

**USULAN PENINGKATAN *OUTPUT* PRODUKSI PADA UMKM
BAJU KOKO DENGAN PENDEKATAN SIMULASI**

TUGAS AKHIR

Oleh:

EGI RAHMADHANI

2010932006



**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2025**

**USULAN PENINGKATAN *OUTPUT* PRODUKSI PADA UMKM
BAJU KOKO DENGAN PENDEKATAN SIMULASI**

TUGAS AKHIR

*Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program Sarjana pada
Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Andalas*

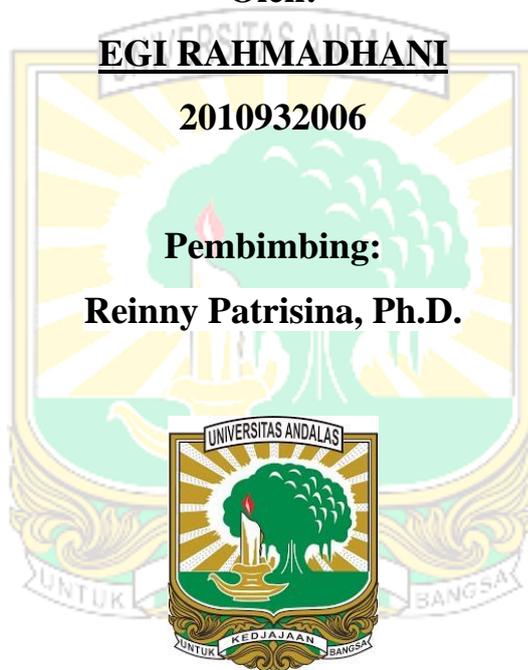
Oleh:

EGI RAHMADHANI

2010932006

Pembimbing:

Reinny Patrisina, Ph.D.



**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini berjudul *Usulan Peningkatan Output Produksi pada UMKM Baju Koko dengan Pendekatan Simulasi* ditulis dan diserahkan oleh Egi Rahmadhani sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik (Bidang Teknik Industri), telah diperiksa dan oleh karena itu direkomendasikan untuk disahkan dan diterima.

Tanggal: Januari 2025

Reinny Patrisina, Ph.D.

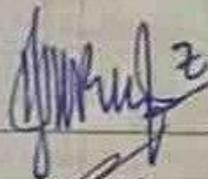
NIP. 197610022002122002

Pembimbing Utama

PANEL PENGUJI

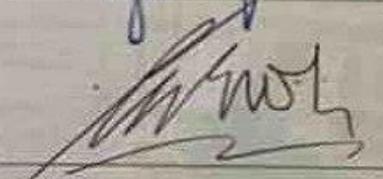
Disahkan oleh Panel Penguji pada Ujian Tugas Akhir
13/1/2025

Tanggal Ujian Tugas Akhir


Hilma Raimona Zadrv, Ph.D.

NIP. 198006142006042002

Ketua


Eri Wirdianto, M.Sc.

NIP. 197309211999031001

Anggota

Diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik (Bidang Teknik Industri)

Tanggal: Januari 2025

Dr. Eng Desto Jumeno, M.T.

NIP. 197612182001121003

Ketua Program Sarjana Teknik Industri

Tanggal: Januari 2025

Ir. Elita Amrina, M.Eng., Ph.D.

NIP. 197701262005012001

Ketua Departemen Teknik Industri

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis masih diberikan kekuatan dan kesehatan dalam pembuatan tugas akhir yang berjudul “Perencanaan Produksi untuk Meminimalkan *Shortage* Pada UMKM Baju Koko Menggunakan Metode Simulasi”. Proses penyelesaian tugas akhir ini tentunya penulis dibantu, dibimbing dan diarahkan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Reinny Patrisina, Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang memberikan bimbingan dan arahan dalam pengerjaan tugas akhir.
2. Ibu Hilma Raimona Zadry, Ph.D. dan Bapak Eri Wirdianto, M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan arahan kepada penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Pemilik UMKM Baju Koko yang telah mengizinkan dan memberikan informasi serta bantuan dalam pembuatan tugas akhir.
4. Orang tua penulis yang telah membantu memberikan dukungan dalam segala hal yang dibutuhkan.
5. Seluruh dosen Departemen Teknik Industri yang telah membantu dalam proses perkuliahan.
6. Seluruh teman dan saudara penulis yang telah membantu dan mendukung penulis dalam proses pembuatan tugas akhir.

Penulis menerima segala bentuk kritikan, saran dan masukan demi kesempurnaan penelitian untuk kesempatan berikutnya. Semoga dapat memberikan manfaat bagi penulis, perusahaan, dan pembaca.

Padang, Januari 2025

Penulis

ABSTRAK

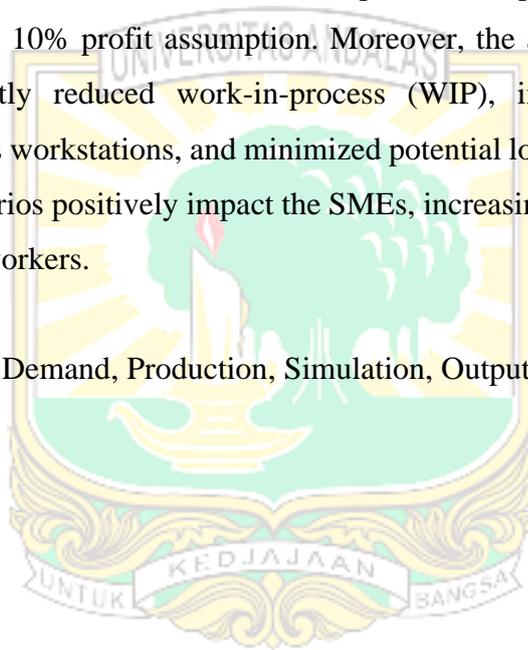
UMKM Baju Koko di Ampek Angkek, Kabupaten Agam, mengalami kesulitan dalam memenuhi permintaan pasar akibat efisiensi produksi yang rendah, yang menyebabkan lost sell. Penelitian ini bertujuan untuk mengusulkan cara untuk meningkatkan output produksi melalui simulasi menggunakan perangkat lunak Arena. Metode simulasi memungkinkan analisis skenario optimalisasi jadwal mesin, ukuran batch, dan alokasi sumber daya tanpa mengganggu operasi nyata. Hasil simulasi menunjukkan bahwa skenario terbaik berhasil meningkatkan jumlah produksi sebesar 45%, dari 8.095 unit menjadi 11.699 unit. Peningkatan ini menghasilkan peningkatan profit sebesar 41% jika asumsi profit 20%, dan 37% jika asumsi profit 10%. Selain itu, cara perbaikan yang diterapkan dapat mengurangi work in process (WIP) secara signifikan, meningkatkan efisiensi operasional di berbagai stasiun kerja, serta mengurangi potensi kerugian akibat lost sell. Usulan skenario ini berdampak positif bagi UMKM, meningkatkan pendapatan pemilik dan pekerja.

Kata Kunci: *Arena, Peningkatan Output, Permintaan, Produksi, Simulasi.*

ABSTRACT

The Baju Koko SMEs in Ampek Angkek, Kabupaten Agam, are struggling to meet market demand due to low production efficiency, resulting in lost sales. This study aims to propose a way to enhance production output through simulation using Arena software. The simulation method enables the analysis of optimal scheduling, batch size, and resource allocation scenarios without disrupting actual operations. The simulation results indicate that the best scenario successfully increased production output by 45%, from 8.095 units to 11.699 units. This increase generated a 41% profit increase based on a 20% profit assumption and a 37% profit increase based on a 10% profit assumption. Moreover, the applied improvement methods significantly reduced work-in-process (WIP), increased operational efficiency at various workstations, and minimized potential losses due to lost sales. The proposed scenarios positively impact the SMEs, increasing the income of both the owner and the workers.

Keywords: Arena, Demand, Production, Simulation, Output Improvement.



DAFTAR ISI

COVER

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Asumsi Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Produksi.....	6
2.1.1 Jenis Sistem Produksi.....	6
2.1.2 Karakteristik Utama Sistem Produksi	10
2.2 Perencanaan Produksi.....	11
2.2.1 Tujuan Perencanaan Produksi	12
2.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Perencanaan Produksi	13
2.3 Simulasi	14
2.3.1 Konsep dan Tujuan Simulasi.....	16
2.3.2 Jenis Simulasi	17
2.3.3 Peran Simulasi	18
2.4 Simulasi dengan <i>Software</i> Arena.....	19

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Studi Pendahuluan	23
3.2 Pemilihan Metode.....	23
3.3 Pengumpulan Data.....	25
3.4 Pengolahan Data	26
3.4.1 Alur Proses Produksi	26
3.4.2 Perancangan Model Simulasi	26
3.4.3 Verifikasi dan Validasi Model.....	26
3.4.4 Pengujian Skenario.....	27
3.5 Analisis	27
3.6 Penutup	27
3.7 <i>Flowchart</i> Penelitian	28

BAB IV PERANCANGAN MODEL

4.1 Deskripsi Sistem.....	30
4.2 Proses Produksi	31
4.2.1 Pemotongan Kain	32
4.2.2 Bordir Komputer	34
4.2.3 Pencabutan Benang	35
4.2.4 Sulam Tangan.....	36
4.2.5 Pemotongan Akhir	37
4.2.6 Jahit Bagian Badan.....	37
4.2.7 Jahit Bagian Kerah	37
4.2.8 Pemasangan Kancing.....	39
4.2.9 <i>Laundry</i>	39
4.2.10 <i>Packing</i>	40
4.3 Pengumpulan Data.....	40
4.3.1 Data Waktu Proses Produksi	41
4.3.2 <i>Resources</i> (Sumber Daya)	42
4.4 Perancangan Model Simulasi	43
4.4.1 Distribusi Waktu Proses	44
4.4.2 Rancangan Model.....	46

4.5	Verifikasi dan Validasi Model.....	59
4.5.1	Verifikasi Model Simulasi.....	59
4.5.2	Validasi Model Simulasi	64
4.6	Perhitungan Jumlah Replikasi	66
4.7	Hasil Simulasi Sistem Awal	68
4.8	Skenario Perbaikan.....	70
4.8.1	Skenario 1	70
4.8.2	Skenario 2.....	71
4.8.3	Skenario 3.....	72

BAB V ANALISIS

5.1	Analisis Model Kondisi Aktual.....	74
5.2	Perbandingan Skenario.....	75

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Kesimpulan.....	82
6.2	Saran.....	83

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Jarak Antar Stasiun Kerja dan Jumlah <i>Transfer Batch</i>	31
Tabel 4.2 Data Waktu Proses Pemotongan Kain Produk Sulam Tangan (Menit)	41
Tabel 4.3 <i>Resources</i> dalam Proses Produksi Baju Koko.....	43
Tabel 4.4 Jenis Distribusi Proses Pemotongan Awal Sulam Tangan.....	45
Tabel 4.5 Distribusi Data Waktu Proses Produksi Baju Koko.....	45
Tabel 4.6 <i>Output</i> Kondisi Aktual dan Simulasi	65
Tabel 4.7 <i>Output Running</i> Awal Penentuan Replikasi.....	67
Tabel 4.8 <i>Number In</i> , <i>WIP</i> , dan <i>Number Out</i> Model Sistem Awal (Unit).....	69
Tabel 4.9 Nilai Utilisasi dari Sumber Daya.....	69
Tabel 4.10 <i>Number In</i> , <i>Work In Process</i> dan <i>Number Out</i> Model Skenario 1.....	71
Tabel 4.11 <i>Number In</i> , <i>WIP</i> , dan <i>Number Out</i> Model Skenario 2 (Unit)	72
Tabel 4.12 <i>Number In</i> , <i>WIP</i> , dan <i>Number Out</i> Model Skenario 3 (Unit)	73
Tabel 5.1 <i>Current System</i>	75
Tabel 5.2 Perbandingan Utilisasi dari Sumber Daya	76
Tabel 5.3 Perbandingan <i>WIP</i>	76
Tabel 5.4 Uji <i>Paired T-Test</i> Perbedaan Sistem	77
Tabel 5.5 Perbandingan <i>Output</i> Jumlah Produksi.....	78
Tabel 5.6 Perbandingan Biaya dan Profit.....	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Perbandingan Jumlah <i>Demand</i> dan Jumlah Produksi Baju Koko Bordir Periode Mei 2022 sampai April 2023.....	2
Gambar 1.2 Grafik Perbedaan <i>Demand</i> dan Jumlah Produksi Baju Koko Sulam Tangan Periode Mei 2022 sampai April 2023	3
Gambar 2.1 Modul pada <i>Basic Process Panel</i>	20
Gambar 2.2 Modul pada <i>Advanced Transfer Panel</i>	21
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	28
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian (Lanjutan)	29
Gambar 4.1 Lokasi Stasiun Kerja Produksi Baju Koko	2
Gambar 4.2 Alur Proses Produksi Baju Koko Bordir dan Sulam Tangan	32
Gambar 4.3 Alur Proses Pematangan Kain.....	33
Gambar 4.4 Bordir Komputer.....	34
Gambar 4.5 Alur Proses Bordir Komputer.....	35
Gambar 4.6 Pencabutan Benang.....	36
Gambar 4.7 Alur Proses Pencabutan Benang dan Sulam Tangan.....	36
Gambar 4.8 Jahit Bagian Badan	38
Gambar 4.9 Alur Proses Jahit.....	38
Gambar 4.10 Alur Proses Pemasangan Kancing.....	39
Gambar 4.11 Alur Proses <i>Laundry</i> dan <i>Packing</i>	40
Gambar 4.12 Distribusi Waktu Proses Pematangan Awal Sulam Tangan.....	44
Gambar 4.13 Rancangan Model Proses Pematangan Kain	47
Gambar 4.14 Rancangan Model Proses Bordir Komputer	49
Gambar 4.15 Rancangan Model Proses Pencabutan Benang	50
Gambar 4.16 Rancangan Model Proses Sulam Tangan	51
Gambar 4.17 Rancangan Model Proses Pematangan Akhir	52
Gambar 4.18 Rancangan Model Decide ke Jahit Bagian Badan	54
Gambar 4.19 Rancangan Model Proses Jahit Bagian Badan.....	55
Gambar 4.20 Rancangan Model Proses Jahit Bagian Kerah	56
Gambar 4.21 Rancangan Model Proses Pemasangan Kancing	57
Gambar 4.22 Rancangan Model Proses <i>Laundry</i>	58

Gambar 4.23 Rancangan Model Proses <i>Packing</i>	59
Gambar 4.24 Verifikasi <i>Syntax Error</i>	60
Gambar 4.25 <i>Replication Length</i> diganti menjadi Dua Hari Kerja	60
Gambar 4.26 Hasil <i>Replication Length</i> diganti menjadi Dua Hari Kerja.....	61
Gambar 4.27 <i>Replication Length</i> diganti menjadi Sembilan Hari Kerja.....	62
Gambar 4.28 Hasil <i>Replication Length</i> diganti menjadi Sembilan Hari Kerja ...	62
Gambar 4.29 <i>Replication Length</i> diganti menjadi 50 Hari Kerja.....	63
Gambar 4.30 Hasil <i>Replication Length</i> diganti menjadi 50 Hari Kerja	63
Gambar 4.31 <i>Replication Length</i> diganti menjadi 70 Hari Kerja.....	63
Gambar 4.32 Hasil <i>Replication Length</i> diganti menjadi 70 Hari Kerja	64
Gambar 4.33 Validasi Produk Bordir	65
Gambar 4.34 Validasi Produk Sulam Tangan	66



BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini akan membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan dalam penelitian, dan sistematika penulisan.

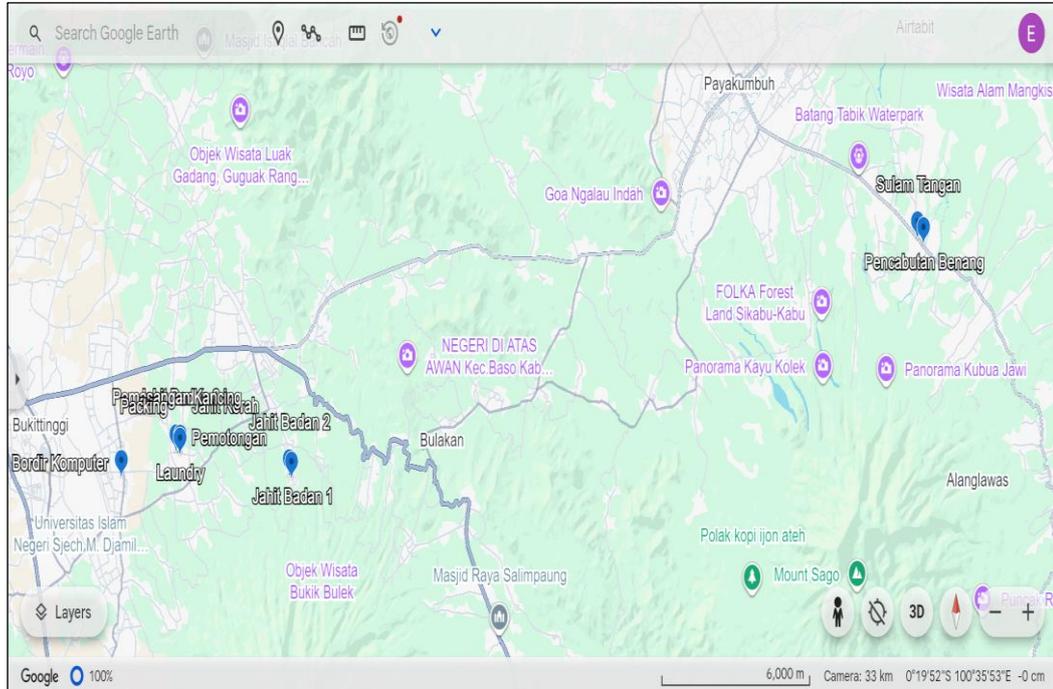
1.1 Latar Belakang

Industri pakaian UMKM memiliki peran penting dalam ekosistem ekonomi lokal. Beragam produk yang dihasilkan oleh UMKM pakaian, salah satunya baju koko dengan nilai budaya yang tinggi dalam masyarakat. UMKM baju koko X adalah salah satu UMKM di Ampek Angkek, Kabupaten Agam. UMKM ini memproduksi 2 jenis baju koko yaitu baju koko bordir dan baju koko sulam tangan.

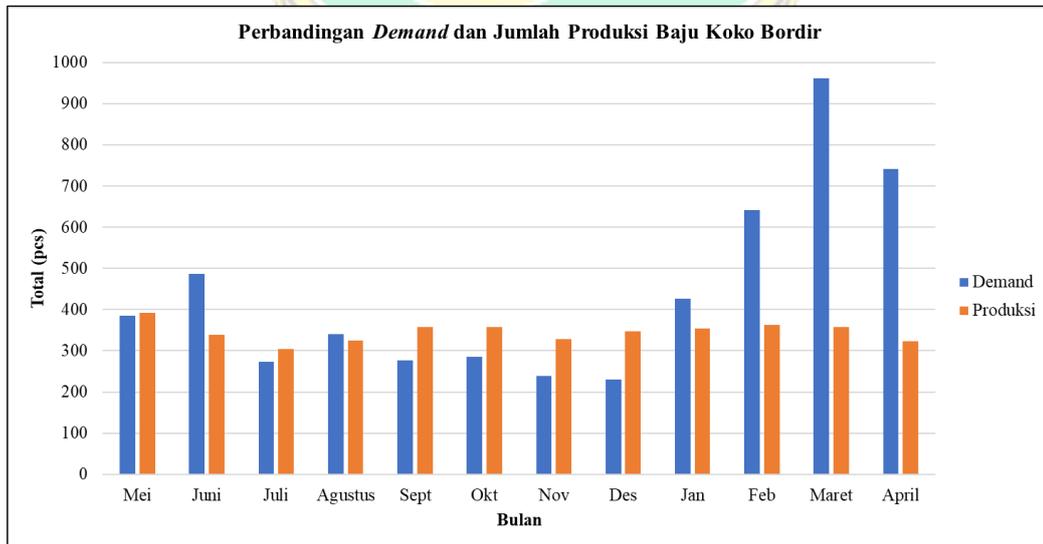
Proses produksi baju koko di UMKM ini melibatkan sejumlah proses yang meliputi proses pemotongan kain, bordir komputer, pencabutan benang, sulam tangan, jahit bagian badan, jahit bagian kerah, pemasangan kancing, *laundry*, dan *packing*. Stasiun kerja untuk setiap proses berada pada lokasi yang berbeda. Sebagai contoh, stasiun kerja pemotongan berada di Kenagarian Balai Gurah, Kec. Ampek Angkek, Kabupaten Agam sedangkan stasiun kerja pencabutan benang di Kenagarian Mungo, Kota Payakumbuh. Lokasi dari stasiun kerja proses produksi baju koko dapat dilihat pada **Gambar 4.1**. Jarak stasiun kerja terdekat yaitu 100 meter dan jarak terjauh sebesar 38.300 meter atau 38,3 km.

Lokasi stasiun kerja yang terpisah mengakibatkan waktu transportasi produk antar stasiun kerja menjadi lama, sehingga dapat mengurangi efisiensi dan jumlah produk yang dihasilkan. Hal ini mempengaruhi kemampuan UMKM dalam memenuhi permintaan pasar. **Gambar 1.1** dan **Gambar 1.2** menunjukkan perbandingan antara *demand* dan jumlah produksi aktual baju koko pada UMKM selama periode Mei 2022 hingga April 2023. Berdasarkan gambar tersebut, terlihat

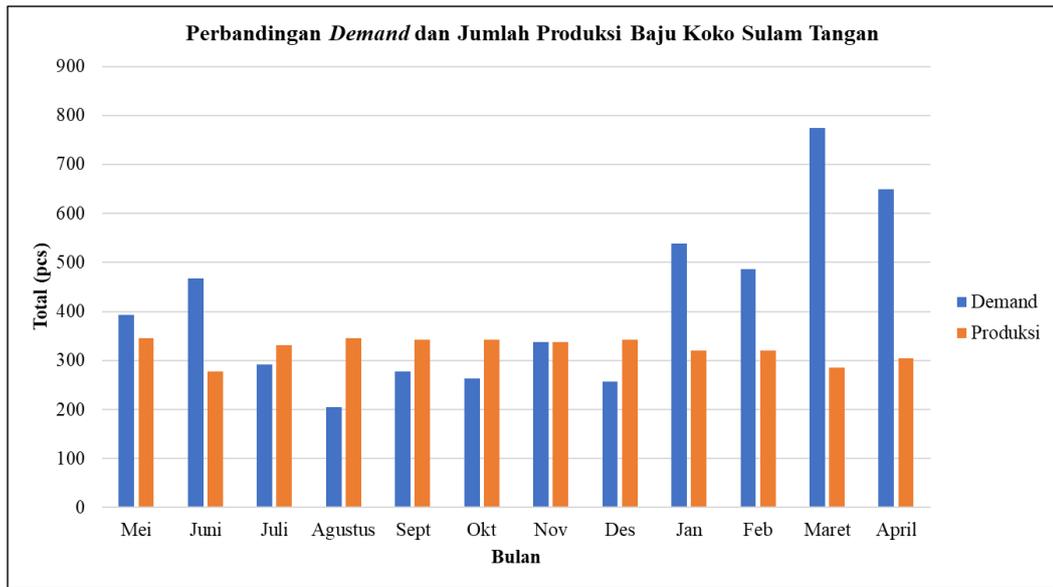
bahwa jumlah produksi aktual belum dapat memenuhi permintaan pasar, sehingga terjadi kekurangan produk yang signifikan.



Gambar 4.1 Lokasi Stasiun Kerja Produksi Baju Koko



Gambar 1.1 Grafik Perbandingan Jumlah *Demand* dan Jumlah Produksi Baju Koko Bordir Periode Mei 2022 sampai April 2023



Gambar 1.2 Grafik Perbedaan *Demand* dan Jumlah Produksi Baju Koko Sulam Tangan Periode Mei 2022 sampai April 2023

Total produk baju koko bordir yang diproduksi selama satu tahun pada bulan Mei 2022 hingga April 2023 hanya sebanyak 4.149 pcs sedangkan *demand* dari produk tersebut yaitu sebanyak 5.289 pcs. Hal ini menunjukkan bahwa produk baju koko bordir mengalami *lost sell* sebanyak 1.140 pcs dalam satu tahun. Hal serupa juga terjadi pada produk baju koko sulam tangan. Produk ini juga mengalami *lost sell* sebanyak 1.041 pcs dalam satu periode Mei 2022 sampai April 2023 karena hanya dapat diproduksi sebanyak 3.896 pcs sedangkan *demand* mencapai 4.937 pcs.

