000	0.700	59.680	

Gambar 6. Hasil run simulasi awal

Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (SEC)	Avg Time In Move Logic (SEC)
HARNES BEFORE SUBASSY	330.300	11.300	926.010	12.000

Gambar 7. Total exits simulasi awal

Analisis bottleneck diperkuat melalui metode Corrected Cycle Time (C/T × Utilisasi). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Housing 1 memiliki corrected cycle time tertinggi sebesar 83,526 detik, menegaskan posisinya sebagai stasiun paling kritis dalam sistem. Berdasarkan temuan tersebut, dikembangkan dua skenario perbaikan:

Skenario 1: Peningkatan skill operator Housing 1, melalui *refresher training* dan pelatihan efisiensi gerak kerja. Berdasarkan hasil run simulasi pada usulan skenario pertama seperti dapat dilihat pada gambar 8, diperoleh jumlah entitas yang berhasil diselesaikan pada proses housing 1 adalah 366 Pcs dengan tingkat utilitas sebesar 99,48%. Sedangkan gambar 9 memperlihatkan total exits atau output total yang berhasil diselesaikan sistem naik sebesar 355 Pcs dengan jumlah operator 13 dari kondisi simulasi awal yang hanya 330 Pcs. Untuk melihat produktivitas pekerja bisa dihitung sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 \text{produktivitas pekerja} &= \frac{\text{output}}{\text{jumlah pekerja}} \\
 &= \frac{355}{13} = 27,3 \text{ Pcs/operator}
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

Usulan Peningkatan Produktivitas Pada Produksi Wiring Harness Assy 3210a-K1AL-NB00-DL Dengan Pendekatan Simulasi Menggunakan Software Promodel di TF STT Texmaco

PENINGKATAN SKILL.MOD (Normal Run - Avg. Reps)									
Name	Scheduled Time (MIN)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (SEC)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
HOUSING 1	480.000	1.000	366.375	78.210	0.995	1.000	1.000	99.487	
HOUSING 2	480.000	1.000	365.375	73.680	0.935	1.000	1.000	93.464	
HOUSING 3	480.000	1.000	364.375	68.660	0.869	1.000	1.000	86.860	
HOUSING 4	480.000	1.000	363.375	67.830	0.856	1.000	0.625	85.583	
HOUSING 5	480.000	1.000	362.750	67.090	0.845	1.000	0.875	84.493	
HOUSING 6	480.000	1.000	361.875	71.380	0.897	1.000	1.000	89.674	
HOUSING 7	480.000	1.000	360.875	73.680	0.923	1.000	1.000	92.314	
HOUSING 8	480.000	1.000	359.875	71.290	0.891	1.000	0.875	89.068	
HOUSING 9	480.000	1.000	359.000	73.640	0.918	1.000	1.000	91.782	
HOUSING 10	480.000	1.000	358.000	74.030	0.920	1.000	1.000	92.014	
HOUSING 11	480.000	1.000	357.000	66.870	0.829	1.000	0.625	82.877	
HOUSING 12	480.000	1.000	356.375	57.870	0.716	1.000	0.625	71.589	
HOUSING 13	480.000	1.000	355.750	46.340	0.572	1.000	0.750	57.233	

Gambar 8. Hasil run skenario pertama

PENINGKATAN SKILL.MOD (Normal Run - Avg. Reps)					
Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (SEC)	Avg Time In Move Logic (SEC)	Avg Time Waiting (SEC)
HARNES BEFORE SUBASSY	355.000	11.375	903.080	12.000	0.000