Lost sell tersebut berpotensi mengakibatkan kerugian finansial bagi UMKM dan jika hal ini terus terjadi maka akan berpotensi pelanggan baju koko beralih kepada produsen lain. Oleh karena itu, dibutuhkan usulan untuk meningkatkan *output* produksi sehingga UMKM dapat memenuhi *demand* atau mengurangi *lost sell*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana usulan untuk meningkatkan *output* produksi agar dapat memenuhi *demand* pada UMKM Baju Koko.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan usulan untuk meningkatkan *output* produksi agar dapat memenuhi *demand* pada UMKM Baju Koko.

1.4 Batasan Masalah

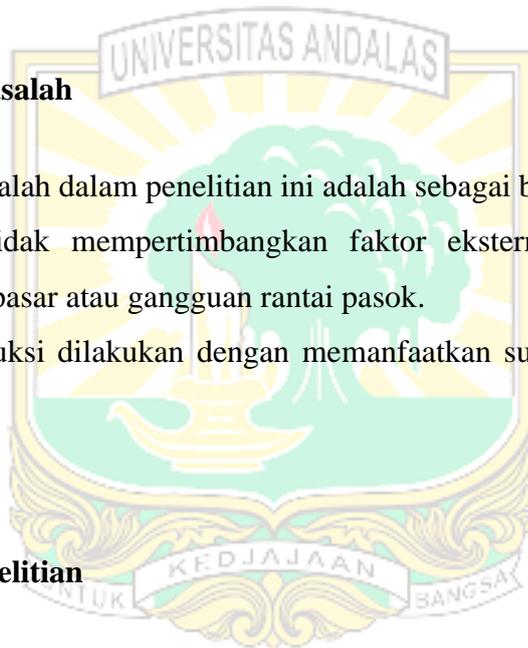
Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian tidak mempertimbangkan faktor eksternal seperti fluktuasi permintaan pasar atau gangguan rantai pasok.
2. Proses produksi dilakukan dengan memanfaatkan sumber daya yang ada saat ini.

1.5 Asumsi Penelitian

Asumsi dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bahan baku selalu tersedia sehingga tidak terjadi kekurangan bahan baku dalam sistem produksi.
2. Target produksi diasumsikan sama dengan *demand* periode sebelumnya.
3. Jenis produk yang diproduksi yaitu produk baju koko sulam tangan dan baju koko bordir tanpa mempertimbangkan variasi dari setiap produk dengan asumsi waktu proses yang dibutuhkan untuk setiap variasi sama.



1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam laporan penelitian tugas akhir ini terdiri atas beberapa bab yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi mengenai teori-teori yang relevan terkait topik dan permasalahan yang dibahas dalam penelitian tugas akhir ini yang meliputi konsep sistem produksi dan simulasi beserta *software* Arena.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi mengenai tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian yang meliputi studi pendahuluan, pemilihan metode, pengumpulan data, pengolahan data, analisis, dan penutup.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi mengenai data yang digunakan dan pengolahan data dengan metode simulasi.

BAB V ANALISIS

Analisis kebijakan yang dapat dilakukan oleh UMKM untuk meningkatkan jumlah produksi.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dari penelitian tugas akhir yang dilakukan dan saran untuk penelitian kedepannya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai landasan teori yang digunakan, meliputi sistem produksi, perencanaan produksi, dan simulasi termasuk *software* Arena.

2.1 Sistem Produksi

Sistem produksi merupakan kumpulan dari subsistem yang saling berinteraksi dengan tujuan mengubah *input* produksi menjadi *output* produksi (Sofyan, 2013). Sistem produksi juga mengacu pada serangkaian proses dan peralatan yang terorganisir yang digunakan untuk menghasilkan produk, dengan tujuan menjaga efisiensi operasional dan stabilitas (Molęda et al., 2023). Menurut (Chatterjee et al., 2023), sistem produksi merujuk pada pembuatan barang dan jasa melalui proses yang ramah lingkungan, efisien dalam penggunaan sumber daya dan energi, serta memastikan keamanan, kelangsungan ekonomi, dan pemenuhan kebutuhan konsumen saat ini dan di masa depan, dengan memperhatikan keberlanjutan sosial, manusia, ekonomi, dan lingkungan.

2.1.1 Jenis Sistem Produksi

Sistem produksi adalah serangkaian aktivitas terintegrasi yang bertujuan untuk mengubah input menjadi output berupa produk atau layanan yang memiliki nilai tambah. Input dalam sistem produksi meliputi bahan baku, tenaga kerja, mesin, dan metode produksi. Berdasarkan berbagai aspek, sistem produksi dapat dibagi menjadi beberapa jenis sebagai berikut:

1. Berdasarkan Jenis Produk

- a. *Flowshop*

Proses konversi di mana unit-unit output secara berturut-turut melalui urutan operasi yang sama pada mesin-mesin khusus. *Flowshop*

biasanya digunakan untuk produk dengan desain dasar tetap dalam jangka waktu lama dan ditujukan untuk pasar yang luas. Contoh penerapannya meliputi produksi mobil, elektronik, dan alat berat. Dalam lingkungan ini, penerapan teknologi Industri 4.0 dan pembelajaran penguatan mendalam telah membantu meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan melalui penjadwalan dinamis dan pengendalian waktu nyata (Sun et al., 2022).

b. *Job Shop*

Sistem produksi yang menangani variasi tinggi dan volume rendah. Unit-unit *output* untuk pesanan yang berbeda mengikuti urutan operasi yang berbeda melalui pusat-pusat kerja yang dikelompokkan berdasarkan fungsi. *Job shop* sering digunakan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan spesifik, seperti dalam pembuatan perhiasan, di mana teknologi seperti desain berbantuan komputer (CAD) dan kontrol numerik komputer (CNC) diintegrasikan untuk meningkatkan efisiensi (Shen et al., 2022).

c. *Batch*

Proses produksi yang memproduksi kelompok produk dengan variasi kecil dalam spesifikasi. *Batch* digunakan ketika volume produksi lebih kecil dibandingkan *flowshop* tetapi tetap memerlukan efisiensi. Contoh penerapan dapat dilihat dalam industri farmasi, di mana teknologi pelapisan tablet meningkatkan kualitas dan konsistensi produk (Seo et al., 2020).

d. *Continuous*

Sistem produksi dengan aliran material yang konstan, seperti penyulingan minyak dan pemrosesan kimia. Unit *output* sulit diidentifikasi secara individu karena proses yang terus menerus. Contoh penerapan adalah integrasi sistem energi hibrida (HES) dalam penyulingan minyak, yang memberikan manfaat efisiensi energi dan pengurangan emisi (Bishnoi & Chaturvedi, 2022).

e. *Proyek*

Proses produksi unik yang melibatkan penciptaan produk dengan skala besar dan desain spesifik. Proyek biasanya digunakan dalam konstruksi bangunan atau pengembangan produk teknologi tinggi. Contohnya adalah penggunaan beton inovatif dalam konstruksi, yang mengoptimalkan sifat mekanik sekaligus mendukung keberlanjutan (Tiegoum Wembe et al., 2023).

2. Berdasarkan Konsep Dasar

a. *Make-to-Stock* (MTS)

Sistem produksi di mana produk diproduksi untuk memenuhi permintaan pasar melalui inventori. Strategi ini cocok untuk produk dengan permintaan stabil dan siklus produksi yang terencana. Contoh penerapannya dapat ditemukan di industri makanan dan minuman, di mana inventori memainkan peran penting dalam memenuhi permintaan pelanggan secara cepat (Fogarty et al., 1991).

b. *Make-to-Order* (MTO)

Produksi dilakukan berdasarkan pesanan pelanggan, sehingga lebih fleksibel untuk memenuhi kebutuhan khusus. Sistem ini sering digunakan untuk produk yang memiliki spesifikasi unik. Contohnya adalah furnitur *custom*, di mana setiap produk dibuat sesuai desain pelanggan tertentu (Fogarty et al., 1991).

c. *Push System*

Sistem dorong di mana produksi dilakukan berdasarkan jadwal yang telah direncanakan sebelumnya. *Push system* biasanya diterapkan dalam lingkungan dengan pola permintaan yang dapat diprediksi, seperti pada industri tekstil yang memproduksi berdasarkan tren musiman (Fogarty et al., 1991).

d. *Pull System*

Sistem tarik yang berorientasi pada permintaan pelanggan, di mana produksi hanya dimulai ketika ada permintaan aktual. Sistem ini efektif dalam mengurangi pemborosan dengan memastikan hanya barang yang dibutuhkan yang diproduksi. Contoh penerapannya adalah manufaktur

just-in-time (JIT) di industri otomotif, yang memastikan efisiensi tinggi dalam penggunaan sumber daya (Fogarty et al., 1991).

3. Berdasarkan Sistem Operasi

a. *Manual System*

Proses produksi dilakukan sepenuhnya oleh tenaga manusia. Contoh: kerajinan tangan, yang memerlukan keterampilan khusus (Heizer & Render, 2014).

b. *Automated System*

Proses produksi dilakukan menggunakan mesin otomatis. Contoh: industri elektronik, yang mengandalkan lini produksi otomatis untuk meningkatkan kecepatan dan akurasi (Chopra & Meindl, 2019).

c. *Semi-Automated System*

Kombinasi antara tenaga manusia dan mesin. Sistem ini sering digunakan dalam industri perakitan mobil untuk mengintegrasikan efisiensi mesin dengan keterampilan manusia (Russell & Taylor, 2014).

4. Berdasarkan Pola Produksi

a. *Assemble to Order* (ATO)

Komponen diproduksi terlebih dahulu, dan perakitan dilakukan setelah ada pesanan. Sistem ini memungkinkan fleksibilitas dalam perakitan akhir produk, seperti komputer rakitan (Bowersox et al., 2002).

b. *Engineer to Order* (ETO)

Produk dirancang dan diproduksi berdasarkan spesifikasi unik pelanggan. Contoh penerapan adalah konstruksi kapal, yang membutuhkan perencanaan menyeluruh untuk setiap proyek (Monks, 1996).

c. *Make to Stock* (MTS)

Produksi dilakukan untuk memenuhi kebutuhan stok di gudang. Sistem ini cocok untuk produk dengan permintaan pasar yang stabil. Contoh penerapan adalah pada industri makanan dan minuman, di mana

manajemen inventori memainkan peran penting (Chase & Jacobs, 2017).

d. *Make to Order* (MTO)

Produksi dilakukan setelah ada pesanan dari pelanggan, sehingga fleksibel untuk memenuhi kebutuhan khusus. Contoh: industri furnitur custom yang melayani desain pelanggan tertentu (Stevenson, 2018).

2.1.2 Karakteristik Utama Sistem Produksi

Karakteristik utama sistem produksi mencakup ketahanan, keberagaman, efisiensi energi, dan integrasi. Ketahanan memungkinkan sistem produksi untuk beradaptasi dengan gangguan dan perubahan kondisi yang terjadi (Alexopoulos et al., 2022). Keberagaman dalam sistem produksi berperan dalam meningkatkan efisiensi dan mengurangi risiko, misalnya dengan menggunakan berbagai metode produksi atau bahan baku (Nelson & Burchfield, 2023). Efisiensi energi sangat penting untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan meminimalkan pemborosan (Hercher-Pasteur et al., 2020). Integrasi antar komponen dalam sistem produksi memastikan bahwa proses berjalan secara harmonis, memaksimalkan kinerja, dan meningkatkan keberlanjutan (Díaz de Otálora et al., 2022). Karakteristik utama dari sistem produksi mencakup beberapa aspek penting yang mempengaruhi bagaimana sistem tersebut beroperasi dan berinteraksi dengan lingkungannya. Berikut adalah beberapa karakteristik utama dari sistem produksi.

1. *Input*, bahan mentah, komponen, atau sumber daya lain yang masuk ke dalam sistem produksi untuk diproses menjadi produk akhir.
2. Proses, langkah-langkah atau aktivitas yang dilakukan pada *input* untuk mengubahnya menjadi *output* atau produk akhir.
3. *Output*, hasil akhir dari proses yang keluar dari sistem produksi dan siap untuk didistribusikan ke pasar atau konsumen akhir.
4. Kapasitas produksi, kemampuan maksimum dari sistem produksi untuk menghasilkan *output* dalam satu periode waktu tertentu. Kapasitas ini dapat

dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jumlah tenaga kerja, mesin, waktu operasional, dan ketersediaan sumber daya lainnya.

5. Efisiensi dan produktivitas, efisiensi merujuk pada seberapa baik sistem produksi menggunakan sumber daya yang tersedia untuk menghasilkan *output* yang diinginkan, sedangkan produktivitas mengukur seberapa banyak *output* yang dihasilkan oleh sistem produksi per unit sumber daya yang digunakan.
6. Fleksibilitas, kemampuan sistem produksi untuk menyesuaikan diri terhadap perubahan permintaan pasar, teknologi baru, atau kebutuhan pelanggan tanpa mengorbankan kualitas atau efisiensi.
7. Kualitas, tingkat kesesuaian atau kecukupan produk atau layanan yang dihasilkan oleh sistem produksi dengan kebutuhan atau spesifikasi yang ditetapkan oleh pelanggan atau standar kualitas yang berlaku.
8. Ketepatan waktu, kemampuan sistem produksi untuk menghasilkan *output* sesuai dengan jadwal yang ditetapkan atau dalam batas waktu yang telah ditentukan untuk memenuhi permintaan pasar.
9. Biaya produksi, total biaya yang dikeluarkan oleh sistem produksi untuk menghasilkan *output*, termasuk biaya bahan baku, tenaga kerja, *overhead*, dan biaya lainnya. Manajemen biaya produksi menjadi faktor penting dalam menjaga profitabilitas dan daya saing sistem produksi.

2.2 Perencanaan Produksi

Perencanaan produksi merupakan salah satu bentuk dari manajemen operasi, yang merupakan suatu alat yang dapat digunakan perusahaan untuk mengarahkan sistem produksi dengan perencanaan serta sistem kontrol yang komprehensif. Perencanaan produksi dan pengendalian persediaan dibutuhkan perusahaan agar perusahaan tersebut dapat menggunakan sumber daya secara efektif, dari segi jumlah yang digunakan, maupun waktu yang digunakan untuk melakukan proses produksi. Perencanaan produksi diharapkan bersifat realistis dan dapat diterapkan. Perencanaan produksi juga membantu perusahaan membentuk

dan menjalankan alur produksi dengan lancar dengan tujuan untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan memperhatikan kualitas dan waktu pengantaran yang tepat.

Suatu sistem perencanaan produksi yang baik hendaknya dapat memberikan informasi mengenai barang apa yang akan diproduksi, apa saja yang dibutuhkan dalam proses produksi, apa yang dimiliki perusahaan, serta apa yang dibutuhkan perusahaan dalam upaya memproduksi barang tersebut (Arnold, 2008). Poin-poin tersebut mengarahkan pihak manajemen produksi untuk memperhatikan jumlah produk yang harus diproduksi dalam tiap periode, tingkat persediaan yang diinginkan, serta ketersediaan sumber daya yang dibutuhkan perusahaan.

2.2.1 Tujuan Perencanaan Produksi

Tujuan dari dilakukannya perencanaan produksi sebagai berikut (Hendra, 1999).

1. **Optimalisasi Penggunaan Sumber Daya**
Memastikan bahwa sumber daya yang tersedia, seperti bahan baku, tenaga kerja, dan peralatan, dimanfaatkan secara efisien untuk memaksimalkan *output* produksi.
2. **Pemenuhan Permintaan Pasar**
Menyesuaikan jumlah produksi dengan permintaan pasar yang ada atau yang diantisipasi agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen dalam waktu yang tepat.
3. **Penjadwalan Produksi yang Efektif**
Mengatur jadwal produksi yang tepat untuk memastikan bahwa barang dapat diproduksi dan tersedia pada waktu yang diinginkan tanpa kelebihan atau kekurangan stok.
4. **Pengurangan Biaya Produksi**
Mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan dalam proses produksi untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya produksi secara keseluruhan.
5. **Peningkatan Kualitas Produk**

Memastikan bahwa produk yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan dan meminimalkan tingkat cacat atau kerusakan dalam proses produksi.

6. Peningkatan Produktivitas dan Efisiensi

Meningkatkan produktivitas kerja dan efisiensi operasional dengan mengidentifikasi dan menghilangkan hambatan atau penyebab pemborosan dalam proses produksi.

2.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Perencanaan Produksi

Faktor-faktor yang mempengaruhi perencanaan produksi dapat mencakup berbagai aspek yang harus dipertimbangkan oleh manajer produksi dalam mengatur dan merencanakan kegiatan produksi. Berikut adalah beberapa faktor yang mempengaruhi perencanaan produksi (Vincent, 2001).

1. Permintaan Pasar

Tingkat permintaan dari konsumen atau pelanggan akan produk menjadi faktor penting dalam perencanaan produksi. Perencanaan produksi harus disesuaikan dengan perkiraan permintaan pasar untuk memastikan ketersediaan produk yang memadai.

2. Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi dari fasilitas atau pabrik menjadi batasan utama dalam merencanakan produksi. Perencanaan harus mempertimbangkan kapasitas produksi yang tersedia serta kemampuan untuk meningkatkan kapasitas jika diperlukan.

3. Sumber Daya Manusia

Ketersediaan dan keterampilan tenaga kerja mempengaruhi kemampuan untuk menjalankan operasi produksi. Perencanaan produksi harus memperhitungkan jumlah dan keterampilan tenaga kerja yang diperlukan untuk memenuhi target produksi.

4. Sumber Daya Material

Ketersediaan bahan baku dan komponen menjadi faktor kunci dalam perencanaan produksi. Perencanaan harus memastikan ketersediaan material yang cukup untuk menjalankan operasi produksi tanpa gangguan.

5. Teknologi dan Peralatan

Penggunaan teknologi dan peralatan yang tepat dapat meningkatkan efisiensi produksi. Perencanaan produksi harus mempertimbangkan penggunaan teknologi dan peralatan yang sesuai untuk mencapai target produksi.

6. Waktu

Waktu adalah faktor penting dalam perencanaan produksi. Perencanaan harus memperhitungkan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap langkah produksi serta waktu yang tersedia untuk memenuhi tenggat waktu produksi.

2.3 Simulasi

Simulasi adalah suatu proses meniru kejadian nyata pada suatu waktu tertentu (Kelton et al., 2000). Simulasi sering digunakan ketika karakteristik rantai pasokan tidak praktis dan sulit dimodelkan dengan pendekatan analitis (Riddals et al., 2000) atau ketika sistem menggabungkan variabel stokastik dan ketidakpastian, misalnya dalam kasus persediaan yang kompleks (Fleish & Tellkamp, 2005).

Praktik simulasi dilakukan menggunakan software seperti Arena, Stella, Vensim, atau Promodel. Hasil simulasi berupa statistik performansi sistem akan ditampilkan dalam bentuk ringkasan sehingga dapat dianalisis. Simulasi digunakan untuk menggambarkan perilaku sistem nyata dengan bantuan komputer dan software yang sesuai (Kelton, 1991). Metode ini memungkinkan analisis terhadap sistem dinamis yang kompleks, tidak hanya secara formal dan prediktif tetapi juga dalam memproyeksikan performansi secara akurat.

Simulasi sangat berguna ketika model matematis tidak dapat menghasilkan solusi atau ketika sistem yang diamati memiliki tingkat kompleksitas dan keterkaitan yang tinggi. Menurut Robinson (2014), terdapat empat tahapan umum dalam simulasi yang harus dilakukan.

1. Pemahaman Situasi Permasalahan

Tahap ini merupakan pemahaman situasi permasalahan yang akan diselesaikan memakai simulasi, dengan kata lain memahami sistem yang akan dimodelkan. Sistem ini harus mengandung *nature of the system* yaitu variabilitas, saling berhubungan, dan kompleks. Sistem yang akan dimodelkan dapat berupa sistem yang sudah ada atau sistem yang baru diusulkan. Pada tahap ini juga dilakukan pengumpulan dan pengolahan data yang dapat mendukung pemahaman terhadap situasi permasalahan.

2. Pembuatan Model Konseptual

Tahap kedua pada simulasi yaitu pembuatan model konseptual. Definisi model konseptual adalah deskripsi spesifik (non-software) dari model simulasi yang akan dibuat. Model konseptual menjelaskan tentang objektif, input, output, konten, asumsi, dan simplifikasi model. Konten model terdiri dari entitas, sumber daya (resource), aktivitas, antrean, dan kontrol. Model konseptual harus dapat merepresentasikan kondisi riil dengan asumsi dan simplifikasi yang digunakan.

3. Pembuatan Model Simulasi berbasis Komputer

Pembuatan model simulasi dapat menggunakan *spreadsheet*, *software* simulasi, atau bahasa pemrograman. Dalam pembuatan model simulasi, terdapat 4 aspek yang harus diperhatikan yaitu kecepatan pembuatan model (*speed coding*), kemudahan dalam memahami model (*transparency*), kemudahan melakukan perubahan pada model (*flexibility*), dan kecepatan model saat dijalankan (*run-speed*).

4. Eksperimen Model Simulasi

Setelah model simulasi dibuat, dilakukan eksperimen pada model simulasi untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang sistem atau mendapatkan perbaikan untuk sistem. Eksperimen dapat dikatakan sebagai “*what-if analysis*”, yang mana dilakukan perubahan pada input model dan akan mendapatkan *output* yang berbeda. Dalam melakukan eksperimen, perlu ditentukan jumlah replikasi yang cukup, verifikasi dan validasi model simulasi agar *output* akurat.

2.3.1 Konsep dan Tujuan Simulasi

Simulasi adalah metode atau teknik untuk meniru proses atau sistem nyata menggunakan model matematika atau komputer. Model ini dibuat untuk menyerupai perilaku sistem asli dalam kondisi yang dapat dikendalikan. Dengan simulasi, kita bisa memahami dan menganalisis masalah yang mungkin muncul dalam proses produksi, seperti *bottleneck* atau kelebihan beban di suatu titik.

Simulasi memiliki berbagai kelebihan diantaranya sebagai berikut. Simulasi memungkinkan pengguna untuk melakukan eksperimen virtual pada sistem nyata tanpa harus mengganggu operasi sebenarnya. Ini memberikan kesempatan untuk menguji berbagai skenario tanpa risiko yang sebenarnya. Selain itu, simulasi menyediakan wadah untuk melakukan pengujian terhadap berbagai kebijakan atau strategi yang mungkin diimplementasikan dalam produksi. Hal ini membantu dalam mengambil keputusan yang lebih baik. Simulasi juga memungkinkan evaluasi kinerja sistem dalam berbagai kondisi atau skenario, sehingga memungkinkan pemahaman yang lebih baik tentang dampak dari perubahan-perubahan yang diusulkan. Sistem produksi dapat dioptimalkan untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kinerja keseluruhan menggunakan simulasi.

2.3.2 Jenis Simulasi

Terdapat beberapa jenis simulasi yang digunakan untuk memodelkan dan menganalisis berbagai aspek proses produksi. Berikut adalah beberapa jenis simulasi (Kelton, 2009).

1. Simulasi Monte Carlo

Simulasi ini menggunakan pengambilan sampel acak dari distribusi probabilitas untuk menghasilkan berbagai skenario atau hasil yang mungkin terjadi. Ini membantu dalam memperkirakan berbagai kemungkinan hasil dari keputusan yang diambil dalam proses produksi.

2. Simulasi Diskrit

Simulasi ini memodelkan proses sebagai urutan langkah diskrit atau terpisah, di mana setiap langkah memiliki waktu dan karakteristiknya sendiri. Ini memungkinkan analisis detail tentang bagaimana proses produksi berjalan dari satu langkah ke langkah lainnya.

3. Simulasi Kontinu

Simulasi ini memodelkan proses sebagai fungsi kontinu dari waktu, di mana perubahan dalam proses terjadi secara berkelanjutan. Ini cocok untuk memodelkan proses-proses yang berjalan secara terus menerus tanpa adanya langkah-langkah diskrit yang jelas.

4. Simulasi Berbasis Agen

Simulasi ini melibatkan model individu atau agen yang berinteraksi satu sama lain dalam lingkungan yang kompleks. Ini memungkinkan untuk memahami perilaku kolektif dari agen-agen tersebut dan dampaknya terhadap sistem produksi secara keseluruhan.

5. Simulasi Sistem Dinamis

Simulasi ini memodelkan proses produksi sebagai sistem dinamis yang berubah seiring waktu sebagai respons terhadap berbagai input dan kondisi eksternal. Ini membantu dalam memahami bagaimana berbagai faktor mempengaruhi kinerja sistem produksi dalam jangka panjang.

6. Simulasi Berbasis Agen *Swarm*

Simulasi ini melibatkan model agen yang berperilaku seperti "*swarm*" atau gerombolan, di mana agen-agen tersebut bergerak secara kolektif dalam ruang simulasi. Ini berguna untuk memodelkan proses-proses yang melibatkan interaksi sosial atau kolaborasi antar individu atau entitas dalam sistem produksi.

2.3.3 Peran Simulasi

Peran simulasi dalam pengambilan keputusan produksi sangat penting karena memungkinkan pengguna untuk menguji berbagai skenario dan strategi tanpa harus mengeksploitasi sumber daya nyata. Berikut ini adalah beberapa peran utama simulasi dalam pengambilan keputusan produksi (Kakiyai, 2004).

1. Menguji Berbagai Strategi

Simulasi memungkinkan pengguna untuk menguji berbagai strategi produksi tanpa harus mengimplementasikannya secara langsung di lingkungan nyata. Ini termasuk mengubah alur produksi, memvariasikan waktu atau kapasitas stasiun kerja, atau menyesuaikan jadwal produksi.

2. Evaluasi Kinerja Sistem

Menggunakan model simulasi yang akurat, pengguna dapat mengevaluasi kinerja sistem produksi saat ini dan memperkirakan dampak dari perubahan yang diusulkan. Ini termasuk menganalisis *throughput*, waktu tunggu, efisiensi penggunaan sumber daya, dan indikator kinerja lainnya.

3. Identifikasi dan Pemecahan Masalah

Simulasi memungkinkan pengguna untuk mengidentifikasi potensi *bottleneck* atau area ketidakseimbangan dalam proses produksi. Dengan

menganalisis hasil simulasi, pengguna dapat merancang solusi untuk memecahkan masalah tersebut dan meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan.

4. Prediksi Dampak Perubahan

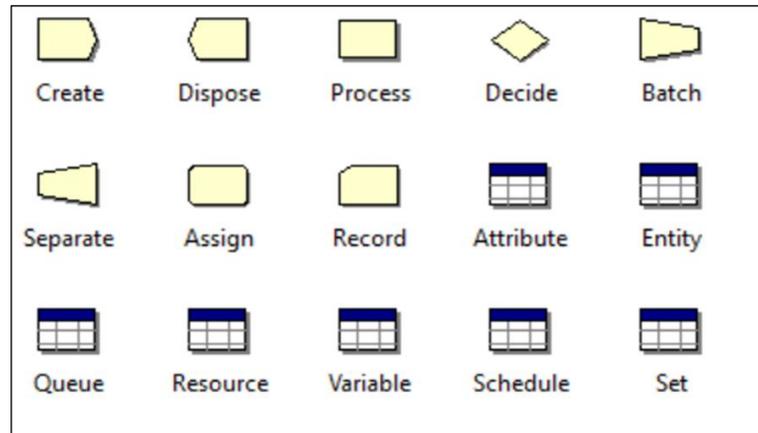
Sebelum melakukan perubahan nyata dalam operasi produksi, simulasi memungkinkan pengguna untuk memprediksi dampak dari perubahan tersebut. Ini dapat mencakup perubahan dalam perubahan kapasitas produksi, atau perubahan dalam teknologi atau proses produksi.

2.4 Simulasi dengan *Software Arena*

Arena merupakan salah satu *software* komputer yang digunakan untuk melakukan simulasi dari sebuah sistem nyata. Simulasi komputer merupakan proses perancangan sebuah model logika matematis yang merupakan gambaran dari sebuah sistem nyata. Arena merupakan *software* simulasi yang fleksibel dalam merancang sebuah model simulasi yang lebih akurat untuk merepresentasikan beberapa sistem. Arena menampilkan model simulasi yang mengkombinasikan antara model simulasi analisis dan model simulasi grafik. Terdapat berbagai metode simulasi, diantaranya *discrete-event simulation*, *monte carlo simulation*, *system dynamics*, dan *agent based simulation*. Penelitian ini menggunakan metode *discrete-event simulation*. *Discrete-event simulation* digunakan untuk memodelkan sistem antrian (Robinson, 2014).

Arena memiliki *template panel* yang merupakan kelompok modul-modul tertentu dengan fungsi yang dialokasikan pada suatu tujuan. *Template panel* umum yang digunakan pada simulasi yaitu *basic process*, *advanced process*, *advanced transfer*, dan *report panel*. Selain panel-panel umum tersebut, Arena juga menyediakan panel lainnya dengan kebutuhan akan modul-modul dengan fungsi yang lebih spesifik. Modul pada *Basic Process Panel* dapat dilihat pada **Gambar 2.1** dan penjelasan dari modul ini dapat dilihat pada **Tabel 2.1**, sedangkan modul

pada *Advanced Transfer Panel* beserta fungsi dari setiap modul dapat dilihat pada **Gambar 2.2** dan **Tabel 2.2**.

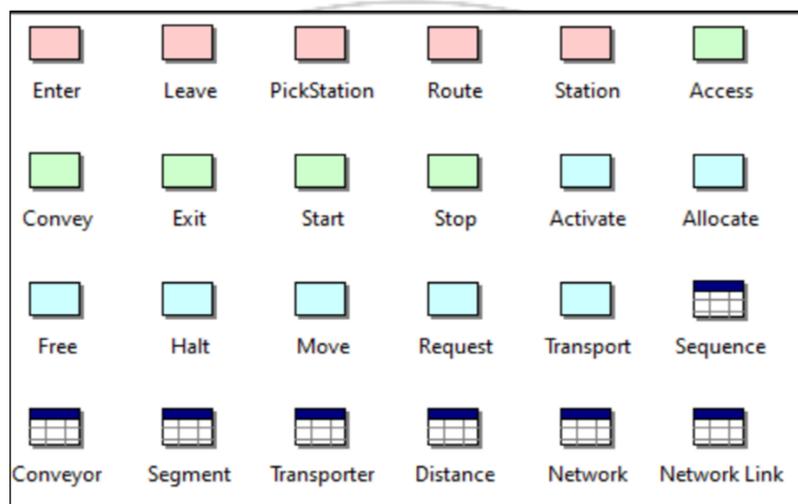


Gambar 2.1 Modul pada Basic Process Panel

Tabel 2.1 Modul pada *Basic Process Panel*

No	Nama Modul	Fungsi
1	<i>Create</i>	Titik awal entitas dalam model simulasi, membuat entitas berdasarkan pola waktu kedatangan.
2	<i>Dispose</i>	Titik akhir entitas dalam model simulasi, mengeluarkan entitas dari sistem.
3	<i>Process</i>	Mendefinisikan proses entitas menggunakan <i>resource</i> atau <i>transporter</i> .
4	<i>Decide</i>	Membuat keputusan proses berdasarkan kondisi atau probabilitas tertentu.
5	<i>Batch</i>	Menggabungkan beberapa entitas menjadi satu <i>batch</i> berdasarkan kriteria tertentu.
6	<i>Separate</i>	Memisahkan <i>batch</i> menjadi entitas individu atau menggandakan entitas.
7	<i>Assign</i>	Memberikan nilai pada variabel, atribut, atau status model.
8	<i>Record</i>	Merekam data statistik tertentu untuk analisis <i>output</i> simulasi.
9	<i>Attribute</i>	Menyediakan pengaturan atribut untuk entitas yang diproses.
10	<i>Entity</i>	Digunakan untuk mendefinisikan jenis entitas yang digunakan dalam model.

No	Nama Modul	Fungsi
11	<i>Queue</i>	Mengelola antrian entitas sebelum memasuki modul tertentu.
12	<i>Resource</i>	Menyediakan pengaturan <i>resource</i> yang digunakan untuk proses dalam sistem.
13	<i>Variable</i>	Menyediakan variabel yang dapat diatur nilainya selama simulasi.
14	<i>Schedule</i>	Mengatur jadwal kerja <i>resource</i> dalam sistem.
15	<i>Set</i>	Mengelompokkan <i>resource</i> atau elemen tertentu dalam satu set untuk digunakan bersama.



Gambar 2.2 Modul pada *Advanced Transfer Panel*

Tabel 2.2 Modul pada *Advanced Transfer Panel*

No	Nama Modul	Fungsi
1	<i>Enter</i>	Memasukkan entitas ke dalam lokasi tertentu dalam model.
2	<i>Leave</i>	Mengeluarkan entitas dari lokasi atau segmen <i>conveyor</i> tertentu.
3	<i>PickStation</i>	Memilih stasiun tujuan entitas berdasarkan logika atau aturan tertentu.
4	<i>Route</i>	Memindahkan entitas dari satu stasiun ke stasiun lain berdasarkan rute yang ditentukan.
5	<i>Station</i>	Menentukan stasiun sebagai tujuan proses entitas.
6	<i>Access</i>	Mengatur kapan entitas dapat memasuki sumber daya atau stasiun tertentu.

No	Nama Modul	Fungsi
7	<i>Convey</i>	Memindahkan entitas menggunakan <i>conveyor</i> dengan kecepatan tertentu.
8	<i>Exit</i>	Mengeluarkan entitas dari <i>conveyor</i> ke lokasi tertentu.
9	<i>Start</i>	Memulai operasi <i>conveyor</i> .
10	<i>Stop</i>	Menghentikan operasi <i>conveyor</i> .
11	<i>Activate</i>	Mengaktifkan sumber daya atau entitas tertentu dalam model.
12	<i>Allocate</i>	Mengalokasikan kapasitas <i>transporter</i> atau <i>resources</i> ke entitas tertentu.
13	<i>Free</i>	Membebaskan kapasitas <i>transporter</i> atau <i>resource</i> yang telah digunakan entitas.
14	<i>Halt</i>	Menghentikan proses sementara hingga kondisi tertentu terpenuhi.
15	<i>Move</i>	Menggerakkan entitas menuju lokasi tertentu dengan atau tanpa <i>transporter</i> .
16	<i>Request</i>	Meminta <i>transporter</i> untuk memindahkan entitas ke lokasi tertentu.
17	<i>Transport</i>	Memindahkan entitas menggunakan <i>transporter</i> seperti kendaraan atau alat tertentu.
18	<i>Sequence</i>	Menentukan urutan lokasi yang harus dikunjungi oleh entitas selama proses simulasi.
19	<i>Conveyor</i>	Mengatur parameter <i>conveyor</i> untuk memindahkan entitas melalui jalur tertentu.
20	<i>Segment</i>	Mengatur segmen <i>conveyor</i> untuk memindahkan entitas di jalur <i>conveyor</i> .
21	<i>Transporter</i>	Mendefinisikan jenis <i>transporter</i> yang digunakan untuk memindahkan entitas.
22	<i>Distance</i>	Menentukan jarak antara lokasi dalam sistem untuk pergerakan entitas.
23	<i>Network</i>	Mengatur jaringan transportasi yang menghubungkan lokasi-lokasi dalam model.
24	<i>Network Link</i>	Menambahkan koneksi antar lokasi dalam jaringan transportasi untuk simulasi.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai mengenai studi pendahuluan, pemilihan metode, pengumpulan data, pengolahan data, analisis, dan penutup.

3.1 Studi Pendahuluan

Produksi UMKM baju koko belum mampu memenuhi permintaan pasar karena adanya ketidakefisienan dalam proses produksi. Ketidakefisienan ini menghambat pemanfaatan sumber daya secara optimal, sehingga jumlah produk yang dihasilkan tidak mencukupi kebutuhan pasar. Hal ini menyebabkan terjadinya *lost sell*, di mana pelanggan beralih ke alternatif lain akibat ketidakterediaan produk. *Lost sell* ini berdampak langsung pada hilangnya pendapatan dan potensi kerugian yang signifikan bagi UMKM. Oleh karena itu, diperlukan usulan untuk meningkatkan efisiensi proses dan memastikan sumber daya dapat dimanfaatkan secara optimal guna memenuhi permintaan pasar dan mengurangi risiko *lost sell*.

3.2 Pemilihan Metode

Penentuan rencana produksi dapat dilakukan dengan pendekatan analitik dan pendekatan simulasi. Pendekatan analitik memiliki kelebihan dalam memberikan pemahaman yang mendalam tentang kinerja produksi berdasarkan analisis data historis dan perhitungan matematis. Kelebihan ini memungkinkan perencanaan produksi untuk membuat keputusan yang didasarkan pada data yang kuat dan memperkirakan permintaan pasar serta kapasitas produksi dengan tingkat ketepatan yang tinggi. Namun, kekurangan pendekatan analitik dalam memperhitungkan variabilitas yang kompleks atau dinamika yang mungkin terjadi dalam lingkungan produksi yang berubah-ubah, pendekatan analitik cenderung

bersifat statis dan tidak mampu menangani interaksi kompleks antara berbagai variabel produksi.

Pendekatan simulasi memiliki kelebihan untuk memodelkan dinamika sistem yang kompleks dan variabilitas yang mungkin terjadi dalam lingkungan produksi. Perencana produksi dapat menguji berbagai skenario produksi dan mengidentifikasi solusi yang optimal untuk mengatasi masalah yang ada dengan menggunakan simulasi. Selain itu, pendekatan simulasi memungkinkan untuk melakukan eksperimen virtual tanpa risiko mengganggu operasi sehari-hari yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik. Namun, pendekatan simulasi juga memiliki kekurangan pada proses pengembangan model simulasi yang akurat dan representatif dapat memakan waktu yang lama.

Permasalahan yang dihadapi UMKM baju koko lebih cocok menggunakan pendekatan simulasi karena data yang tersedia mencakup berbagai variabilitas dan dinamika yang mempengaruhi proses produksi UMKM baju koko. Data tersebut mencakup informasi tentang waktu penyelesaian produk di setiap stasiun kerja, kondisi lingkungan produksi yang kompleks dan adanya ketidakpastian. Proses produksi pada UMKM ini dilakukan di tempat yang berbeda untuk setiap stasiun kerja atau dengan kata lain proses produksi tidak dilakukan di satu rumah produksi. Oleh karena itu, setiap stasiun kerja harus menunggu sejumlah produk yang telah selesai pada stasiun kerja sebelumnya untuk diantarkan ke stasiun kerja tersebut menggunakan alat transportasi sepeda motor. Penggunaan pendekatan simulasi dapat memodelkan ini dan menguji berbagai skenario yang mungkin terjadi dalam lingkungan produksi.

Selain itu, simulasi memungkinkan untuk menguji dampak berbagai strategi perencanaan produksi tanpa harus mengubah proses produksi yang sebenarnya. Model simulasi yang mewakili sistem produksi UMKM baju koko dengan akurat dan kemudian melakukan simulasi untuk memprediksi kinerja sistem dalam berbagai kondisi. Hal ini memberikan *insight* tentang bagaimana proses produksi

akan berperilaku di masa depan dan membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik dalam merencanakan peningkatan produktivitas pada proses produksi.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan secara primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari observasi dan melalui wawancara langsung dengan pemilik UMKM baju koko. Data sekunder diperoleh melalui pengambilan data dari catatan produksi dan inventaris UMKM. Berikut data yang digunakan dalam penelitian perencanaan produksi untuk meningkatkan jumlah *output* produksi pada UMKM Baju Koko ini.

1. Alur produksi
Alur dari proses produksi baju koko diperoleh dengan cara melakukan wawancara langsung dengan pemilik.
2. Data waktu produksi
Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap langkah produksi baju koko di setiap stasiun kerja, diperoleh dengan melakukan pengamatan langsung.
3. Lokasi stasiun kerja
Lokasi masing-masing stasiun kerja agar dapat ditentukan jarak antar stasiun kerja diperoleh dengan wawancara langsung dengan pemilik.
4. Data historis produksi
Jumlah produksi aktual dari UMKM Baju Koko untuk periode waktu tertentu yang diperoleh melalui pengambilan data dari catatan UMKM.
5. Data *demand* produk
Permintaan pasar untuk produk baju koko yang diperoleh melalui pengambilan data dari catatan UMKM.

3.4 Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data dalam perencanaan produksi untuk meningkatkan *output* produksi pada UMKM Baju Koko sebagai berikut.

3.4.1 Alur Proses Produksi

Alur proses produksi digambarkan dengan diagram yang menunjukkan sistem secara menyeluruh. Diagram ini menggambarkan tahapan-tahapan utama dalam proses produksi, mulai dari kedatangan bahan baku hingga tahap akhir yaitu *packing*. Dengan menggunakan diagram ini, urutan kerja pada sistem produksi dapat divisualisasikan dengan jelas, sehingga mempermudah analisis proses dan identifikasi peluang perbaikan.

3.4.2 Perancangan Model Simulasi

Perancangan model simulasi dilakukan menggunakan *software* Arena dengan membuat model sesuai alur produksi baju koko. Objek-objek seperti stasiun kerja, antrian, material, dan proses produksi ditempatkan sesuai tahapan proses produksi, mulai dari penyimpanan bahan baku, pemotongan kain, bordir komputer, hingga tahap akhir seperti pemasangan kancing, *laundry*, dan *packing*. Logika simulasi diatur agar model dapat merepresentasikan kondisi produksi baju koko dengan baik.

3.4.3 Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa model simulasi UMKM Baju Koko dibangun dengan benar, dengan memeriksa aspek teknis dan matematis dari model tersebut melalui pengecekan *syntax error*. Validasi dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab, membandingkan hasil simulasi dari model tersebut dengan data historis produksi dari UMKM Baju Koko, untuk menentukan

apakah model tersebut mampu merepresentasikan proses produksi yang sebenarnya.

3.4.4 Pengujian Skenario

Pengujian skenario bertujuan untuk mengidentifikasi dampak dari perubahan waktu produksi dan *transfer batch* pada proses produksi baju koko. Skenario awal dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan hasil simulasi yang dijalankan pada sistem produksi saat ini (awal), yaitu dengan melihat jumlah *Work In Process* (WIP) pada stasiun kerja dan nilai utilisasi dari *resources*. Jika *output* yang dihasilkan oleh skenario awal belum mencapai *demand* maka akan dikembangkan skenario berikutnya dengan memperhatikan stasiun kerja dengan WIP tinggi dan nilai utilitasnya rendah. Skenario terpilih yaitu skenario yang menghasilkan jumlah *output* yang dapat memenuhi *demand*.

3.5 Analisis

Hasil simulasi dari setiap skenario dianalisis untuk memahami perubahan yang terjadi pada jumlah produksi dan utilisasi sumber daya yang digunakan dalam proses produksi. Pada tahap ini juga dilakukan terhadap analisis terhadap skenario terpilih untuk melihat seberapa baik skenario yang diusulkan dibandingkan dengan kondisi saat ini terhadap UMKM, yaitu dengan mempertimbangkan biaya *lost sell* yang harus diterima jika tetap menjalankan proses produksi saat ini dan biaya operasional yang harus dikeluarkan untuk melaksanakan kebijakan usulan hasil penelitian.

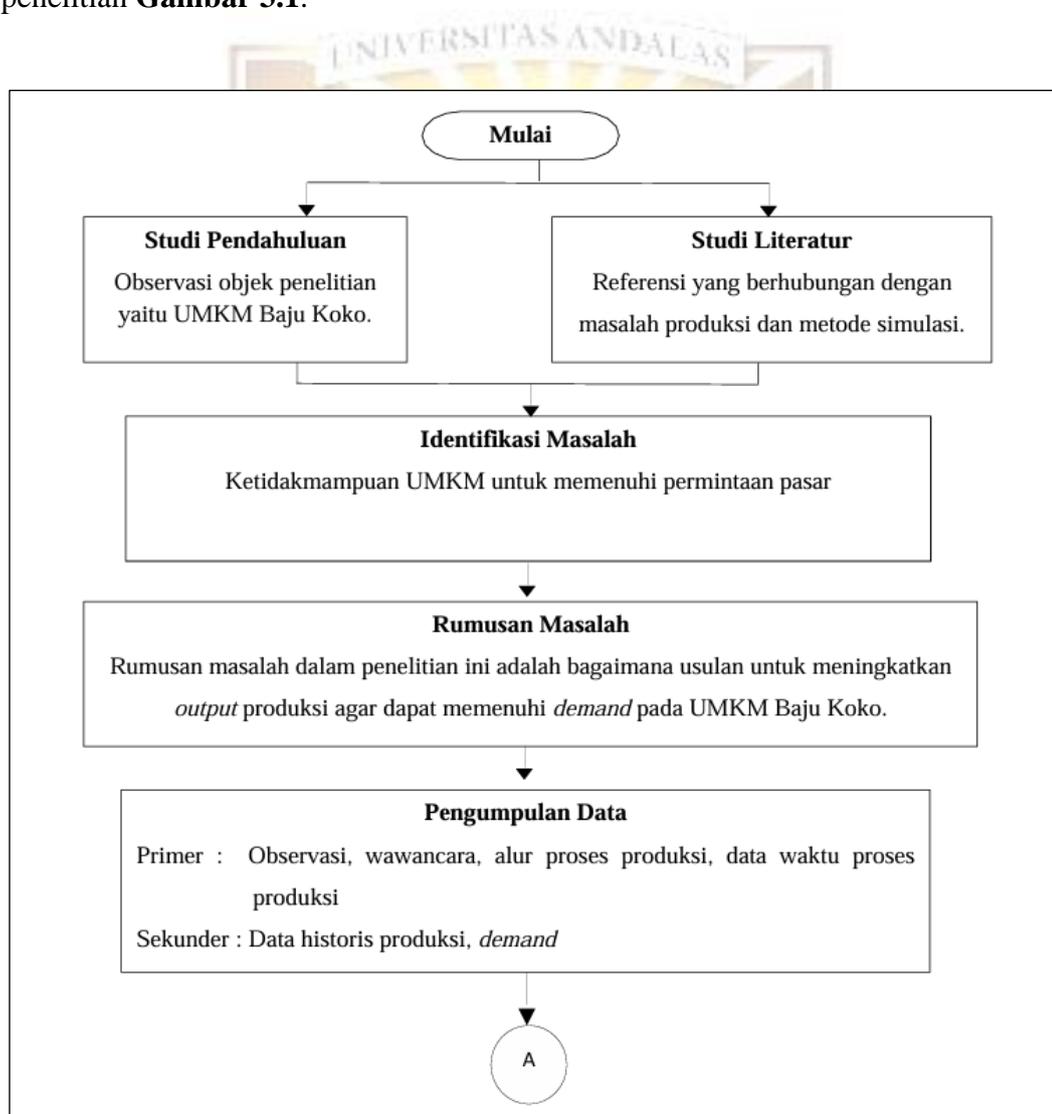
3.6 Penutup

Berdasarkan analisis, dihasilkan kesimpulan dari penelitian yaitu solusi yang dapat meningkatkan jumlah *output* produksi pada UMKM Baju Koko. Usulan

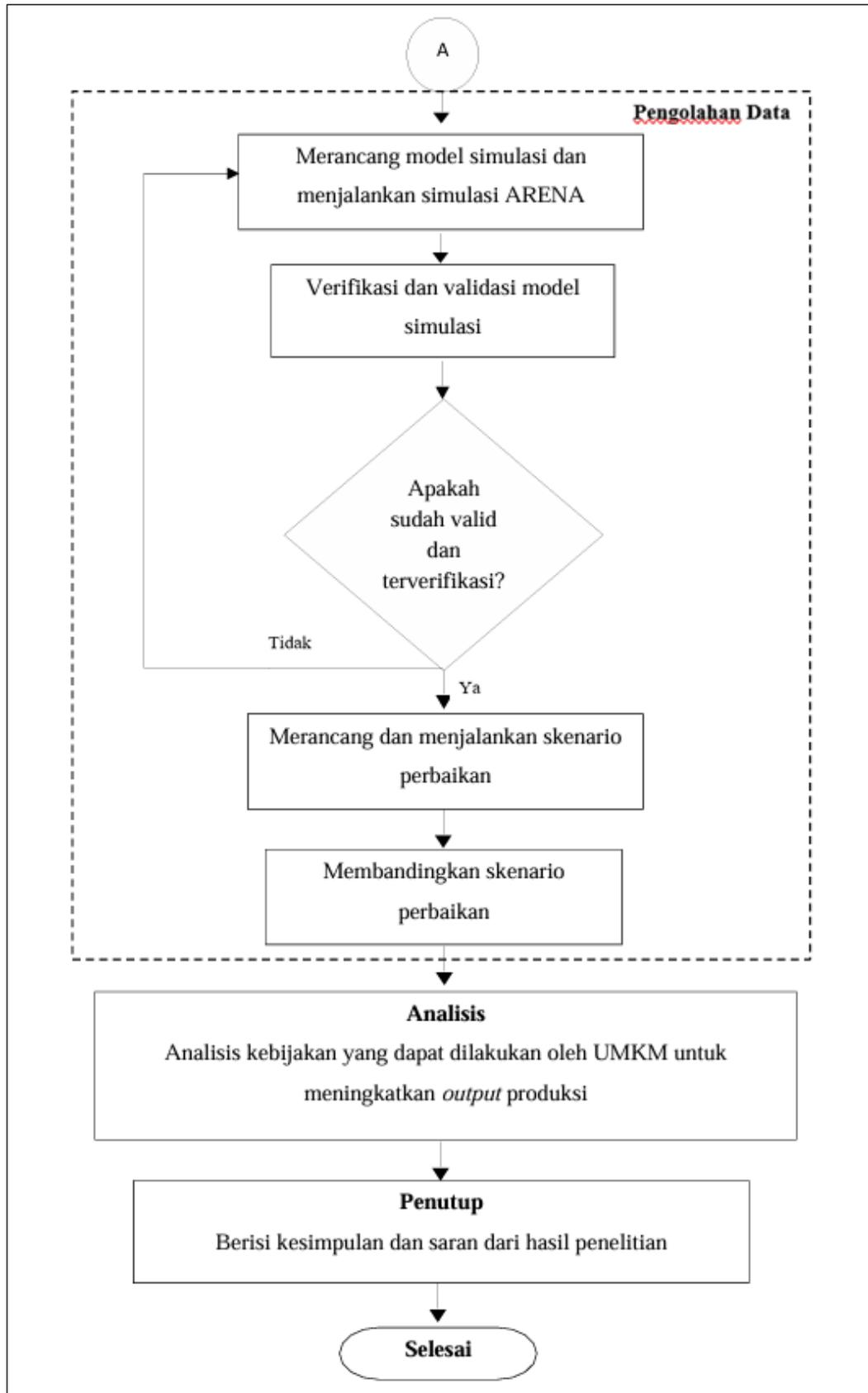
diberikan untuk menentukan kebijakan yang perlu diambil UMKM untuk meningkatkan produktivitas produksi, dengan tujuan mengoptimalkan sumber daya yang tersedia sehingga dapat meminimalkan *lost sell* yang dialami UMKM. Selain itu, diberikan saran untuk penelitian kedepannya.