Gambar 9. Total exits skenario pertama

Skenario 2: Penggabungan proses Housing 13 ke Housing 12, Pada skenario perbaikan ini, dilakukan penggabungan proses (*process consolidation*) antara stasiun kerja Housing 12, dan Housing 13. Proses kerja yang semula berdiri sendiri di Housing 13 dialihkan ke Housing 12 melalui pendekatan redistribusi beban kerja (*workload redistribution*) melalui pendekatan *workload redistribution* dan *process merging*. Penggabungan proses bertujuan untuk menyederhanakan alur kerja, mengurangi waktu perpindahan antar stasiun, dan menyeimbangkan beban kerja antar workstation. Hasil simulasi skenario kedua dapat dilihat pada gambar 10 yang menunjukkan bahwa Housing 12 menerima 359 Pcs dengan rata-rata waktu proses sebesar 51,09 detik, dan tingkat utilisasi menjadi 63,681%. Sedangkan untuk total exits atau output total yang berhasil diselesaikan sistem naik sebesar 355 Pcs dari kondisi simulasi awal yang hanya 330 Pcs dengan total operator 12 seperti terlihat pada gambar 11. Untuk melihat produktivitas pekerja bisa dihitung dengan rumus (6) sebagai berikut.

$$\text{produktivitas pekerja} = \frac{355}{12} = 29,58 \text{ Pcs/operator}$$

SKENARIO 2 PENGGABUNGAN.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Scheduled Time (MIN)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (SEC)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
HOUSING 1	480.000	1.000	367.000	78.070	0.995	1.000	1.000	99.479	
HOUSING 2	480.000	1.000	366.000	77.020	0.979	1.000	1.000	97.883	
HOUSING 4	480.000	1.000	364.000	61.260	0.774	1.000	1.000	77.432	
HOUSING 5	480.000	1.000	363.000	57.430	0.724	1.000	1.000	72.389	
HOUSING 6	480.000	1.000	362.000	62.460	0.785	1.000	1.000	78.508	
HOUSING 7	480.000	1.000	361.000	63.740	0.799	1.000	1.000	79.896	
HOUSING 8	480.000	1.000	360.000	67.660	0.846	1.000	1.000	84.576	
HOUSING 9	480.000	1.000	359.000	70.770	0.882	1.000	1.000	88.220	
HOUSING 10	480.000	1.000	358.000	71.380	0.887	1.000	1.000	88.728	
HOUSING 11	480.000	1.000	357.000	64.870	0.804	1.000	1.000	80.415	
HOUSING 12	480.000	1.000	356.000	49.440	0.611	1.000	1.000	61.115	
HOUSING 3	480.000	1.000	365.000	68.890	0.873	1.000	1.000	87.314	

Gambar 10. Hasil run skenario kedua

SKENARIO 2 PENGGABUNGAN.MOD (Normal Run - Rep. 1)					
Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (SEC)	Avg Time In Move Logic (SEC)	Avg Time Waiting (SEC)
HARNES BEFORE SUBASSY	355.000	12.000	804.450	11.000	0.000

Gambar 11. Total exits skenario kedua

Hasil simulasi menunjukkan bahwa kedua skenario perbaikan yang diterapkan memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan produktivitas sistem produksi wiring harness 3210A-K1AL-NB00-DL. **Skenario pertama** berfokus pada peningkatan keterampilan operator di Housing 1 melalui pelatihan teknis dan efisiensi gerak kerja. Tanpa menambah jumlah operator, produktivitas meningkat dari 25,3 menjadi 27,3 unit/operator/hari (kenaikan 7,91%), dan total output harian naik menjadi 355 unit. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kompetensi sumber daya manusia mampu mempercepat waktu proses dan mengurangi bottleneck tanpa perubahan struktur sistem. **Skenario kedua** menggunakan pendekatan reorganisasi proses kerja dengan menggabungkan Housing 13 ke Housing 12. Hasilnya, output harian tetap 355 unit, namun dengan pengurangan operator dari 13 menjadi 12 orang. Produktivitas meningkat menjadi 29,58 unit/operator/hari, atau naik sebesar 16,92%. Strategi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi kerja per individu, tetapi juga mengurangi biaya tenaga kerja langsung.

Dampak positif dari peningkatan produktivitas dalam kedua skenario meliputi:

1. Efisiensi tenaga kerja, dengan optimalisasi jumlah operator tanpa penurunan output.
2. Penurunan biaya produksi per unit, baik melalui percepatan waktu kerja (skenario 1) maupun pengurangan tenaga kerja (skenario 2).
3. Pengurangan lead time, melalui penghilangan bottleneck dan penyederhanaan alur proses.
4. Peluang peningkatan margin keuntungan, akibat efisiensi biaya dan peningkatan output.
5. Tanpa kebutuhan investasi tambahan, karena peningkatan produktivitas dicapai melalui optimalisasi proses dan peningkatan skill SDM.

Secara keseluruhan, kedua skenario menunjukkan bahwa peningkatan performa sistem produksi dapat dicapai melalui strategi internal berbasis efisiensi dan pengembangan sumber daya manusia, tanpa memerlukan penambahan mesin atau tenaga kerja baru.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai usulan peningkatan produktivitas produksi wiring harness 3210A-K1AL-NB00-DL di Teaching Factory STT Texmaco Subang dengan pendekatan pemodelan dan simulasi menggunakan software ProModel, dapat disimpulkan beberapa poin dalam penelitian ini.

1. Model simulasi sistem produksi berhasil dibangun dan merepresentasikan kondisi aktual sistem secara valid. Pemodelan dilakukan dengan mengidentifikasi seluruh elemen penting dalam proses produksi, termasuk entitas, aktivitas, aliran kerja, waktu proses, dan sumber daya. Validitas model diuji menggunakan metode statistik berupa uji T-test antara data model dan data aktual, dan hasilnya menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan.
2. Penelitian ini mengusulkan skenario perbaikan untuk meningkatkan produktivitas sistem. Skenario pertama yaitu meningkatkan skill operator pada housing 1 yang merupakan bottleneck pada sistem, tujuannya adalah untuk meningkatkan kecepatan operator dengan menerapkan *Refresher Training* dan Pelatihan Efisiensi Gerak Kerja (*Motion Efficiency Training*), dari skenario ini dapat meningkatkan produktivitas dari kondisi awal 25,3 Pcs/Operator menjadi 27,3 Pcs/operator dengan persentase kenaikan produktivitas 7,91%. Skenario kedua, dilakukan penggabungan proses kerja dengan

cara mengintegrasikan proses dari Housing 13 ke dalam Housing 12, Dengan mengeliminasi satu stasiun kerja, diharapkan dapat menyeimbangkan utilisasi operator serta mengurangi terjadinya bottleneck. Dampak dari penerapan skenario kedua peningkatan produktivitas sebesar 29,58 Pcs/operator dengan kenaikan produktivitas 16,92%. Model usulan terlihat pada gambar berikut ini.