3.7 Flowchart Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada *flowchart* penelitian **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian



Gambar 3.2 Flowchart Metodologi Penelitian (Lanjutan)

BAB IV

PERANCANGAN MODEL

Bab ini berisi proses perancangan model simulasi proses produksi baju koko. Proses ini melibatkan pemahaman terkait sistem produksi yang terdiri dari deskripsi sistem, model konseptual, pengumpulan data dalam membangun model, perancangan model, dan beberapa skenario perbaikan yang dapat diterapkan pada sistem produksi baju koko.

4.1 Deskripsi Sistem

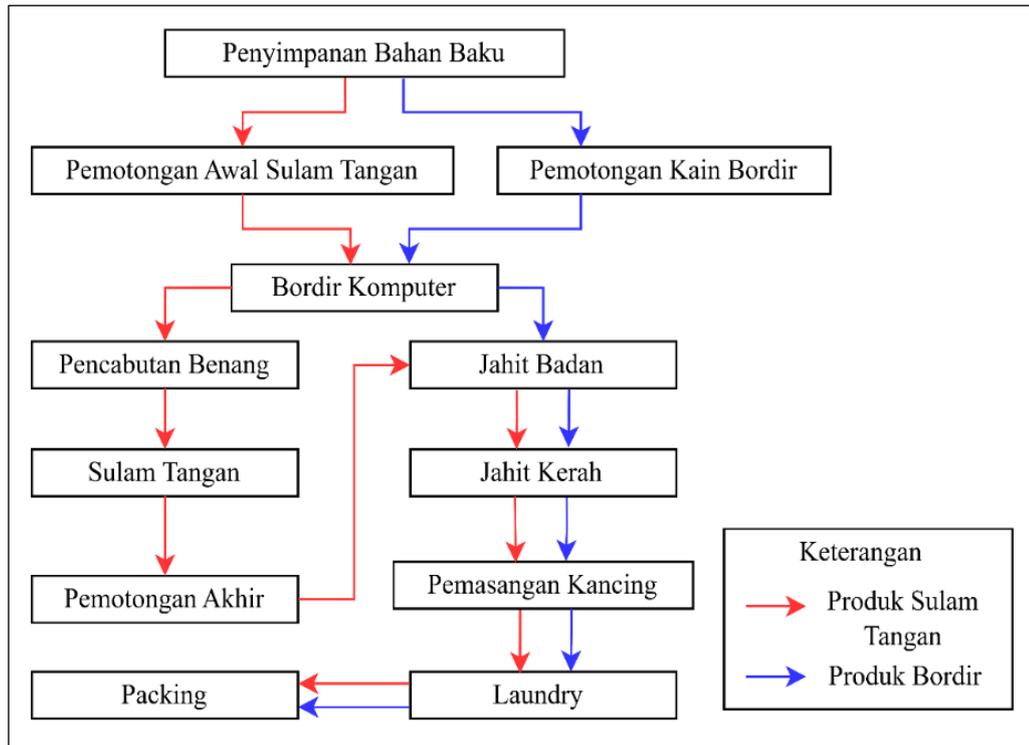
UMKM baju koko memproduksi dua jenis produk, yaitu baju koko bordir dan baju koko sulam tangan. Kedua jenis produk ini diproses pada lini produksi yang sama. Namun, ada sedikit perbedaan proses untuk produk baju koko sulam tangan yang harus melewati proses pencabutan benang dan juga proses sulam tangan. Sistem produksi UMKM baju koko memiliki rantai produksi dengan stasiun kerja yang berada di lokasi berbeda dengan range jarak terkecil yaitu 100 meter dan jarak terjauh sebesar 38.300 meter atau 38,3 km. Dengan pertimbangan jarak maka untuk mengurangi frekuensi perpindahan, perpindahan produk tidak dilakukan satu per satu tapi menunggu sejumlah produk diselesaikan terlebih dahulu baru dilakukan *transfer* ke proses selanjutnya. **Tabel 4.1** menunjukkan jarak dari masing-masing stasiun kerja beserta jumlah *transfer batch*.

Tabel 4.1 Jarak Antar Stasiun Kerja dan Jumlah *Transfer Batch*

Dari	Ke	Jarak (Meter)	<i>Transfer Batch</i> (Unit)
Pemotongan Awal Sulam Tangan	Bordir Komputer	3000	288
Pemotongan Kain Bordir	Bordir Komputer	3000	288
Bordir Komputer	Pencabutan Benang	38300	288
Pencabutan Benang	Sulam Tangan	290	288
Sulam Tangan	Pemotongan Akhir	36000	288
Bordir Komputer	<i>Batching</i>	3000	288
Pemotongan Akhir	<i>Batching</i>	100	288
<i>Batching</i>	Jahit Badan 1	10100	70
<i>Batching</i>	Jahit Badan 2	10200	30
<i>Batching</i>	Jahit Badan 3	3000	50
Jahit Badan 1	Jahit Kerah	6600	70
Jahit Badan 2	Jahit Kerah	6500	30
Jahit Badan 3	Jahit Kerah	300	50
Jahit Kerah	Pemasangan Kancing	150	150
Pemasangan Kancing	<i>Laundry</i>	350	150
<i>Laundry</i>	<i>Packing</i>	500	150

4.2 Proses Produksi

Sistem produksi baju koko yang dianalisis dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis produk, yaitu baju koko bordir dan baju koko sulam tangan. Sistem ini melibatkan beberapa tahapan proses produksi yang dimulai dari pemotongan kain hingga produk akhir siap untuk didistribusikan, seperti terlihat pada **Gambar 4.2**. Proses produksi baju koko sulam tangan ditunjukkan dengan garis panah berwarna merah yang dimulai dengan proses pemotongan awal kain sulam tangan, dilanjutkan dengan proses bordir komputer, pencabutan benang, sulam tangan, pemotongan akhir, dan lanjut ke stasiun yang sama dengan produk baju koko, yaitu jahit badan, jahit kerah, pemasangan kancing, *laundry*, serta *packing*. Proses produksi baju koko bordir ditunjukkan dengan panah berwarna biru yang dimulai dengan pemotongan kain, dilanjutkan dengan proses bordir komputer, jahit badan, jahit kerah, pemasangan kancing, *laundry*, dan *packing*.



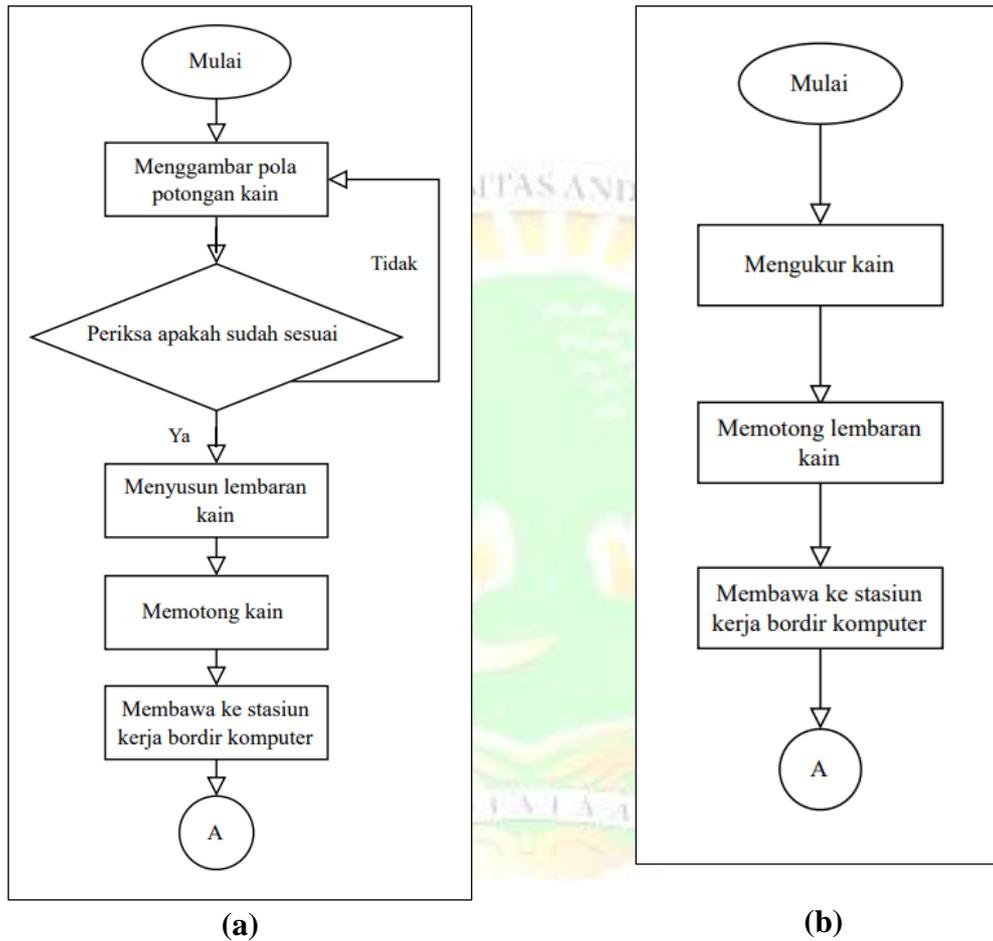
Gambar 4.2 Alur Proses Produksi Baju Koko Bordir dan Sulam Tangan

4.2.1 Pemotongan Kain

Pemotongan kain untuk produk baju koko sulam tangan dan baju koko bordir dilakukan dengan proses yang berbeda dengan menggunakan mesin yang berbeda. Bahan kain untuk produk sulam tangan dan produk bordir berbeda. Penyimpanan bahan baku dan pemotongan kain untuk kedua produk berada di lokasi yang sama dan bahan baku diasumsikan selalu tersedia sehingga kapanpun dapat dilakukan proses pemotongan kain. Pada proses pemotongan, kain akan dipotong sesuai pola yang sudah ditentukan.

Proses pemotongan kain untuk baju koko dimulai dari penggambaran pola pada kain sesuai dengan desain yang diinginkan. Setelah pola digambar, dilakukan pengecekan apakah pola tersebut sudah sesuai dengan spesifikasi. Jika sudah sesuai, kain disusun dalam lembaran dan dipotong sesuai dengan pola yang telah digambar menggunakan mesin potong kain bordir. Satu *batch* pemotongan dilakukan untuk menghasilkan sebanyak 288 produk. Potongan kain yang telah

dipotong kemudian dibawa ke stasiun kerja bordir komputer untuk proses selanjutnya. Sedangkan untuk produk baju koko sulam tangan, pemotongan dilakukan secara manual yang dimulai dari mengukur kain dan setelah itu kain dipotong per lembar. Tahapan ini memastikan bahwa kain yang digunakan sesuai dengan ukuran dan desain yang telah dirancang. Alur proses pemotongan ditunjukkan pada **Gambar 4.3**.



Gambar 4.3 Alur Proses Pemotongan Awal (a) Produk Bordir (b) Produk Sulam Tangan

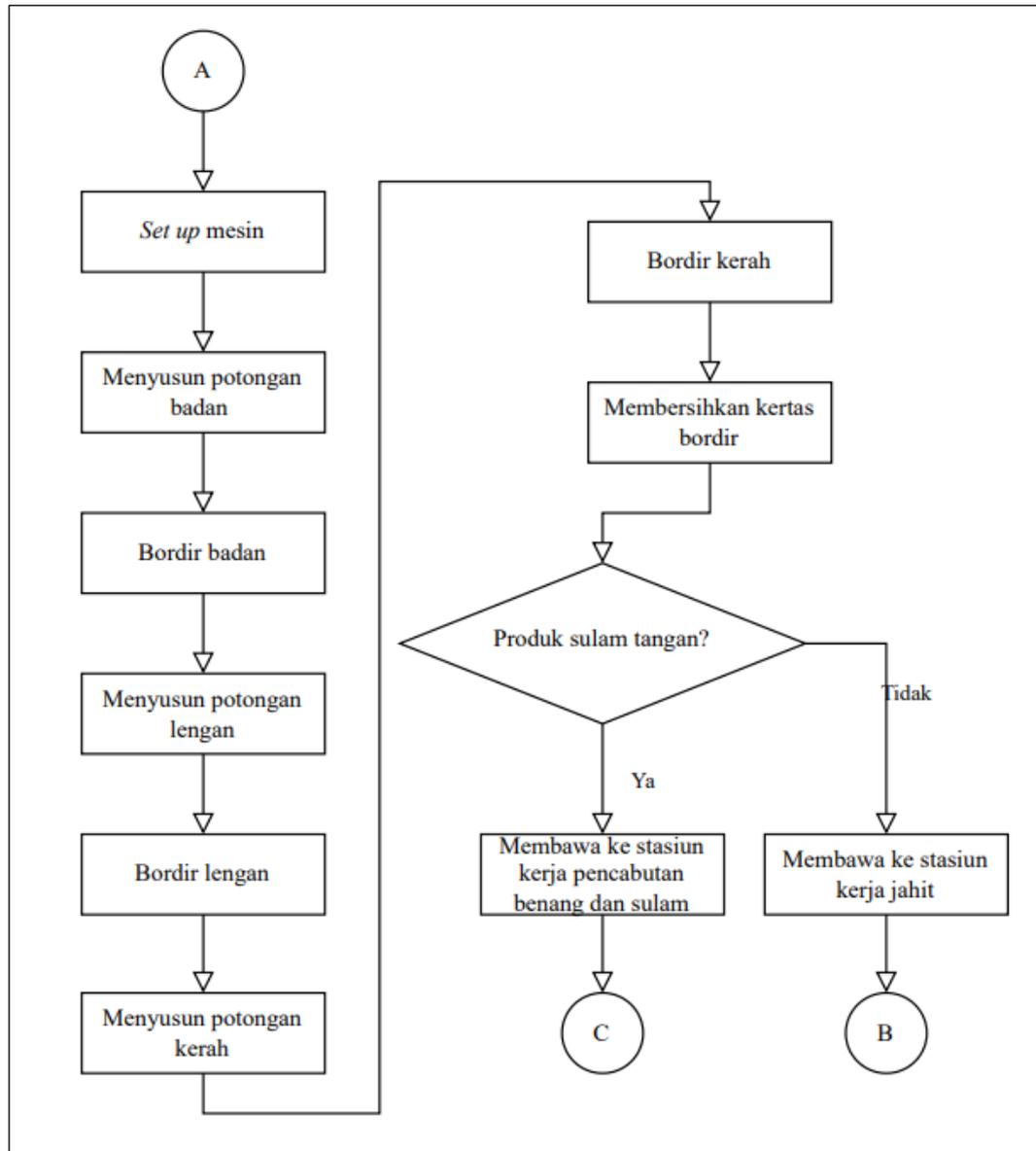
4.2.2 Bordir Komputer

Setelah proses pemotongan awal, selanjutnya dilakukan proses bordir pada stasiun bordir komputer. Desain bordir yang sudah disimpan dalam bentuk file di dalam komputer akan diaplikasikan pada kain. Pada mesin bordir, potongan kain bagian badan sebanyak 12 potong disusun di atas kertas bordir yang berfungsi untuk stabilisasi, setelah semua kain disusun kemudian dilakukan proses pembordiran. Satu *batch* proses bordir terdiri dari 12 produk. Setelah proses bordir bagian badan selesai, selanjutnya bagian lengan disusun pada bagian kosong di samping bagian badan pada mesin bordir dan dilanjutkan proses bordir untuk bagian lengan. Setelah bagian lengan selesai, dilanjutkan dengan menempatkan potongan kain bagian kerah pada *space* yang masih kosong di sebelah lengan, kemudian dilanjutkan proses bordir untuk bagian kerah. Setelah semua kerah selesai dibordir, selesai pula proses bordir untuk satu *batch* produksi. Selanjutnya, potongan kain yang sudah selesai dibordir, dibersihkan dari kertas bordir.

Kedua jenis produk melalui proses bordir komputer, tapi untuk produk sulam tangan hanya bagian badan dan lengan saja. Selain itu, produk sulam tangan gambar bordirnya lebih sedikit dari produk bordir, hal ini menyebabkan waktu penyelesaian proses bordir untuk kedua produk jauh berbeda. Selanjutnya, untuk produk sulam tangan dikirimkan ke stasiun pencabutan benang. Sedangkan, untuk produk baju koko bordir potongan kain dibawa ke stasiun kerja jahit. Foto proses bordir komputer dapat dilihat pada **Gambar 4.4** dan alur proses bordir komputer ditunjukkan pada **Gambar 4.5**.



Gambar 4.4 Bordir Komputer



Gambar 4.5 Alur Proses Bordir Komputer

4.2.3 Pencabutan Benang

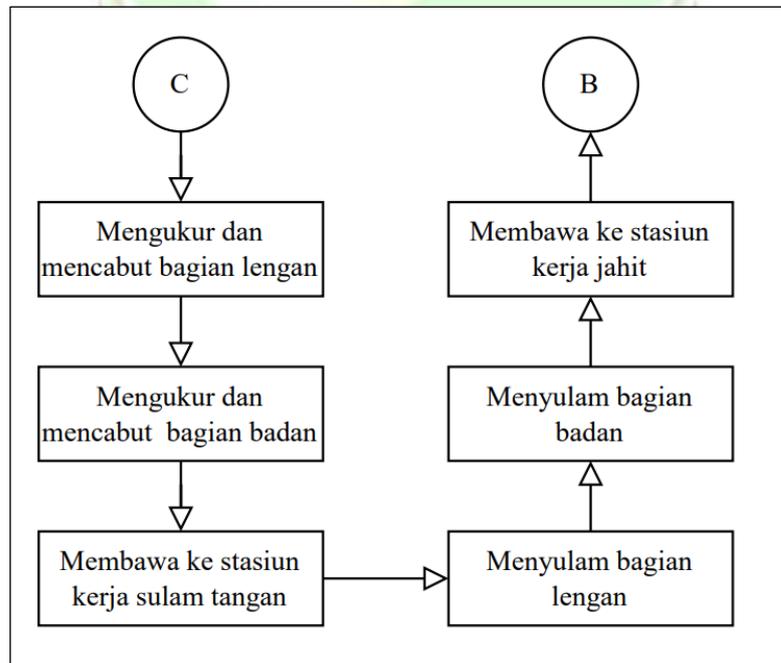
Produk baju koko sulam tangan setelah melewati proses bordir komputer, dilanjutkan dengan pencabutan benang. Proses ini dilakukan untuk menyiapkan kain agar siap disulam. Pencabutan benang dimulai dengan mengukur panjang bagian yang akan dicabut, setelah itu baru dilakukan pencabutan benang. Proses pencabutan benang ini dilakukan untuk bagian badan dan lengan. Foto proses pencabutan benang dapat dilihat pada **Gambar 4.6**.



Gambar 4.6 Pencabutan Benang

4.2.4 Sulam Tangan

Kain akan melalui proses sulam tangan setelah pencabutan benang yang merupakan salah satu bagian penting dari produk ini, setiap detail dikerjakan secara manual oleh pekerja. Proses ini juga dilakukan untuk bagian badan dan juga lengan baju koko. Alur proses pencabutan benang dan sulam tangan ditunjukkan pada **Gambar 4.7**.



Gambar 4.7 Alur Proses Pencabutan Benang dan Sulam Tangan

4.2.5 Pemotongan Akhir

Kain untuk produk baju koko sulam tangan akan masuk ke tahap pemotongan akhir setelah proses sulam selesai. Setiap bagian produk, baik bagian badan, lengan, dan kerah disesuaikan kembali dengan pola dan ukuran yang tepat sebelum dijahit menjadi baju koko. Selanjutnya, produk baju koko sulam tangan setengah jadi ini akan dilanjutkan ke proses jahit bagian badan.

4.2.6 Jahit Bagian Badan

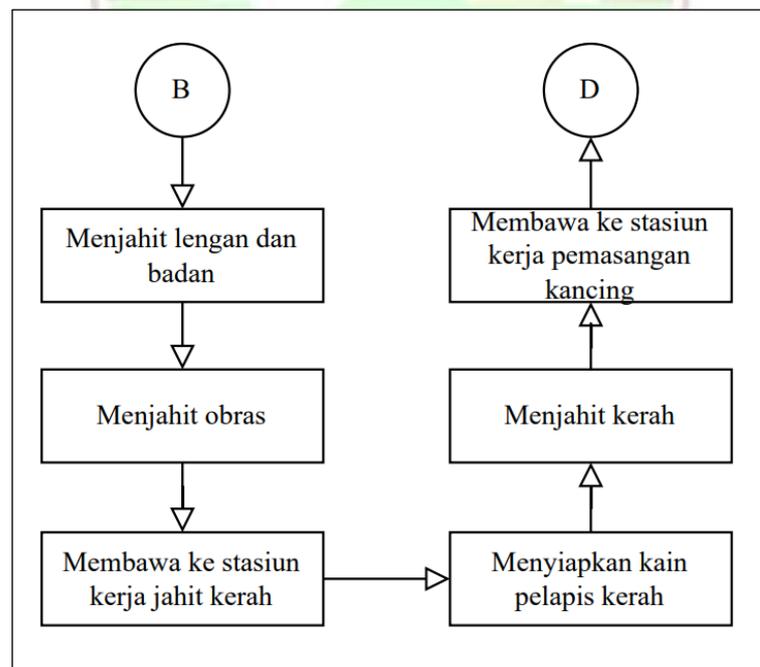
Potongan kain yang telah dikirim dari proses sebelumnya akan dilanjutkan dengan proses penjahitan. Proses ini dilalui oleh kedua jenis produk, baik produk baju koko sulam tangan maupun produk baju koko bordir. Jahit badan dilakukan terlebih dahulu untuk menyatukan bagian depan, belakang, dan lengan dari baju koko. Pada stasiun kerja jahit, potongan lengan dan badan dijahit diikuti dengan proses obras untuk memperkuat jahitan dan memberikan hasil akhir yang lebih rapi. UMKM baju koko ini memiliki tiga orang penjahit bagian badan yang berada di tiga lokasi berbeda. Masing-masing penjahit bagian badan ini dapat menyelesaikan proses dengan waktu yang berbeda, sehingga proporsi pembagian jumlah produk yang diselesaikan juga berbeda.

4.2.7 Jahit Bagian Kerah

Produk yang telah selesai dijahit bagian badan selanjutnya akan dijahit dengan bagian kerah. Sebelum itu, kain pelapis kerah yang digunakan agar kerah bisa tegak dengan sempurna dipotong menjadi bentuk kerah. Lalu, kain pelapis ini direkatkan ke kain kerah yang sudah dipotong di stasiun kerja pemotongan dengan cara disetrika. Setelah itu, kerah yang sudah disetrika ini dijahit dan disatukan dengan bagian badan baju koko. Foto proses jahit bagian badan dapat dilihat pada **Gambar 4.8**. Setelah penjahitan selesai, baju koko dibawa ke stasiun kerja pemasangan kancing. Alur proses jahit badan dan jahit kerah ditunjukkan pada **Gambar 4.9**.



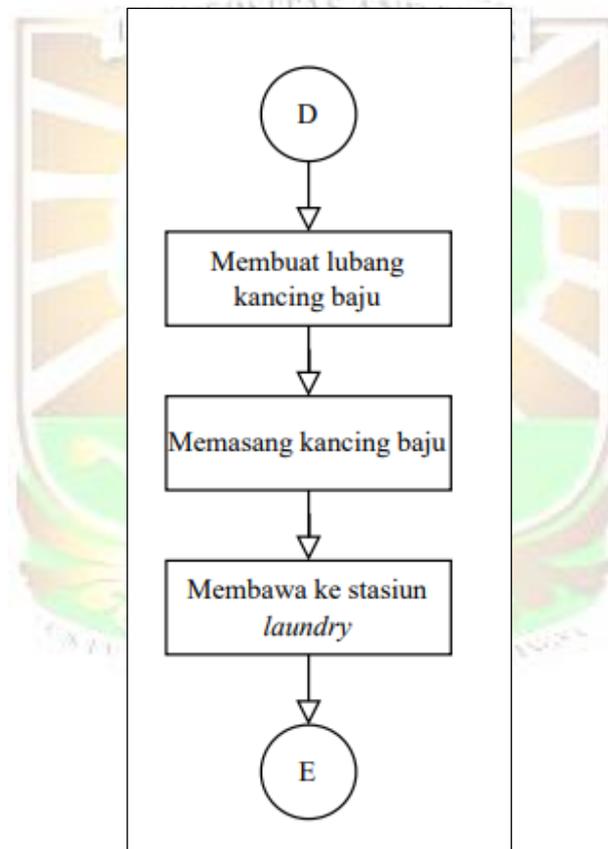
Gambar 4.8 Jahit Bagian Badan



Gambar 4.9 Alur Proses Jahit

4.2.8 Pemasangan Kancing

Kedua jenis baju koko masuk ke tahap pemasangan kancing setelah proses penjahitan selesai. Pemasangan kancing dilakukan di baju koko bagian depan. Bagian kiri dibuat lubang untuk memasang kancing sedangkan bagian kanan untuk letak kancing. Proses ini dimulai dengan mengukur dan menandai posisi bagian kain yang akan dipasang kancing. Setelah itu, produk yang telah selesai diproses dibawa ke stasiun *laundry*. Alur proses pemasangan kancing ditunjukkan pada **Gambar 4.10**.



Gambar 4.10 Alur Proses Pemasangan Kancing

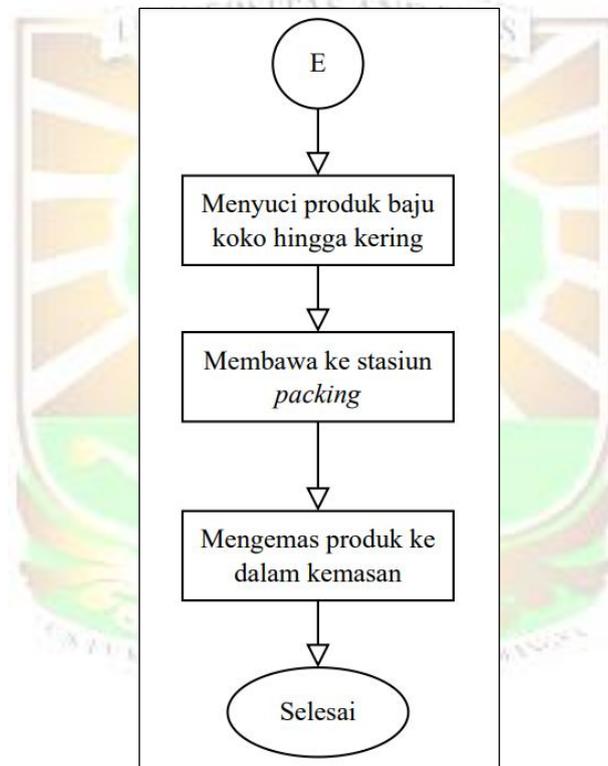
4.2.9 Laundry

Produk baju koko, baik baju koko sulam tangan maupun baju koko bordir akan melalui proses *laundry* untuk memastikan kebersihan produk sebelum dikemas. Satu kali proses ini dilakukan sebanyak 80 produk baju koko, hal ini

karena proses ini dilakukan dalam skala rumah tangga dimana tempat untuk menjemur kain hanya cukup untuk 80 produk dan diproses oleh satu orang pekerja.

4.2.10 *Packing*

Tahap terakhir setelah *laundry* adalah *packing*, di mana baju koko yang sudah bersih dan siap akan dikemas ke dalam plastik. Setelah itu, produk jadi baju koko sebagian akan langsung dikirim ke took dan Sebagian disimpan di rumah pemilik. Alur proses *laundry* dan *packing* ditunjukkan pada **Gambar 4.11**.



Gambar 4.11 Alur Proses *Laundry* dan *Packing*

4.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan dua cara, yaitu pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder. Data primer diperoleh dari observasi dan melalui wawancara langsung dengan pemilik UMKM baju koko.

Data sekunder merupakan data historis yang sudah dimiliki UMKM, data sekunder ini diperoleh dengan meminta langsung kepada pihak UMKM. Berikut data yang digunakan dalam penelitian ini.

4.3.1 Data Waktu Proses Produksi

Proses produksi yang dilakukan untuk kedua jenis produk membutuhkan waktu yang berbeda-beda. Data waktu produksi diperoleh dengan melakukan pengamatan langsung ke setiap stasiun kerja. Data ini digunakan sebagai input model simulasi sistem produksi baju koko. **Tabel 4.2** memperlihatkan data waktu proses pemotongan awal sulam tangan, sedangkan waktu proses lainnya dapat dilihat pada **Lampiran A**.

Tabel 4.2 Data Waktu Proses Pemotongan Kain Produk Sulam Tangan (Menit)

No	Total Waktu Proses	No	Total Waktu Proses
1	2,5	21	3,1
2	2,8	22	2,9
3	2,7	23	2,7
4	2,4	24	3,3
5	2,7	25	3,2
6	2,9	26	3
7	3	27	3,4
8	3,2	28	3
9	2,7	29	2,9
10	2,4	30	3,3
11	3	31	2,8
12	2,8	32	2,7
13	2,7	33	3
14	2,9	34	2,7
15	3,2	35	2,5
16	3	36	2,8
17	3,3	37	2,6
18	2,8	38	2,7
19	2,9	39	2,8
20	3	40	2,4

4.3.2 *Resources* (Sumber Daya)

Resources (sumber daya) yang digunakan berbeda untuk setiap stasiun kerja. **Tabel 4.3** menunjukkan data setiap sumber daya yang digunakan sistem produksi baju koko. Pemotongan kain dilakukan untuk kedua jenis produk oleh satu orang pekerja menggunakan mesin potong yang berbeda untuk masing-masing produk. Pemotongan kain dijadwalkan setiap dua minggu sekali untuk setiap jenis produk. Minggu pertama dilakukan proses pemotongan kain produk sulam tangan dan minggu kedua proses pemotongan kain produk bordir, dilanjutkan lagi pemotongan kain produk sulam tangan pada minggu ketiga, begitu seterusnya.

Proses bordir komputer dilakukan untuk kedua jenis produk menggunakan satu unit mesin bordir. Sistem produksi saat ini menjadwalkan satu mesin bordir komputer bekerja pada minggu kedua dan minggu keempat selama enam hari dalam satu minggu dengan jam kerja selama 12 jam dalam satu hari. Selanjutnya, *resources* satu orang pekerja membersihkan kertas, tiga orang pekerja pencabutan benang, 12 orang penyulam tangan, satu mesin pemotongan akhir, penjahit badan 1, penjahit badan 2, penjahit badan 3, penjahit bagian kerah, pemasang kancing, *laundry*, dan *packer* bekerja pada jam kerja selama 8 jam dalam satu hari, enam hari dalam satu minggu.

Tabel 4.3 *Resources* dalam Proses Produksi Baju Koko

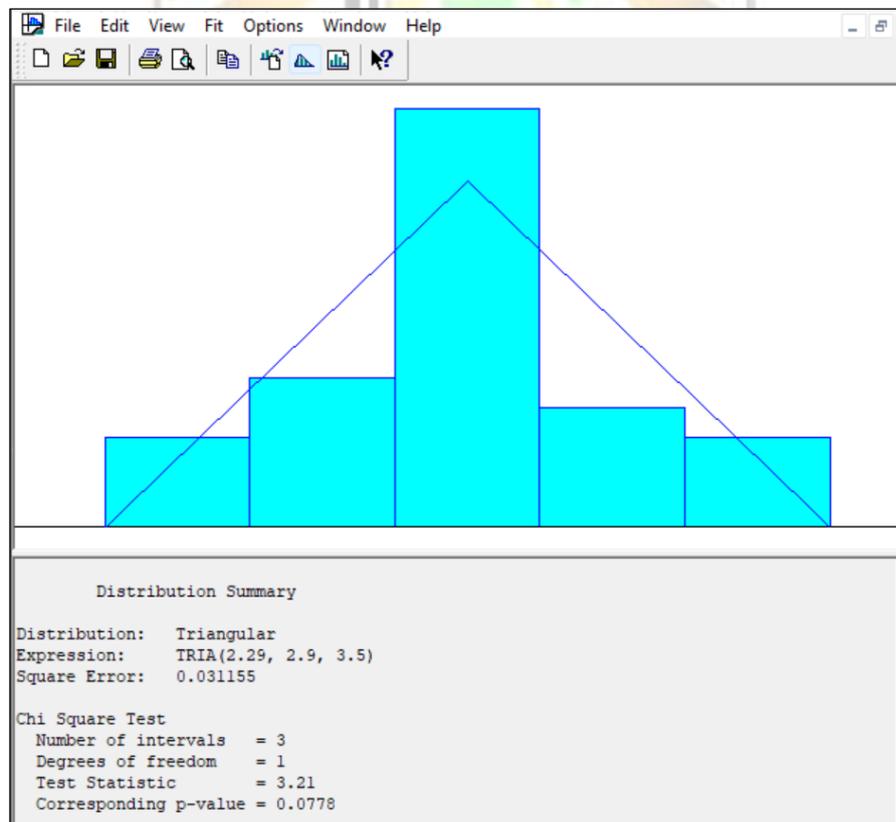
No	<i>Resources</i>	Jam Kerja (Jam)	Jumlah	<i>Schedule</i>
1	Mesin Pemotong Kain Produk Sulam Tangan	8	1 Unit	Selama dua hari dalam dua minggu (minggu pertama dan ketiga)
2	Mesin Pemotong Kain Produk Bordir	8	1 Unit	Selama dua hari dalam dua minggu (minggu kedua dan keempat)
3	Mesin Bordir Komputer	12	1 Unit	Selama enam hari (minggu kedua dan keempat)
4	Pekerja Membersihkan Kertas	8	1 Orang	6 hari dalam 1 minggu
5	Pencabut Benang	8	3 Orang	
6	Penyulam	8	12 Orang	
7	Mesin Pemotongan Akhir	8	1 Orang	
8	Penjahit Badan Bagian 1	8	1 Orang	
9	Penjahit Badan Bagian 2	8	1 Orang	
10	Penjahit Badan Bagian 3	8	1 Orang	
11	Penjahit Bagian Kerah	8	1 Orang	
12	Penjahit Kancing	8	1 Orang	
13	<i>Laundry</i>	8	1 Orang	
14	<i>Packer</i>	8	1 Orang	

4.4 Perancangan Model Simulasi

Perancangan model simulasi sistem produksi dibuat menggunakan *software Arena Simulation*. Model yang dirancang disesuaikan dengan sistem aktual proses produksi baju koko.

4.4.1 Distribusi Waktu Proses

Data waktu proses yang telah dikumpulkan pada subbab 4.3.1 kemudian digunakan dalam *input* model simulasi. Data tersebut diolah menggunakan fitur *input analyzer* pada *software* Arena untuk menentukan distribusi yang dapat mewakili karakteristik data tersebut. Proses penentuan nilai distribusi adalah dengan membuat histogram data dan melakukan pencocokan data pengamatan dengan distribusi teoritis. Tingkat valid distribusi data ditentukan oleh nilai *corresponding p-value*. Jika nilai *corresponding p-value* $> 0,05$ pada Uji *Chi Square* maka distribusi data valid. **Gambar 4.12** merupakan contoh distribusi data dari proses pemotongan awal produk sulam tangan. Berdasarkan **Gambar 4.12** dapat dilihat bahwa jenis distribusi yang sesuai untuk proses pemotongan awal produk sulam tangan yaitu TRIA (2,29; 2,9; 3,5) dengan nilai *square error* sebesar 0,031155 dan nilai *p-value* sebesar 0,0778. Jenis distribusi dan nilai *p-value* proses pemotongan awal sulam tangan untuk beberapa alternatif distribusi dapat dilihat pada **Tabel 4.4**.



Gambar 4.12 Distribusi Waktu Proses Pemotongan Awal Sulam Tangan

Tabel 4.4 Jenis Distribusi Proses Pemotongan Awal Sulam Tangan

No	Distribusi	P-Value
1	$2,29 + 1,21 * \text{BETA}(2,46; 2,36)$	< 0,005
2	$2,29 + \text{ERLA}(0,155; 4)$	< 0,005
3	$2,29 + \text{EXPO}(0,62)$	< 0,005
4	$2,29 + \text{GAMM}(0,144; 4,3)$	< 0,005
5	$2,29 + \text{LOGN}(0,644; 0,392)$	< 0,005
6	$\text{NORM}(2,91; 0,251)$	< 0,005
7	$\text{TRIA}(2,29; 2,9; 3,5)$	0,0778
8	$\text{UNIF}(2,29; 3,5)$	< 0,005
9	$2,29 + \text{WEIB}(0,695; 2,67)$	< 0,005

Tabel 4.5 Distribusi Data Waktu Proses Produksi Baju Koko

Stasiun Kerja	Distribusi	Chi-Square
Pemotongan awal bordir	$\text{NORM}(719; 10,4)$	0,372
Bordir komputer produk sulam tangan	$\text{TRIA}(89,5; 98; 101)$	> 0,75
Pembersihan kertas sulam tangan	$11,5 + 4 * \text{BETA}(1,23; 0,981)$	0,71
Pencabutan benang	$35 + 6 * \text{BETA}(0,76; 1,29)$	0,358
Sulam tangan	$\text{TRIA}(144; 150; 153)$	0,244
Pemotongan akhir sulam tangan	$\text{TRIA}(81,5; 87,4; 92,5)$	0,261
Pemotongan produk bordir	$\text{NORM}(719; 10,4)$	0,372
Bordir komputer produk bordir	$159 + 6 * \text{BETA}(2,73; 1,69)$	> 0,75
Pembersihan kertas bordir	$39,5 + \text{ERLA}(1,13; 4)$	0,217
Jahit badan 1	$25 + 9 * \text{BETA}(1,7; 1,08)$	0,57
Jahit badan 2	$37 + 9 * \text{BETA}(1,64; 1,14)$	> 0,75
Jahit badan 3	$\text{NORM}(34,3; 0,992)$	0,231
Jahit kerah	$6,18 + \text{GAMM}(0,145; 5,09)$	0,431
Pemasangan kancing	$\text{TRIA}(3; 3,42; 4)$	0,044
Laundry	$\text{TRIA}(240, 265, 276)$	0,695
Packing	$\text{TRIA}(7,63; 7,84; 8,48)$	0,593

Dari **Tabel 4.4** dapat dilihat bahwa diantara beberapa alternatif distribusi yang memungkinkan untuk menggambarkan waktu proses pemotongan awal sulam

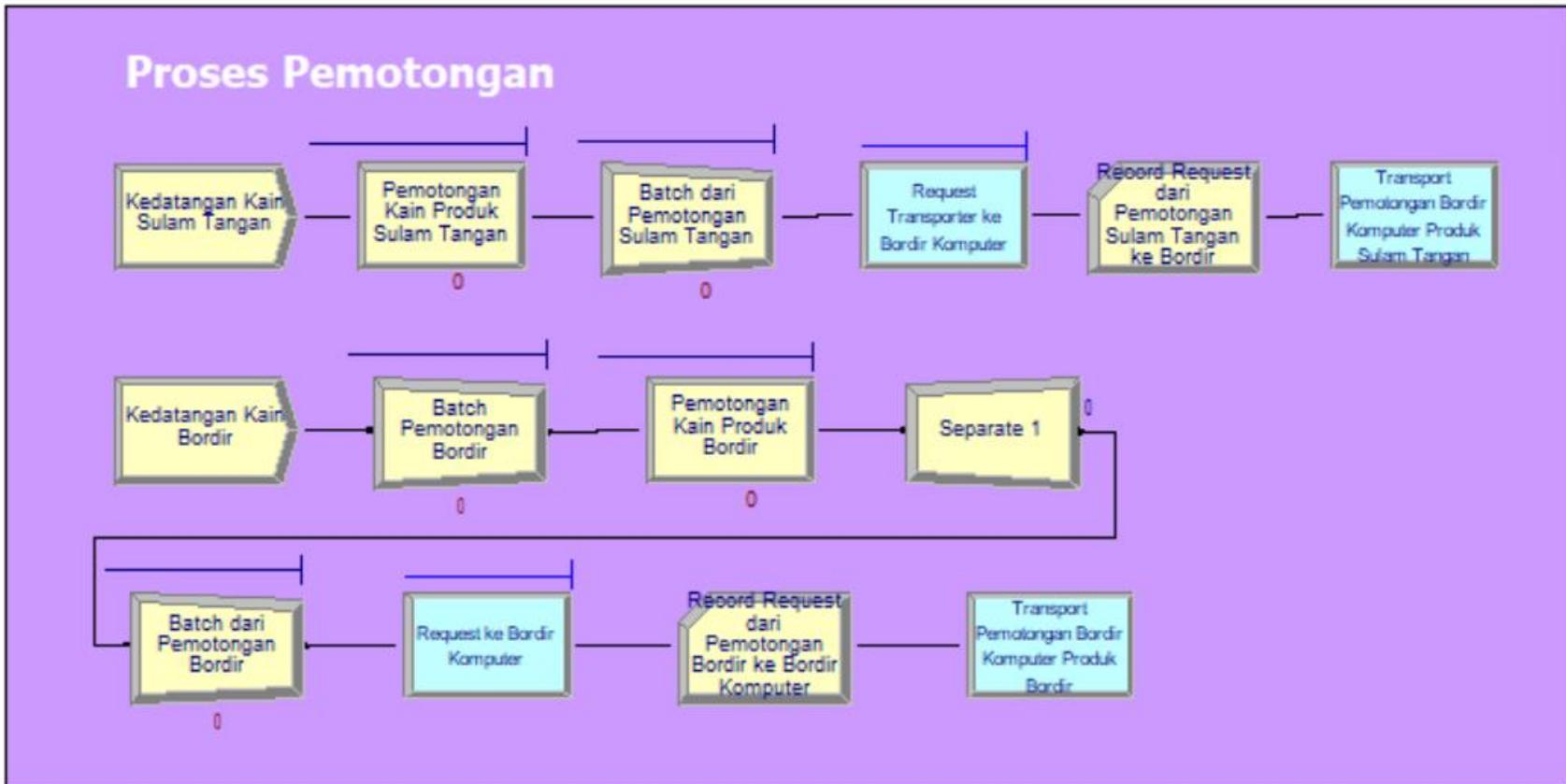
tangan, distribusi triangular yang paling sesuai. Rekapitulasi distribusi data waktu setiap proses pada produksi baju koko dapat dilihat pada **Tabel 4.5**. Dengan cara penentuan distribusi yang sama, data waktu proses lainnya dapat dilihat pada **Lampiran B**.

4.4.2 Rancangan Model

Rancangan model simulasi dimulai dengan kedatangan kain ke stasiun pemotongan kain. Dua modul *create* untuk masing-masing entitas, baju koko sulam tangan dan baju koko bordir. Kedatangan kain ke stasiun pemotongan ini konstan untuk 288 pcs produk baju koko bordir dan 288 pcs baju koko sulam tangan. Kedatangan kain untuk 288 pcs baju koko ini konstan 14 hari sekali karena proses pemotongan dilakukan dalam 14 hari sekali.

1. Proses Pemotongan Kain

Proses pemotongan kain produk sulam tangan dilakukan dengan memotong helai per helai kain hingga selesai satu *batch* untuk selanjutnya dikirim ke stasiun bordir komputer. Modul *request* digunakan untuk meminta *transporter* yang akan digunakan untuk membawa entitas produk sulam tangan. Selanjutnya, digunakan modul *record* untuk menghitung berapa kali transporter digunakan untuk membawa produk setengah jadi ini ke proses bordir komputer. Sedangkan untuk produk bordir, pemotongan kain dilakukan satu kali proses untuk satu *batch* sehingga digunakan modul *batch* sebelum proses pemotongan kain. Setelah proses pemotongan selesai, selanjutnya entitas dipisahkan lagi menjadi seperti semula. Terdapat modul *batch* lagi setelah *separate* untuk menentukan besarnya ukuran *batch* yang akan dibawa ke stasiun bordir komputer. Rancangan model simulasi proses pemotongan kain ditunjukkan oleh **Gambar 4.13**.