3. Peningkatan produktivitas 27,3 Pcs/operator dengan persentase kenaikan produktivitas 7,91% pada skenario pertama dan 29,58 Pcs/operator dengan kenaikan produktivitas 16,92% pada skenario kedua memberikan dampak yang positif terhadap efisiensi sistem produksi wiring harness. Dampak dari peningkatan produktivitas ini meliputi penggunaan tenaga kerja yang lebih efisien, dapat mempercepat lead time, penurunan biaya produksi dengan pengurangan operator seperti skenario kedua, peningkatan margin keuntungan, serta kemampuan meningkatkan kapasitas produksi tanpa investasi tambahan.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] I. F. Lubis, D. Andriani, E. S. Rohman, and E. Iqbalrezagmailcom, "Analisis Kapasitas Produksi dengan Pendekatan Promodel di CV . Kiranyata Analysis of Production Capacity with Promodel in CV . Kiranyata," *JURMATIS (Jurnal Manaj. Teknol. dan Tek. Ind.,* vol. 1, no. 3, pp. 9–16, 2022.
- [2] H. Effendy, B. R. Machmoed, and A. Rasyid, "Pengukuran dan Analisis Produktivitas Menggunakan Metode Objective Matrix (OMAX) (Studi Kasus: di PDAM Kabupaten Gorontalo)," *Jambura Ind. Rev.,* vol. 1, no. 1, pp. 40–47, 2021, doi: 10.37905/jirev.1.1.40-47.
- [3] Prastiyo, M. R., Sahroni, N., & Rizky, M. (2024). *Usulan Perbaikan Tata Letak Kerja Proses Produksi Lempengan Paku Bumi menggunakan simulasi Promodel (Studi Kasus: PT GCE) P-ISSN: 2776-4745. 8(4).*
- [4] O. M. Wijaya, Candra, *produktivitas kerja,* vol. 11, no. 1. 2021. [Online]. Available: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- [5] A. J. Nugroho, *Tinjauan Produktivitas Dari Sudut Pandang Ergonomi.* 2021. [Online]. Available: [http://eprints.uty.ac.id/8829/%0Ahttp://eprints.uty.ac.id/8829/1/BUKU-Tinjauan Produktivitas-Pak Andung - edit.pdf](http://eprints.uty.ac.id/8829/%0Ahttp://eprints.uty.ac.id/8829/1/BUKU-Tinjauan%20Produktivitas-Pak%20Andung%20-%20edit.pdf)
- [6] R. A. M. Putri, "Pengukuran Produktivitas Parsial Di Pt. Aneka Cipta Sealindo," *J. Teknol.,* vol. 9, no. 1, p. 13, 2017, doi: 10.24853/jurtek.9.1.13-20.
- [7] J. Jeremia, C. C. Putra Hardiyanto, S. R. Tirtawijaya, C. K. Yandra, and A. Maxwell, "Simulasi Sistem Rantai Pasokan Studi Kasus Produk Telepon di PT XYZ dengan ProModel," *Semin. Nas. Tek. dan Manaj. Ind.,* vol. 1, no. 1, pp. 17–23, 2021, doi: 10.28932/sentekmi2021.v1i1.58.
- [8] M. I. Dwi Putra, I. Berlianty, I. Soejanto, and Y. DwiAstanti, "Pendekatan Simulasi Sistem Diskrit Dalam Mengurangi Waktu Tunggu Antrian Dengan Perbaikan Sistem

- Appointment Scheduling," *J. Tek. Inform. dan Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 60–72, 2022, doi: 10.55542/jurtie.v4i2.253.
- [9] Hendy Tannady, "ANALISIS PERBAIKAN TERHADAP ANTRIAN PADA POM BENSIN RAWALUMBU Hendy Tannady," vol. 8, no. 2, pp. 148–152, 2020.
- [10] S. Hafni sahir, *MOTODOLOGI PENELITIAN*. PENERBIT KBM INDONESIA, 2022.
- [11] A. Sugioko *et al.*, "PERBAIKAN SISTEM PROSES PENCUCIAN PAKAIAN DENGAN PENDEKATAN SIMULASI (Studi," pp. 95–104, 2020.
- [12] A. Tarmizi, G. Yandeza, and F. Nurkhaerani, "Usulan Perbaikan Proses Produksi pada CV . Kandas Furniture dengan Pendekatan Model Simulasi Sistem," vol. 8, no. 4, pp. 917–926, 2024.
- [13] D. L. Trenggonowati, "Simulasi Sistem Proses Produksi Di Pt. Jakarta Cakratunggal Steel Mills," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 36–46, 2017, doi: 10.24912/jitiuntar.v4i1.462.
- [14] D. Satya Kusuma, E. Widyananda Liwangsa, M. Bryant Tanu Wijaya, and A. Sugioko, "Usulan Model Simulasi Antrian Dengan Menggunakan Software Promodel (Studi Kasus: Restoran Nasi Uduk Hebring, Jakarta Utara)," *Inkubis J. Ekon. dan Bisnis*, vol. 4, no. 1, pp. 36–46, 2023, doi: 10.59261/inkubis.v4i1.63.
- [15] H. S. Haryadi, P. Moengin, and P. Astuti, "Designing System Production to Increase Production Capacity Using Simulation Methods," vol. 13, no. 3, pp. 223–230, 2023.