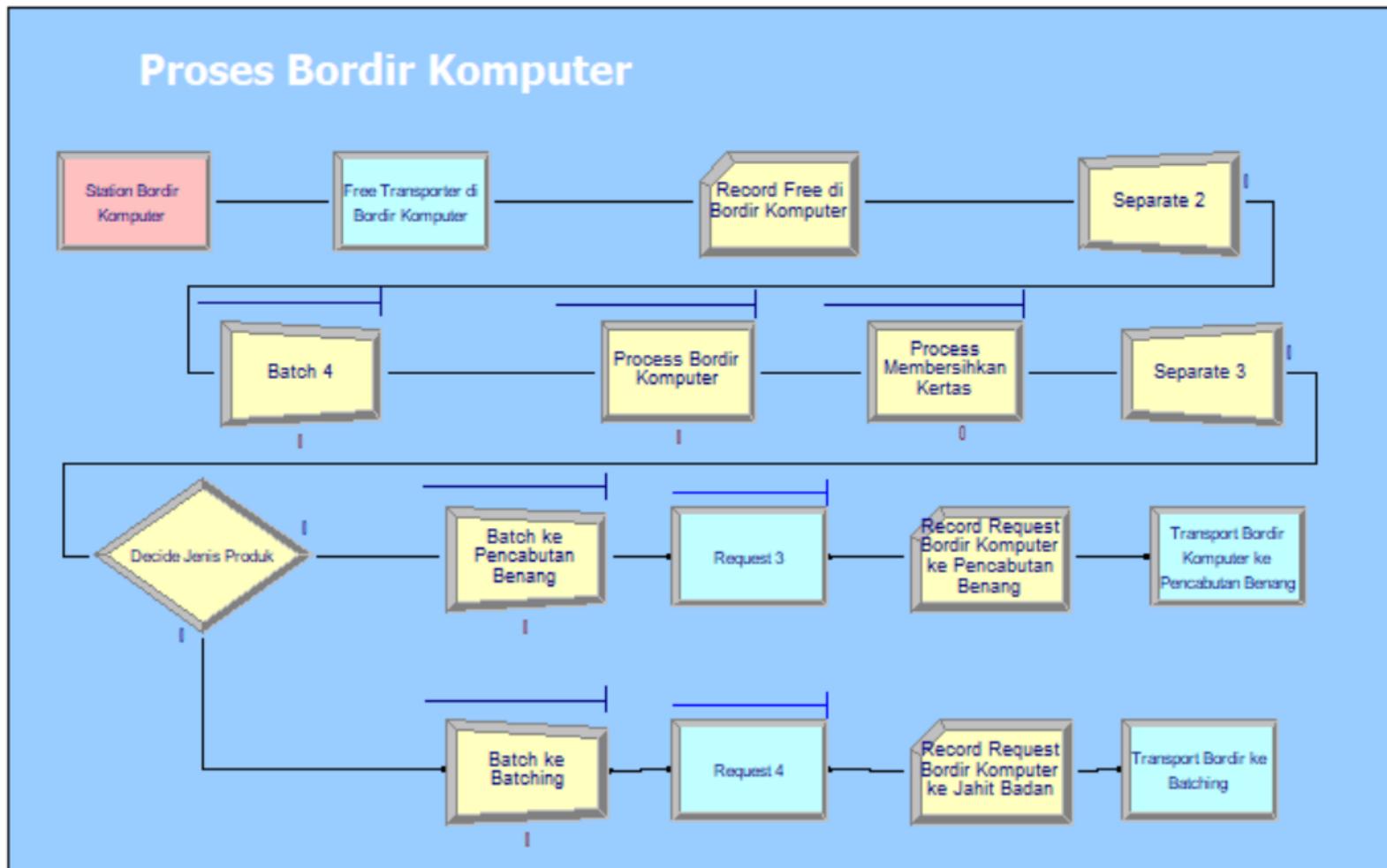
Gambar 4.13 Rancangan Model Proses Pemotongan Kain

2. Rancangan Model Proses Bordir Komputer

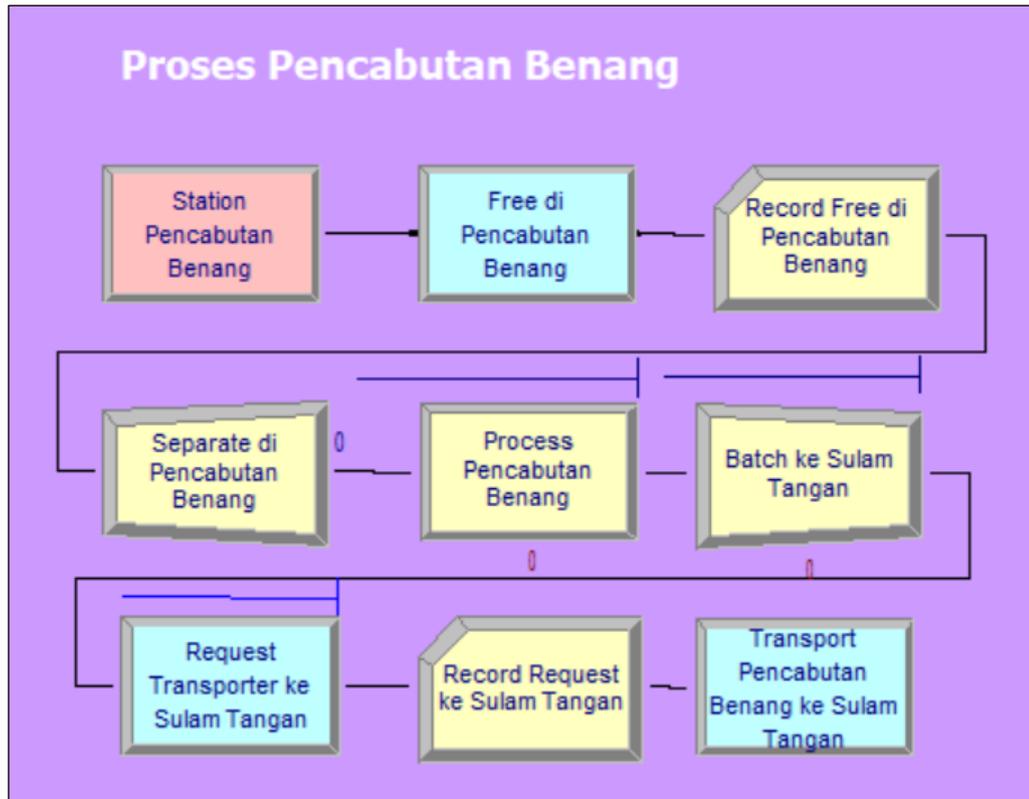
Setelah entitas sampai di stasiun bordir komputer, modul *free* digunakan untuk melepaskan *transporter* yang telah digunakan dan dihitung jumlahnya menggunakan modul *record*. Entitas yang sebelumnya dikirim dalam bentuk *batch* sebanyak 288 pcs kembali dipisahkan untuk selanjutnya dikumpulkan lagi menjadi 12 pcs dalam satu *batch*, hal ini karena proses bordir langsung menyelesaikan 12 pcs produk dalam satu kali proses. Sebelum proses bordir dilakukan, digunakan modul *decide* untuk menentukan jenis produk karena waktu proses untuk masing-masing produk berbeda. Proses ini dilanjutkan dengan pembersihan kertas bordir dan kemudian dipisahkan lagi untuk kemudian ditentukan lagi jalurnya berdasarkan jenis. Produk baju koko sulam tangan dikirim ke proses pencabutan benang sedangkan produk baju koko bordir dikirim ke stasiun *batching* menggunakan *transporter*. Rancangan model simulasi proses bordir komputer ditunjukkan oleh **Gambar 4.14**.

3. Rancangan Model Proses Pencabutan Benang

Saat entitas sampai di stasiun kerja pencabutan benang, *transporter* dilepaskan dan dilakukan *record* untuk menghitung berapa kali digunakan. *Separate* digunakan untuk memisahkan entitas yang sebelumnya dikumpulkan menjadi *batch*. Proses pencabutan benang ini hanya untuk produk sulam tangan. Setelah proses pencabutan benang selesai, produk setengah jadi ini dikumpulkan lagi menjadi bentuk *batch* untuk kemudian dikirim ke stasiun kerja sulam tangan. Rancangan model simulasi proses pencabutan benang ditunjukkan oleh **Gambar 4.15**.



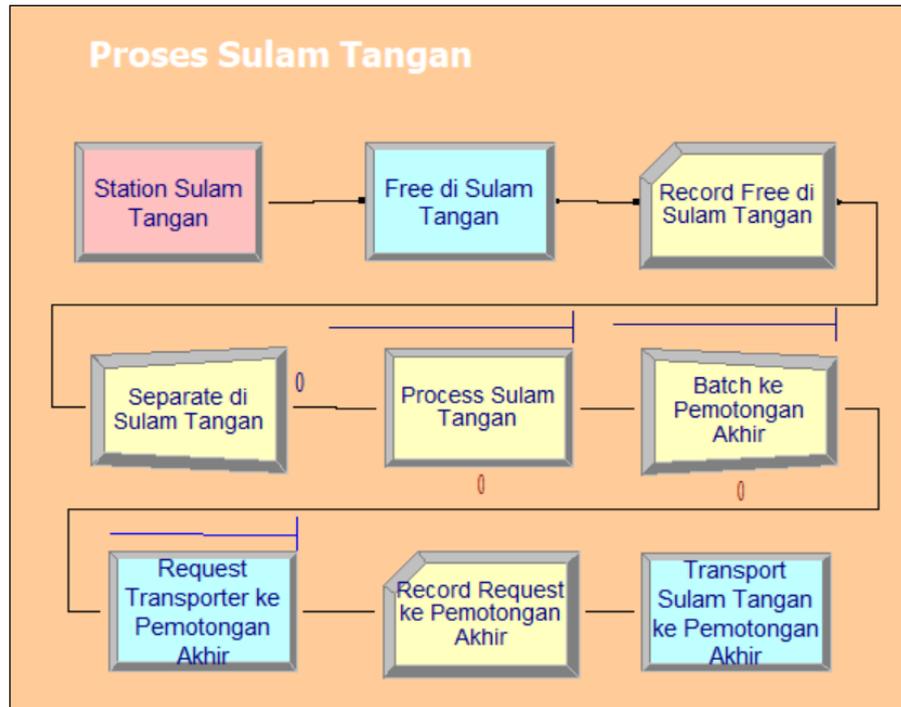
Gambar 4.14 Rancangan Model Proses Bordir Komputer



Gambar 4.15 Rancangan Model Proses Pencabutan Benang

4. Rancangan Model Proses Sulam Tangan

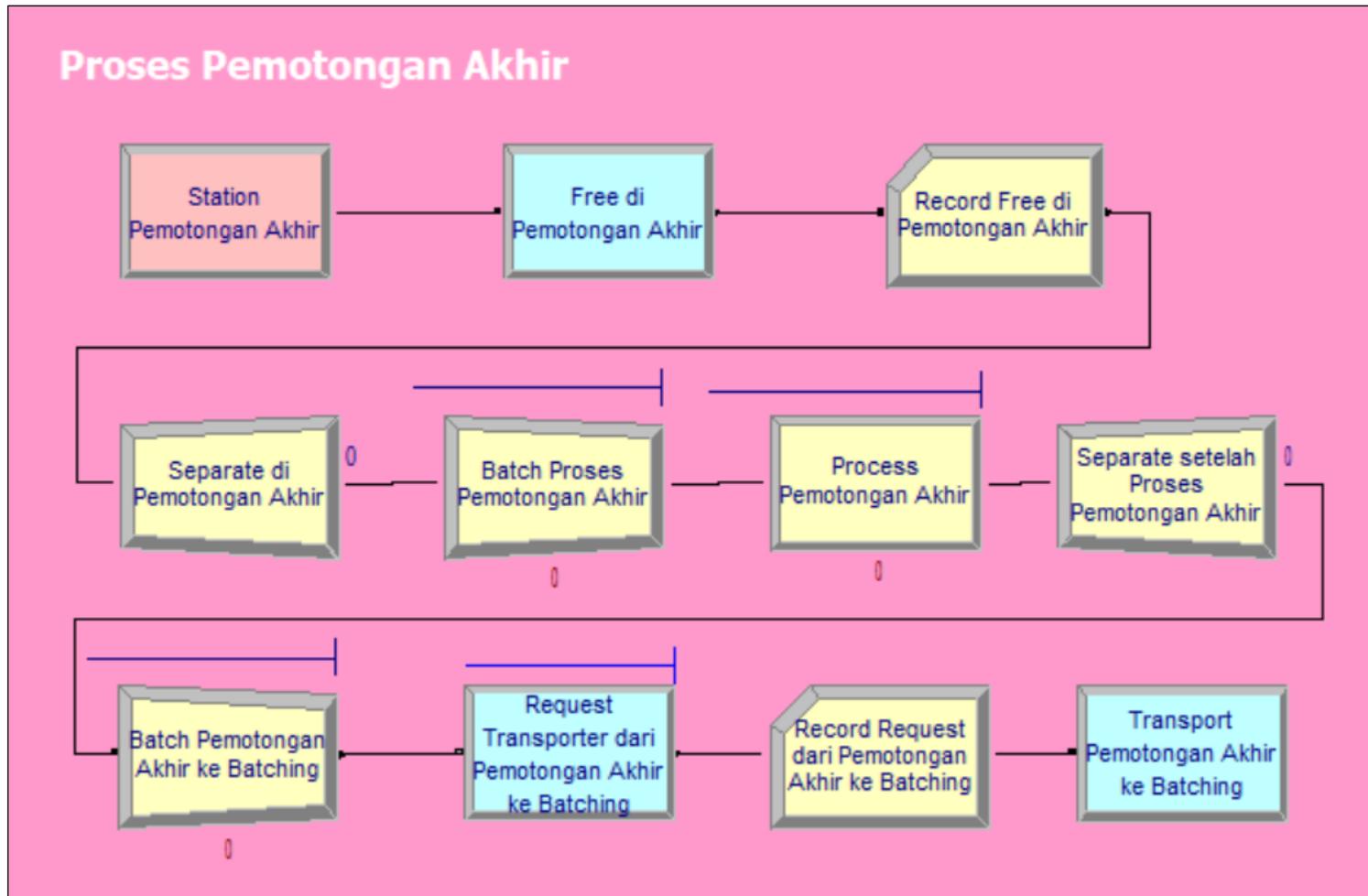
Entitas sampai di stasiun kerja sulam tangan, *transporter* dilepaskan dan dilakukan *record* untuk menghitung berapa kali digunakan. *Separate* digunakan untuk memisahkan entitas yang sebelumnya dikumpulkan menjadi *batch*. Proses sulam tangan ini juga hanya dilakukan untuk produk sulam tangan. Setelah proses sulam tangan selesai, produk setengah jadi ini dikumpulkan lagi menjadi bentuk *batch* untuk kemudian dikirim ke stasiun kerja pemotongan akhir sulam tangan. Rancangan model simulasi proses sulam tangan ditunjukkan oleh **Gambar 4.16**.



Gambar 4.16 Rancangan Model Proses Sulam Tangan

5. Rancangan Model Proses Pemotongan Akhir

Entitas sampai di stasiun kerja pemotongan akhir produk sulam tangan, *transporter* dilepaskan dan dilakukan *record* untuk menghitung berapa kali digunakan. *Separate* digunakan untuk memisahkan entitas yang sebelumnya dikumpulkan menjadi *batch*. Proses pemotongan akhir ini juga hanya dilakukan untuk produk sulam tangan. Pemotongan akhir ini dilakukan sebanyak 30 pcs dalam satu kali proses, sehingga dibutuhkan lagi modul *batch* untuk mengelompokkan entitas sebelum diproses. Setelah proses pemotongan akhir selesai, produk setengah jadi ini dikumpulkan lagi menjadi bentuk *batch* untuk kemudian dikirim ke stasiun *batching*. Rancangan model simulasi proses pemotongan akhir ditunjukkan oleh **Gambar 4.17**.

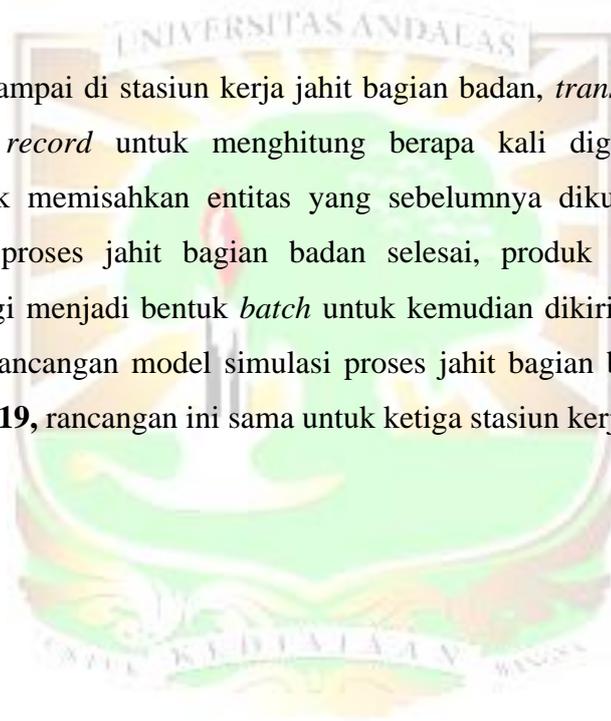


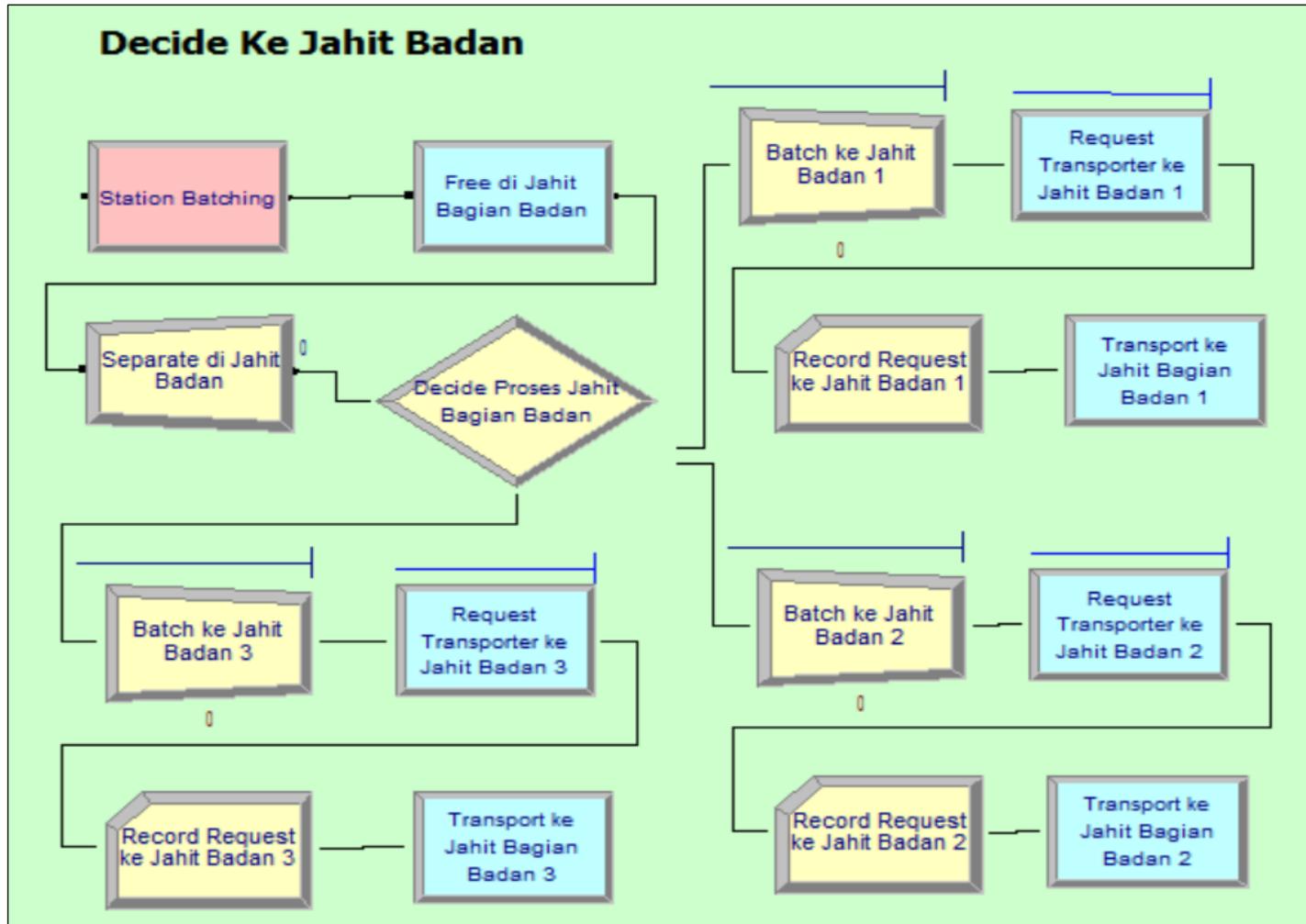
Gambar 4.17 Rancangan Model Proses Pemotongan Akhir

6. Rancangan Model Proses Jahit Badan

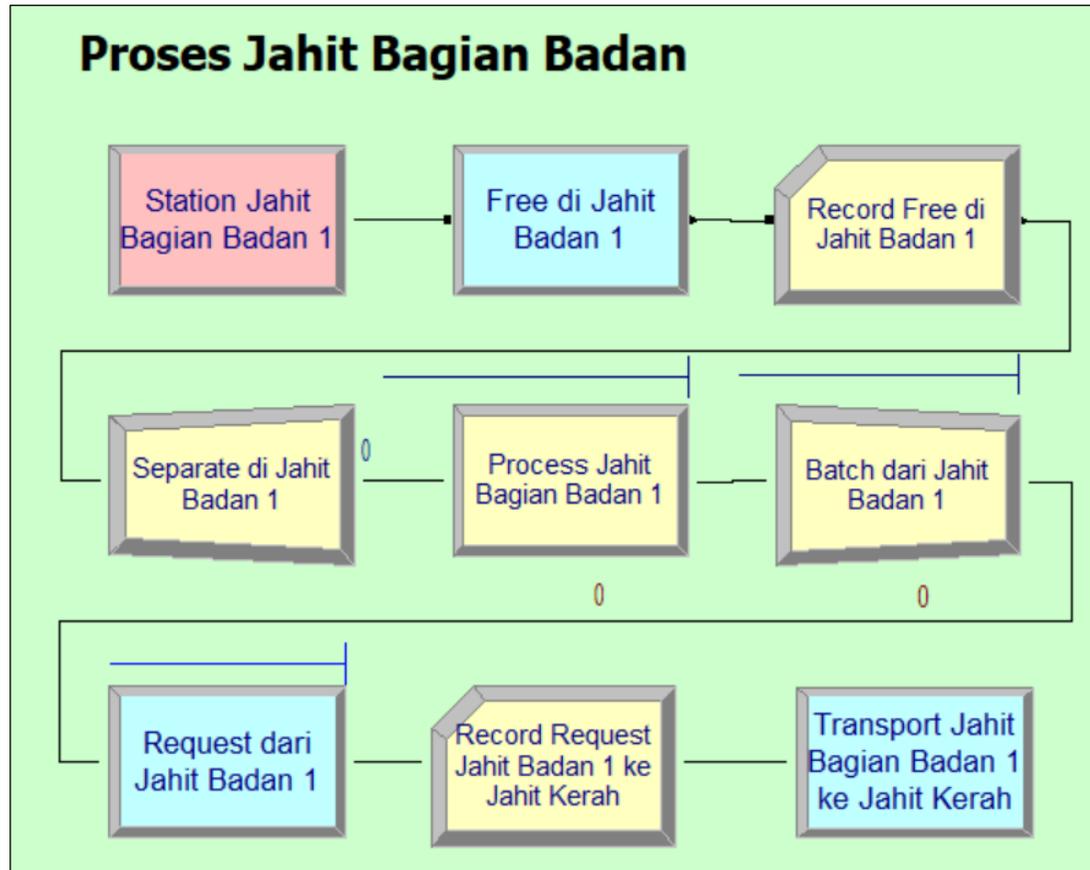
Proses jahit bagian badan memiliki tiga stasiun kerja serta masing-masing satu mesin dan satu pekerja. Pembagian jumlah produk yang akan dikirim ke masing-masing stasiun kerja ditentukan berdasarkan persentase yaitu 50, 20 dan 30 untuk stasiun kerja jahit bagian badan 1, 2, dan 3 secara berurutan. Lalu, digunakan modul *batch* untuk mengumpulkan banyak entitas sesuai yang diinginkan untuk selanjutnya dikirim ke stasiun kerjanya masing-masing. Rancangan model simulasi untuk menentukan keputusan ke jahit bagian badan ditunjukkan oleh **Gambar 4.18**.

Entitas sampai di stasiun kerja jahit bagian badan, *transporter* dilepaskan dan dilakukan *record* untuk menghitung berapa kali digunakan. *Separate* digunakan untuk memisahkan entitas yang sebelumnya dikumpulkan menjadi *batch*. Setelah proses jahit bagian badan selesai, produk setengah jadi ini dikumpulkan lagi menjadi bentuk *batch* untuk kemudian dikirim ke stasiun jahit bagian kerah. Rancangan model simulasi proses jahit bagian badan ditunjukkan oleh **Gambar 4.19**, rancangan ini sama untuk ketiga stasiun kerja jahit.





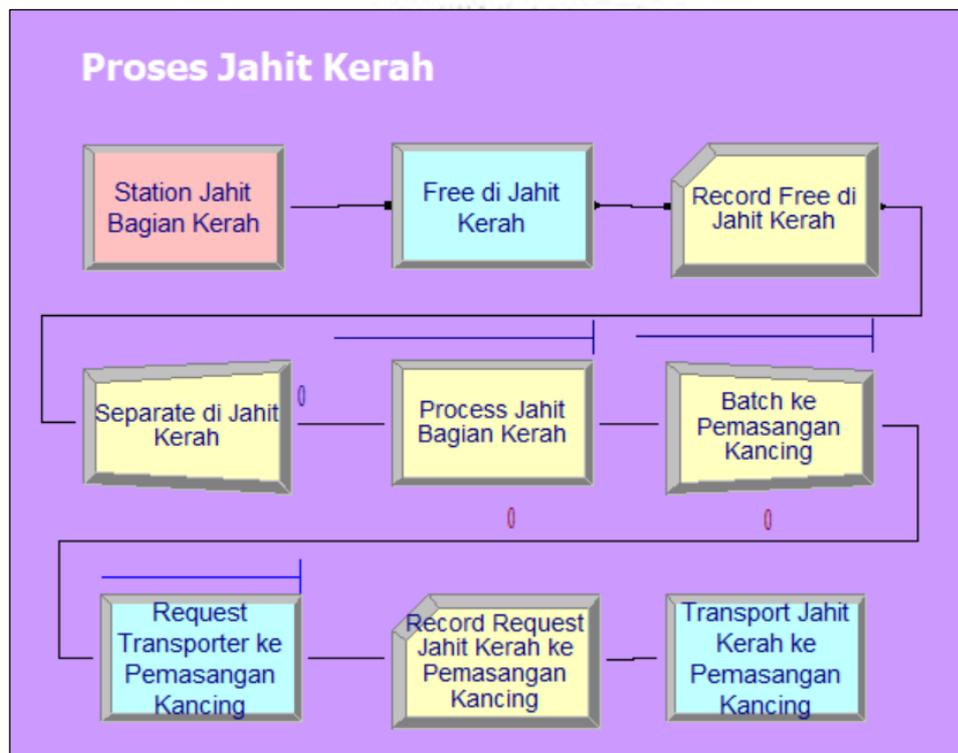
Gambar 4.18 Rancangan Model *Decide* ke Jahit Bagian Badan



Gambar 4.19 Rancangan Model Proses Jahit Bagian Badan

7. Rancangan Model Proses Jahit Kerah

Entitas sampai di stasiun kerja jahit bagian kerah, *transporter* dilepaskan dan dilakukan *record* untuk menghitung berapa kali digunakan. *Separate* digunakan untuk memisahkan entitas yang sebelumnya dikumpulkan menjadi *batch*. Setelah proses jahit bagian badan selesai, produk setengah jadi ini dikumpulkan lagi menjadi bentuk *batch* untuk kemudian dikirim ke stasiun pemasangan kancing. Rancangan model simulasi proses jahit bagian kerah ditunjukkan oleh **Gambar 4.20** berikut.



Gambar 4.20 Rancangan Model Proses Jahit Bagian Kerah

8. Rancangan Model Proses Pemasangan Kancing

Entitas sampai di stasiun kerja pemasangan kancing, *transporter* dilepaskan dan dilakukan *record* untuk menghitung berapa kali digunakan. *Separate* digunakan untuk memisahkan entitas yang sebelumnya dikumpulkan menjadi *batch*. Setelah proses pemasangan kancing selesai, produk setengah jadi ini dikumpulkan lagi menjadi bentuk *batch* untuk kemudian dikirim ke stasiun *laundry*.

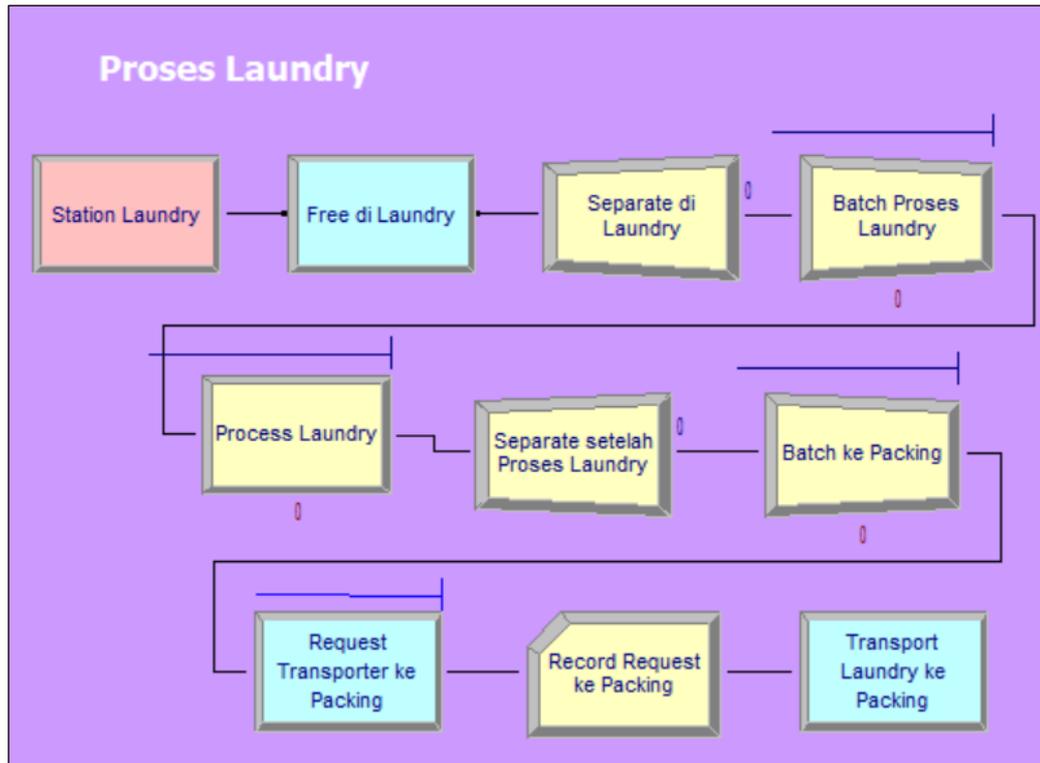
Rancangan model simulasi proses pemasangan kancing ini ditunjukkan oleh **Gambar 4.21** berikut.



Gambar 4.21 Rancangan Model Proses Pemasangan Kancing

9. Rancangan Model Proses *Laundry*

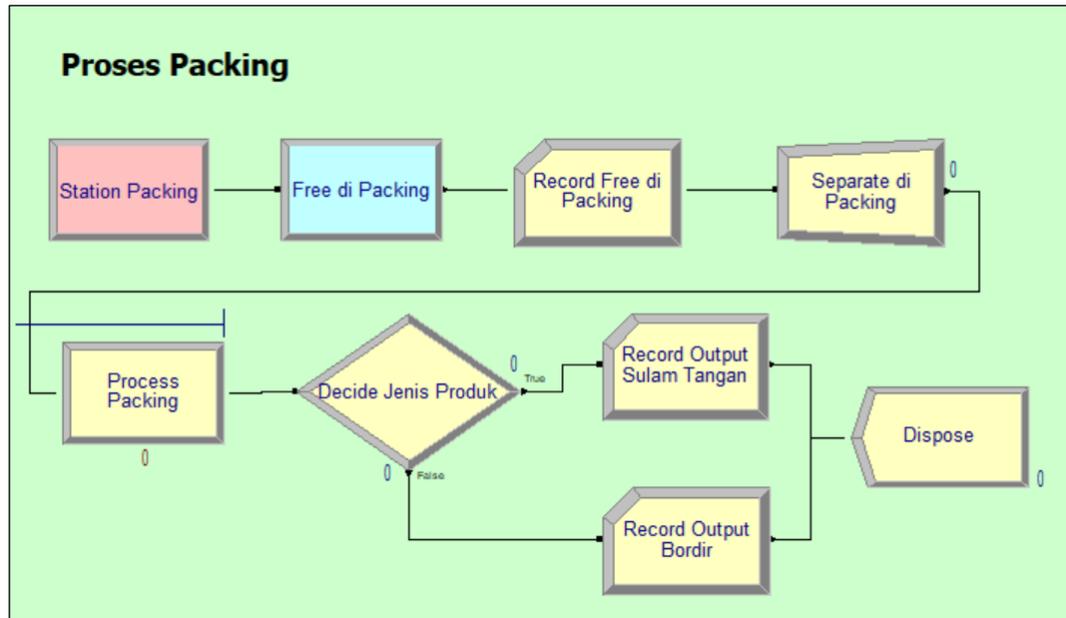
Entitas sampai di stasiun kerja *laundry*, *transporter* dilepaskan dan dilakukan *record* untuk menghitung berapa kali digunakan. *Separate* digunakan untuk memisahkan entitas yang sebelumnya dikumpulkan menjadi *batch*. Proses *laundry* dilakukan sebanyak 80 pcs produk dalam satu kali proses sehingga sebelum modul proses digunakan lagi modul *batch* untuk menentukan banyak produk yang akan diproses. Setelah proses *laundry* selesai, produk setengah jadi ini dipisahkan menjadi satu dan kemudian dikumpulkan lagi menjadi ukuran *batch* yang diinginkan untuk dikirim ke stasiun *packing*. Rancangan model simulasi proses *laundry* ditunjukkan oleh **Gambar 4.22** berikut.



Gambar 4.22 Rancangan Model Proses *Laundry*

10. Rancangan Model Proses *Packing*

Entitas sampai di stasiun kerja *packing*, *transporter* dilepaskan dan dilakukan *record* untuk menghitung berapa kali digunakan. *Separate* digunakan untuk memisahkan entitas yang sebelumnya dikumpulkan menjadi *batch*. Setelah proses *packing* selesai, digunakan modul *decide* untuk menentukan jenis produk yang kemudian dihitung jumlah produksi masing-masing produk. Rancangan model simulasi proses jahit bagian kerah ditunjukkan oleh **Gambar 4.23** berikut.



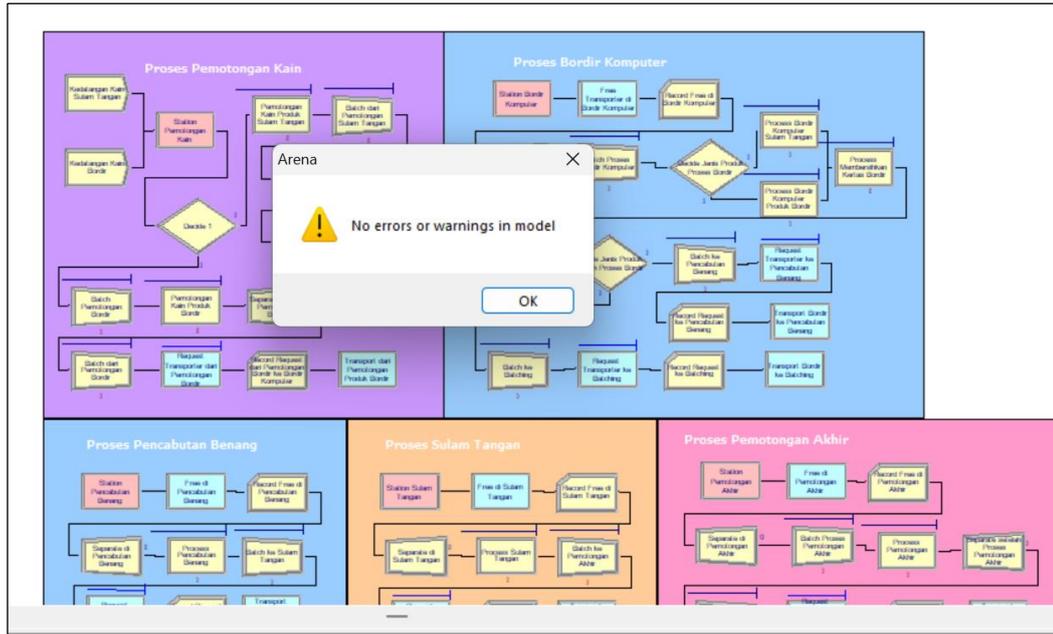
Gambar 4.23 Rancangan Model Proses *Packing*

4.5 Verifikasi dan Validasi Model

Proses verifikasi dan validasi model simulasi sistem produksi baju koko dijabarkan sebagai berikut.

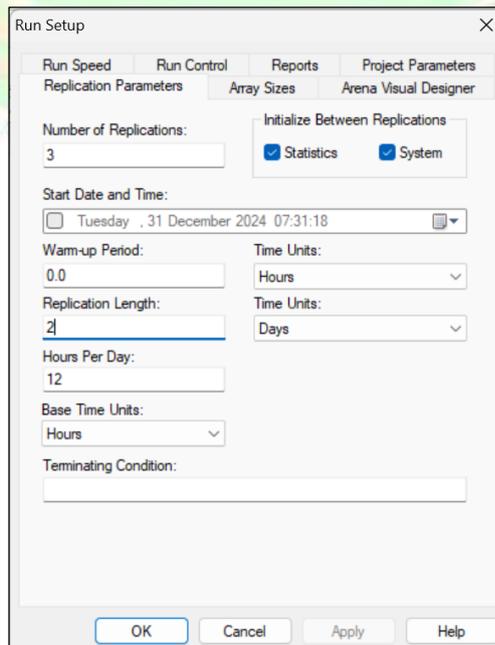
4.5.1 Verifikasi Model Simulasi

Verifikasi merupakan salah satu langkah yang harus dilakukan pada saat merancang sebuah model. Proses verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa model yang dirancang telah benar. Verifikasi dilakukan dengan menguji *syntac error*. *Syntac error* berupa kesalahan penulisan kode atau notasi yang menyebabkan simulasi tidak berjalan dengan benar. Verifikasi *syntac error* dilakukan menggunakan *tools* “*run check model*” pada *software* Arena. Jika model sudah benar maka akan keluar pemberitahuan bahwa tidak ada error, dan sebaliknya jika model yang dibuat salah maka akan muncul pemberitahuan bahwa terjadi error. Hasil verifikasi menggunakan *tools* ini ditunjukkan oleh **Gambar 4.24**.



Gambar 4.24 Verifikasi Syntax Error

Selain itu, proses verifikasi juga dilakukan sepanjang proses perancangan model simulasi. **Gambar 4.25** menunjukkan bahwa dilakukan percobaan mengganti *replication length* menjadi dua hari kerja untuk membuktikan hanya stasiun kerja pemotongan awal produk sulam tangan yang bekerja selama dua hari pertama, sedangkan stasiun kerja lainnya masih menunggu proses selesai.



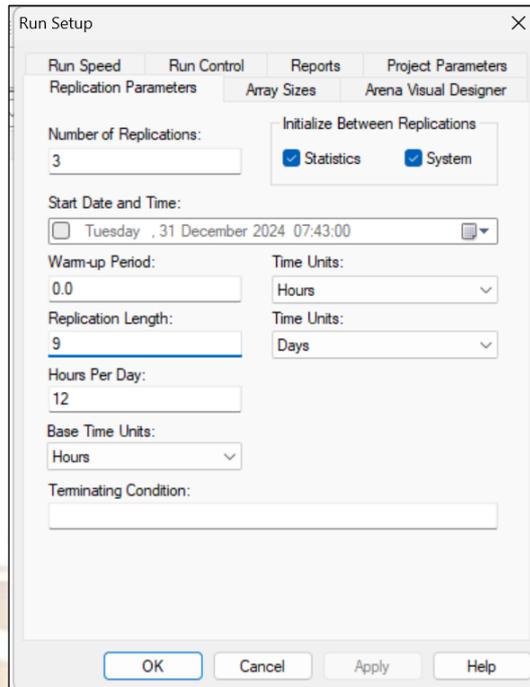
Gambar 4.25 Replication Length diganti menjadi Dua Hari Kerja

Berdasarkan **Gambar 4.26** dapat dilihat bahwa hanya ada *number out* pada stasiun kerja pemotongan awal produk sulam tangan, sedangkan pada proses lainnya masing nol. Oleh karena itu, dapat disimpulkan proses pemotongan awal produk sulam tangan ini yang dilakukan selama dua hari pada minggu pertama pada produksi aktual telah sesuai dengan model simulasi yang dirancang.

Number Out	Average
Pemotongan Kain Produk Bordir	0.00
Pemotongan Kain Produk Sulam Tangan	288.00
Process Bordir Komputer	0.00
Process Jahit Bagian Badan 1	0.00
Process Jahit Bagian Badan 2	0.00
Process Jahit Bagian Badan 3	0.00
Process Jahit Bagian Kerah	0.00
Process Laundry	0.00
Process Membersihkan Kertas	0.00
Process Packing	0.00
Process Pemasangan Kancing	0.00
Process Pemotongan Akhir	0.00
Process Pencabutan Benang	0.00
Process Sulam Tangan	0.00

Gambar 4.26 Hasil *Replication Length* diganti menjadi Dua Hari Kerja

Selanjutnya, juga dilakukan percobaan dengan mengganti *replication length* menjadi sembilan hari kerja yang dapat dilihat pada **Gambar 4.27**. Hal ini dilakukan untuk membuktikan bahwa proses pemotongan produk bordir dan proses bordir komputer baru dimulai pada hari kerja ketujuh. Hasilnya dapat dilihat pada **Gambar 4.28** dimana sudah ada satu *batch* (288 pcs) yang telah diselesaikan pada proses pemotongan produk bordir karena proses pemotongan ini membutuhkan waktu dua hari. Selain itu, pada gambar tersebut juga dapat dilihat adanya 15 *batch* (masing-masing 12 pcs) yang sudah diselesaikan pada proses bordir komputer yang juga dimulai pada hari kerja ketujuh.



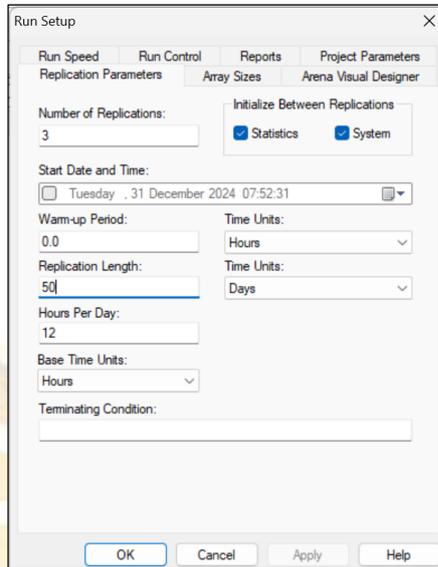
Gambar 4.27 *Replication Length* diganti menjadi Sembilan Hari Kerja

Number Out	Average
Pemotongan Kain Produk Bordir	1.0000
Pemotongan Kain Produk	288.00
Sulam Tangan	
Process Bordir Komputer	15.0000
Process Jahit Bagian Badan 1	0.00
Process Jahit Bagian Badan 2	0.00
Process Jahit Bagian Badan 3	0.00
Process Jahit Bagian Kerah	0.00
Process Laundry	0.00
Process Membersihkan Kertas	12.0000
Process Packing	0.00
Process Pemasangan Kancing	0.00
Process Pemotongan Akhir	0.00
Process Pencabutan Benang	0.00
Process Sulam Tangan	0.00

Gambar 4.28 Hasil *Replication Length* diganti menjadi Sembilan Hari Kerja

Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik UMKM, produk baju koko bordir membutuhkan waktu 50 hari kerja untuk menyelesaikannya sedangkan produk baju koko sulam tangan membutuhkan waktu 70 hari kerja. Oleh karena itu, dilakukan percobaan dengan mengganti *replication length* menjadi 50 hari kerja yang dapat dilihat pada **Gambar 4.29** untuk membuktikan *output* produk baju koko bordir apakah sudah ada yang selesai. **Gambar 4.30** menunjukkan bahwa sudah ada 51 minimum dan 97 maksimum produk baju koko bordir yang sudah selesai

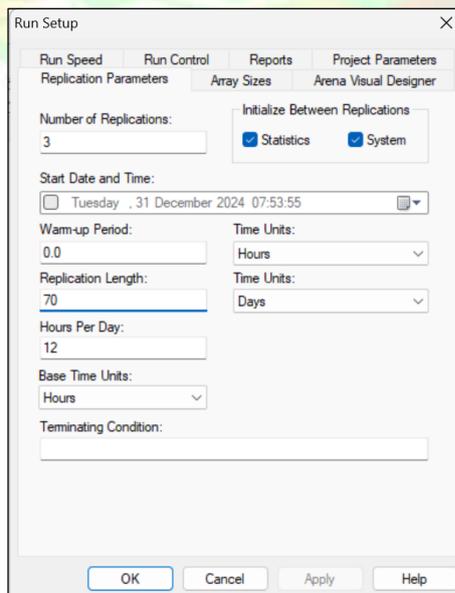
diproses. Sedangkan **Gambar 4.31** diubah *replication length* menjadi 70 hari kerja dan dapat dilihat pada **Gambar 4.32** simulasi menghasilkan produk baju koko sulam tangan.



Gambar 4.29 *Replication Length* diganti menjadi 50 Hari Kerja

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Record Output Bordir	66.6667	65.27	51.0000	97.0000
Record Output Sulam Tangan	0.00	0.00	0.00	0.00

Gambar 4.30 Hasil *Replication Length* diganti menjadi 50 Hari Kerja



Gambar 4.31 *Replication Length* diganti menjadi 70 Hari Kerja

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Record Output Bordir	536.33	36.88	520.00	549.00
Record Output Sulam Tangan	63.6667	36.88	51.0000	80.0000

Gambar 4.32 Hasil *Replication Length* diganti menjadi 70 Hari Kerja

Berdasarkan proses verifikasi yang telah dilakukan, baik verifikasi *error* pada model maupun proses verifikasi yang dilakukan sepanjang proses perancangan model simulasi, dapat disimpulkan bahwa model simulasi sudah sesuai dengan sistem produksi aktual UMKM baju koko.

4.5.2 Validasi Model Simulasi

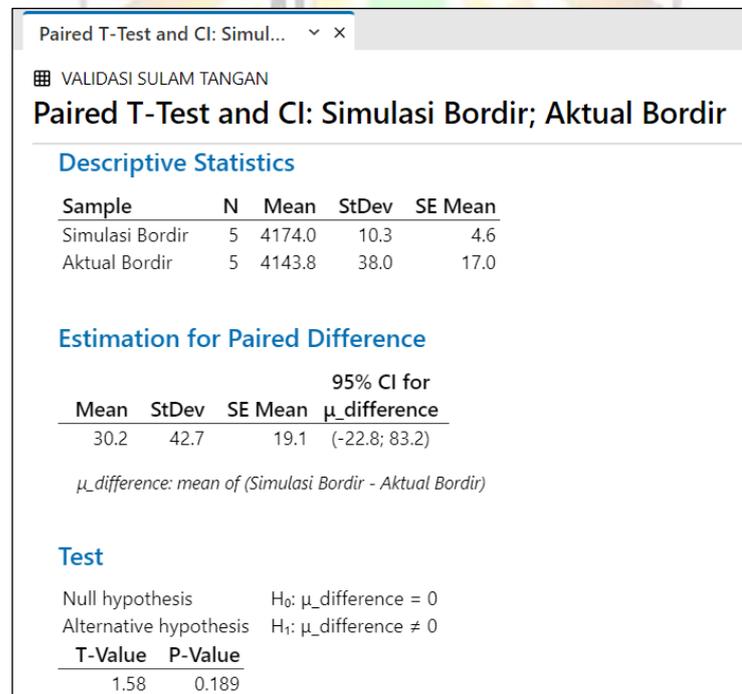
Validasi berfungsi untuk memastikan model yang dibuat sesuai dengan sistem yang sebenarnya dimana model dikatakan valid jika hasil model simulasi tidak memiliki perbedaan yang signifikan terhadap hasil kondisi sistem eksisting. Validasi dilakukan dengan uji hipotesis dua populasi dimana H_0 (*Null Hypothesis*) menyatakan tidak ada perbedaan signifikan antara hasil simulasi dengan sistem nyata, dan sebaliknya H_1 (*alternative hypothesis*) menyatakan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata *output* hasil simulasi dengan sistem nyata.

Tabel 4.6 menunjukkan data *output* kondisi aktual lima periode terakhir dan hasil *output* simulasi sebanyak lima kali replikasi. Kondisi aktual lima periode terakhir tidak ada perbedaan yang terdapat dalam sistem. Hal ini karena saat ada pekerja yang berkurang, pemilik UMKM langsung mencari pengganti dari pekerja tersebut. Sehingga, jumlah pekerja yang dimiliki UMKM tetap sama selama lima tahun terakhir. Selain itu, pasokan bahan baku juga relatif konstan dan tidak ada masalah dalam bahan baku produk baju koko oleh UMKM ini.

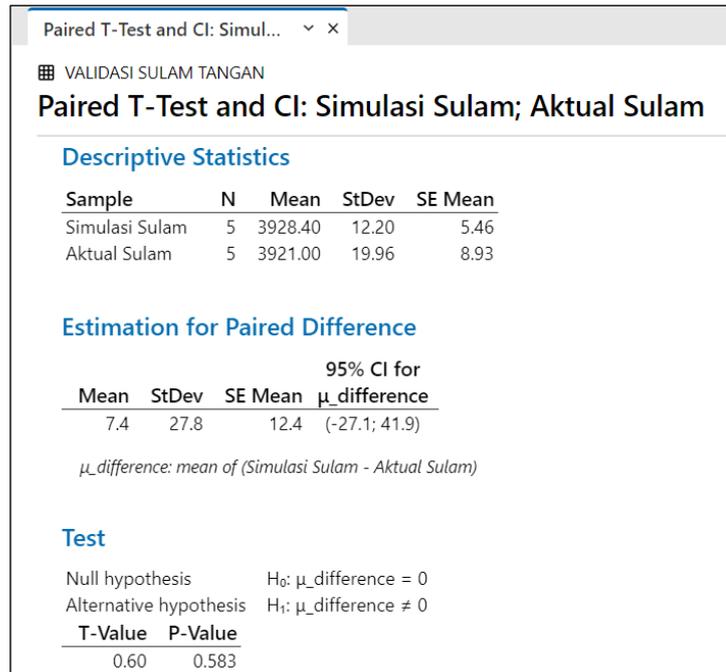
Tabel 4.6 Output Kondisi Aktual dan Simulasi

No	Bordir		Sulam Tangan	
	Simulasi	Aktual	Simulasi	Aktual
1	4162	4149	3938	3896
2	4178	4105	3922	3925
3	4166	4198	3934	3905
4	4176	4110	3910	3937
5	4188	4157	3938	3942
<i>Average</i>	4174	4144	3928	3921

Validasi model dilakukan dengan uji statistik *Paired T-Test* dengan bantuan *software* Minitab. Uji hipotesis ini diterapkan dengan menggunakan interval kepercayaan 95%. Hasil validasi yang ditunjukkan pada **Gambar 4.33** dan **Gambar 4.34** dapat dilihat bahwa nilai *p-value* untuk produk bordir sebesar 0.189 sedangkan *p-value* untuk produk sulam tangan sebesar 0.583, yaitu lebih besar dari 0.05 yang berarti H_0 diterima. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata antara hasil model dengan kondisi nyata. Hal ini menunjukkan bahwa model yang dirancang sudah valid.



Gambar 4.33 Validasi Produk Bordir



Gambar 4.34 Validasi Produk Sulam Tangan

4.6 Perhitungan Jumlah Replikasi

Penentuan jumlah replikasi dilakukan untuk mendapatkan hasil simulasi yang akurat. Perhitungan jumlah replikasi dimulai dengan mencoba replikasi awal dan menghitung interval estimasi nilai rata-rata populasi atau *half width* dari sampel replikasi yang telah dicoba (Law and Kelton, 2000). **Tabel 4.7** menunjukkan *output running* awal penentuan replikasi yaitu sebanyak 10 kali dengan rata-rata 4.189,6 dan standar deviasi sebesar 26,41. Berikut perhitungan *half width* dengan n sebesar 10 dan tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 4.7 Output Running Awal Penentuan Replikasi

Replikasi	Number Out
1	4162
2	4178
3	4166
4	4176
5	4188
6	4182
7	4192
8	4221
9	4249
10	4182
Rata-Rata	4189,6
Standar Deviasi	26,41

$$\text{Half width} = (t_{n-1; 1-\alpha/2}) \times \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Half width} = (2.26) \times \frac{26,4}{\sqrt{10}}$$

$$\text{Half width} = 18,87$$

Half width yang telah diperoleh yaitu sebesar 18,87 dihitung persentase *error* terhadap rata-rata dari data 10 replikasi sebagai berikut.

$$\text{Persentase error} = \frac{\text{Half width}}{\text{Rata-rata}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase error} = \frac{18,87}{4189} \times 100\%$$

$$\text{Persentase error} = 0,45\%$$

Persentase *error* 0,45% berdasarkan perhitungan tersebut kecil dari 5% *error* yang biasa digunakan. Sehingga, dihitung nilai *half width* yang diinginkan dengan persentase *error* sebesar 0,9% yaitu 2 kali dari nilai *error* sebelumnya. Nilai *half width* ini sebesar 37,70 yang selanjutnya digunakan dalam perhitungan jumlah replikasi sebagai berikut.

$$n' = t_{n-1; 1-\alpha/2}^2 \frac{s^2}{h^2}$$

$$n' = t_{9-1; 1-0,05/2}^2 \frac{s^2}{h^2}$$

$$n' = (2,262)^2 \frac{(26,41)^2}{(37,70)^2}$$

$$n' = 2,509 \approx 3$$

Berdasarkan perhitungan jumlah replikasi di atas, diperoleh nilai 2,509 yang dibulatkan menjadi 3. Angka ini digunakan sebagai jumlah replikasi yang digunakan dalam model simulasi arena.

4.7 Hasil Simulasi Sistem Awal

Model simulasi dijalankan selama 335 hari. **Tabel 4.8** menunjukkan *number in*, *work in process* dan *number out* dari model simulasi awal setelah dijalankan selama 335 hari. Setelah simulasi dijalankan, pada akhir simulasi dihasilkan 8095 produk baju koko dari total kain yang dipotong (bordir dan sulam) yaitu sebanyak 12.096 produk baju koko. Jumlah ini menunjukkan bahwa terdapat sejumlah produk yang masih berada di dalam proses saat *running* simulasi telah selesai. Produk yang berada di *WIP (Work In Process)* ini yang menyebabkan jumlah *output* produk belum bisa memenuhi *demand*. Selain itu, **Tabel 4.9** memperlihatkan bahwa *scheduled utilization* masih rendah.

Tabel 4.8 *Number In*, *WIP*, dan *Number Out* Model Sistem Awal (Unit)

No	Proses	<i>Number In</i>	WIP	<i>Number Out</i>
1	Pemotongan Kain Produk Sulam Tangan	6336	0	6336
2	Pemotongan Kain Produk Bordir	5760	0	5760
3	Bordir Komputer Produk Sulam Tangan	6336	1440	4896
4	Bordir Komputer Produk Bordir	5760	984	4776
5	Proses Membersihkan Kertas	9672	0	9672
6	Pencabutan Benang	4896	177	4719
7	Sulam Tangan	4608	0	4608
8	Pemotongan Akhir	4590	0	4590
9	Jahit Badan Bagian 1	4386	362	4024
10	Jahit Badan Bagian 2	1790	0	1790
11	Jahit Badan Bagian 3	2666	8	2658
12	Jahit Bagian Kerah	8453	20	8433
13	Pemasangan Kancing	8400	72	8328
14	<i>Laundry</i>	8240	0	8240
15	<i>Packing</i>	8100	0	8100

Tabel 4.9 Nilai Utilisasi dari Sumber Daya

No	<i>Resources</i>	Utilisasi
1	Mesin Pemotong Kain Produk Sulam Tangan	0,7974
2	Mesin Pemotong Kain Produk Bordir	0,6677
3	Mesin Bordir Komputer	1
4	Pekerja Membersihkan Kertas	0,167
5	Pencabut Benang	0,4242
6	Penyulam	0,414
7	Mesin Pemotongan Akhir	0,0965
8	Penjahit Badan Bagian 1	0,8879
9	Penjahit Badan Bagian 2	0,5479
10	Penjahit Badan Bagian 3	0,66
11	Penjahit Bagian Kerah	0,4221
12	Penjahit Kancing	0,2093
13	<i>Laundry</i>	0,1946
14	<i>Packer</i>	0,4678

4.8 Skenario Perbaikan

Berdasarkan hasil simulasi sistem awal atau *current system*, terlihat bahwa jumlah produksi yang dihasilkan masih dibawah target dan terdapat WIP pada lini produksi sebanyak 33%. Agar proses produksi bisa mencapai target maka jumlah WIP harus diminimasi. Untuk itu, dilakukan mengubah *schedule* pada mesin bordir komputer, mengubah ukuran *batch* pengiriman antar stasiun kerja, dan mengubah proporsi pengalokasian produk ke stasiun kerja jahit bagian badan.

4.8.1 Skenario 1

Skenario 1 dilakukan dengan mengubah *schedule* mesin bordir komputer menjadi bekerja pada minggu kedua dan ketiga, hal ini dilakukan karena pada hasil simulasi sistem awal terdapat WIP pada stasiun kerja bordir komputer yang dapat dilihat pada **Tabel 4.8** di atas. Selanjutnya, mengubah ukuran *batch* pengiriman ke sulam tangan dari 288 menjadi 144 karena masih ada 177 produk yang masih berada di stasiun sebelumnya. Kemudian mengubah ukuran *batch* pengiriman ke pemotongan akhir dan dari pemotongan akhir menjadi 90.

Selanjutnya, skenario dilakukan dengan mengubah persentase pembagian proses jahit bagian badan menjadi 40% untuk jahit badan 1; 30% untuk jahit badan 2; dan 30% untuk jahit badan 3. Persentase pembagian ke proses jahit badan ini karena masih terdapat 362 produk di stasiun kerja jahit badan 1, sementara itu di stasiun kerja jahit badan 2 dan 3 nilai utilisasi masih rendah dan tidak terdapat WIP di stasiun ini. Angka 40%, 30%, dan 30% ini dilakukan dengan melakukan percobaan karena persentase pembagian ini pada *current system* 50%, 20%, dan 30%. Angka 50% pada stasiun kerja 1 menghasilkan WIP, maka dilakukan percobaan untuk mengurangi persentasenya menjadi 40%, sedangkan persentase ke jahit badan 2 ditambahkan menjadi 30% dari sistem awal 20%. **Tabel 4.10** menunjukkan *number in*, WIP, dan *number out* pada setiap proses untuk simulasi skenario 1.

Tabel 4.10 *Number In, Work In Process dan Number Out Model Skenario 1*

No	Proses	Number In	WIP	Number Out
1	Pemotongan Kain Produk Sulam Tangan	6336	0	6336
2	Pemotongan Kain Produk Bordir	5760	0	5760
3	Bordir Komputer Produk Sulam Tangan	6336	1584	4752
4	Bordir Komputer Produk Bordir	5760	864	4896
5	Proses Membersihkan Kertas	9648	0	9648
6	Pencabutan Benang	4896	0	4896
7	Sulam Tangan	4896	222	4674
8	Pemotongan Akhir	4590	0	4590
9	Jahit Badan Bagian 1	3593	27	3566
10	Jahit Badan Bagian 2	2770	40	2730
11	Jahit Badan Bagian 3	2766	36	2730
12	Jahit Bagian Kerah	8960	8	8952
13	Pemasangan Kancing	8850	0	8850
14	<i>Laundry</i>	8800	0	8800
15	<i>Packing</i>	8800	72	8728

4.8.2 Skenario 2

Skenario 2 dilakukan dengan mengubah *schedule* penggunaan mesin bordir komputer menjadi bekerja pada hari ketiga setiap minggu selama empat hari. Hal ini dilakukan karena pada hasil simulasi skenario 1 masih terdapat WIP yang dapat dilihat pada **Tabel 4.10** di atas. Lalu, mengubah persentase jahit badan menjadi 45%, 25%, dan 30% untuk stasiun kerja jahit 1, 2, dan 3 secara berurutan, karena setelah dilakukan perubahan persentase pada skenario 1 masih terdapat WIP dan juga untuk menyesuaikan dengan penambahan *schedule* pada mesin bordir. Selanjutnya, diubah ukuran *batch* ke dan dari pemotongan akhir produk sulam tangan menjadi 90 karena adanya WIP 222 produk pada stasiun kerja sulam tangan, ukuran *batch* ke *laundry* menjadi 80, dan ke *packing* menjadi 80. **Tabel 4.11** menunjukkan *number in*, WIP, dan *number out* pada setiap proses untuk skenario 2.

Tabel 4.11 *Number In*, *WIP*, dan *Number Out* Model Skenario 2 (Unit)

No	Proses	<i>Number In</i>	WIP	<i>Number Out</i>
1	Pemotongan Kain Produk Sulam Tangan	6336	0	6336
2	Pemotongan Kain Produk Bordir	5760	0	5760
3	Bordir Komputer Produk Sulam Tangan	6336	0	6336
4	Bordir Komputer Produk Bordir	5760	0	5760
5	Proses Membersihkan Kertas	12096	0	12096
6	Pencabutan Benang	6336	0	6336
7	Sulam Tangan	6336	0	6336
8	Pemotongan Akhir	6300	0	6300
9	Jahit Badan Bagian 1	5436	1160	4276
10	Jahit Badan Bagian 2	3000	23	2977
11	Jahit Badan Bagian 3	3550	25	3525
12	Jahit Bagian Kerah	10730	49	10681
13	Pemasangan Kancing	10600	0	10600
14	<i>Laundry</i>	10560	0	10560
15	<i>Packing</i>	10586	39	10547

4.8.3 Skenario 3

Skenario 3 dilakukan dengan mengubah *schedule* penggunaan mesin bordir komputer bekerja pada hari ketiga setiap minggu selama empat hari, karena pada skenario 2 sudah tidak ada lagi WIP yang masih berada di bordir komputer. Selanjutnya, mengubah persentase ke stasiun jahit badan menjadi 40%, 25%, dan 35% untuk masing masing jahit badan 1, 2, dan 3 secara berurutan karena pada skenario 2 ternyata jahit badan bagian 1 masih ada WIP 1160 serta menambah jam kerja jahit badan menjadi 9 jam kerja dalam satu hari. Selanjutnya, mengubah ukuran *batch* ke sulam tangan menjadi 144, ukuran *batch* ke dan dari pemotongan akhir menjadi 90, ke *laundry* dan *packing* masing-masing sebesar 80 produk baju koko sesuai skenario 2 karena pada skenario tersebut nilai WIP sudah berkurang. **Tabel 4.12** menunjukkan *number in*, *WIP*, dan *number out* pada setiap proses untuk skenario 3.

Tabel 4.12 *Number In*, *WIP*, dan *Number Out* Model Skenario 3 (Unit)

No	Proses	<i>Number In</i>	WIP	<i>Number Out</i>
1	Pemotongan Kain Produk Sulam Tangan	6336	0	6336
2	Pemotongan Kain Produk Bordir	5760	0	5760
3	Bordir Komputer Produk Sulam Tangan	6336	0	6336
4	Bordir Komputer Produk Bordir	5760	0	5760
5	Proses Membersihkan Kertas	12096	0	12096
6	Pencabutan Benang	6336	0	6336
7	Sulam Tangan	6336	0	6336
8	Pemotongan Akhir	6300	0	6300
9	Jahit Badan Bagian 1	4795	40	4755
10	Jahit Badan Bagian 2	2991	0	2991
11	Jahit Badan Bagian 3	4210	6	4204
12	Jahit Bagian Kerah	11923	23	11900
13	Pemasangan Kancing	11820	19	11801
14	<i>Laundry</i>	11760	80	11680
15	<i>Packing</i>	11736	37	11699

BAB V

ANALISIS

Bab ini berisi analisis mengenai model yang sudah dirancang yaitu rancangan model kondisi aktual dan rancangan model skenario-skenario.

5.1 Analisis Model Kondisi Aktual

Model simulasi dirancang sesuai dengan kondisi aktual berdasarkan data yang sudah dikumpulkan dan sudah dilakukan verifikasi dan validasi terhadap model. Verifikasi dan validasi dilakukan dengan melakukan pengecekan terhadap *error* pada model serta membandingkan *output* jumlah produk yang dihasilkan menggunakan uji statistik *Paired T- Test* dengan bantuan *software* Minitab. Hasil verifikasi dan validasi menunjukkan bahwa model sudah sesuai dengan kondisi aktual UMKM baju koko.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa dari 12.096 potongan kain menghasilkan 8.095 produk baju koko (3.927 pcs produk baju koko sulam tangan dan 4.168 pcs produk baju koko bordir) setelah dijalankan simulasi selama satu tahun produksi, yang artinya ada *Work In Process* (WIP) pada lini produksi baju koko sebanyak 4.001 produk (33%), seperti ditunjukkan oleh **Tabel 5.1**. Hal inilah yang menyebabkan UMKM belum bisa memenuhi *demand* secara maksimal. Pada Mei 2022 sampai April 2023 jumlah *demand* yaitu sebanyak 10.226 sedangkan produksi aktual sebanyak 8.045 produk, dengan harga jual produk baju koko sulam tangan seharga Rp 80.000 dan produk baju koko seharga Rp 65.000 maka UMKM memiliki *lost sell* sebanyak Rp 157.380.000. Berdasarkan hal ini, maka dikembangkan skenario untuk meningkatkan jumlah produksi agar dapat memenuhi *demand*.

Tabel 5.1 *Current System*

<i>Number In</i>	12096 pcs
<i>Number Out</i>	8095 pcs
WIP	4001 pcs
Persen WIP	33%

5.2 Perbandingan Skenario

Tiga skenario perbaikan dikembangkan yaitu dengan mengubah *schedule* produksi mesin bordir komputer, ukuran *batch* pengiriman antar stasiun kerja, dan proporsi jumlah produk yang dialokasikan pada *resources* dengan jumlah lebih dari satu. **Tabel 5.2** dan **Tabel 5.3** memperlihatkan bahwa skenario perbaikan yang diusulkan dapat meningkatkan utilisasi stasiun kerja dan mengurangi jumlah WIP. Mesin bordir komputer memiliki utilisasi 1 karena pada *current system* jadwal penggunaan mesin hanya selama 12 hari yaitu pada minggu kedua dan keempat saja, dan menyebabkan adanya WIP sebanyak 1.440 pcs baju koko sulam tangan dan 984 pcs baju koko bordir pada stasiun kerja bordir komputer. Lalu, skenario 1 dilakukan dengan cara mengubah jadwal menjadi minggu kedua dan minggu ketiga, tetap selama 12 hari kerja, ternyata masih ada WIP. Selanjutnya, pada skenario 2 dilakukan perubahan jadwal mesin bordir komputer menjadi hari kedua setiap minggu selama 4 hari. Perubahan ini menyebabkan tidak ada lagi WIP namun utilisasi berkurang menjadi 0,93.

Perubahan pada jadwal mesin bordir menyebabkan nilai utilisasi sumber daya pada proses setelahnya meningkat. Sumber daya penyulam yang pada *current system* nilai utilitasnya 0,41 pada skenario 2 meningkat menjadi 0,57. Salah satu peningkatan nilai utilitas yang sangat besar terjadi pada penjahit badan 2 yang awalnya hanya sebesar 0,55 menjadi 0,91, hal ini karena skenario juga dilakukan dengan mengubah proporsi pengalokasian ke ketiga stasiun jahit badan.

Tabel 5.2 Perbandingan Utilisasi dari Sumber Daya

No	Resources	Current	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
1	Mesin Pemotong Kain Produk Sulam Tangan	0,7974	0,7962	0,7971	0,7966
2	Mesin Pemotong Kain Produk Bordir	0,6677	0,6669	0,6639	0,6659
3	Mesin Bordir Komputer	1	0,9983	0,9287	0,9289
4	Pekerja Membersihkan Kertas	0,167	0,1663	0,2053	0,2052
5	Pencabut Benang	0,4242	0,4401	0,5697	0,5694
6	Penyulam	0,414	0,4198	0,5692	0,5691
7	Mesin Pemotongan Akhir	0,0965	0,0962	0,1322	0,1325
8	Penjahit Badan Bagian 1	0,8879	0,7882	0,9446	0,9337
9	Penjahit Badan Bagian 2	0,5479	0,8368	0,9128	0,8149
10	Penjahit Badan Bagian 3	0,66	0,6778	0,875	0,9274
11	Penjahit Bagian Kerah	0,4221	0,448	0,5346	0,5956
12	Penjahit Kancing	0,2093	0,2224	0,2664	0,2965
13	Laundry	0,1946	0,2071	0,2495	0,2766
14	Packer	0,4678	0,5041	0,6091	0,6757

Tabel 5.3 Perbandingan WIP

No	Proses	WIP			
		Current	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
1	Pemotongan Kain Produk Sulam Tangan	0	0	0	0
2	Pemotongan Kain Produk Bordir	0	0	0	0
3	Bordir Komputer Produk Sulam Tangan	1440	1584	0	0
4	Bordir Komputer Produk Bordir	984	864	0	0
5	Proses Membersihkan Kertas	24	0	0	0
6	Pencabutan Benang	177	0	0	0
7	Sulam Tangan	0	222	0	0
8	Pemotongan Akhir	0	0	0	0
9	Jahit Badan Bagian 1	416	27	1160	40
10	Jahit Badan Bagian 2	0	40	23	0
11	Jahit Badan Bagian 3	0	36	25	6
12	Jahit Bagian Kerah	23	8	49	23
13	Pemasangan Kancing	24	0	0	19
14	Laundry	0	0	0	80
15	Packing	5	72	39	37

Untuk melihat apakah ketiga skenario berbeda satu sama lain dan dengan *current system* dilakukan uji statistik *paired t-test*. Asumsi yang digunakan adalah kedua variansi dari sampel adalah sama. Uji yang dilakukan adalah uji hipotesis untuk menentukan apakah kedua *output* secara statistik sama (hipotesis nol) atau berbeda (hipotesis alternatif).

$$H_0: \mu_{\text{difference}} = 0$$

$$H_1: \mu_{\text{difference}} \neq 0$$

Kriteria pengambilan keputusan:

$$\text{Interval kepercayaan} = 0.95$$

Ketika

$$P\text{-value} \geq 0.05, \text{ maka jangan tolak } H_0$$

$$P\text{-value} < 0.05, \text{ maka tolak } H_0$$

Tabel 5.4 memperlihatkan bahwa keenam nilai *p-value* < 0.05 sehingga tolak H_0 . Pada uji ini H_0 yaitu tidak ada perbedaan dalam kedua sistem, sementara H_1 adalah ada perbedaan dalam sistem. Jika nilai *p-value* > 0.05 maka H_0 diterima, namun jika *p-value* < 0.05 maka H_0 ditolak. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa adanya perbedaan pada sistem dan skenario, sehingga skenario yang dijalankan berpengaruh terhadap *current system*.

Tabel 5.4 Uji *Paired T-Test* Perbedaan Sistem

Sistem	P-value
<i>Current system</i> dan skenario 1	0,0000000000000001063
<i>Current system</i> dan skenario 2	0,0000000000000000003
<i>Current system</i> dan skenario 3	0,0000000000000000002
Skenario 1 dan skenario 2	0,0000000000000000018
Skenario 1 dan skenario 3	0,0000000000000000000
Skenario 2 dan skenario 3	0,000000000000085646

Tabel 5.5 menunjukkan bahwa ada peningkatan *output* produksi baju koko pada setiap skenario. Peningkatan *output* pada skenario 1 sebesar 8%, skenario 2 sebesar 30%, dan skenario 3 sebesar 45%. *Demand* produk baju koko pada periode

Mei 2022 sampai April 2023 yaitu sebanyak 10.226 produk dapat dipenuhi oleh skenario 2 (10.546 produk) dan skenario 3 (11.699 produk).

Tabel 5.5 Perbandingan *Output* Jumlah Produksi

	Baju Koko Sulam Tangan (Pcs)	Baju Koko Bordir (Pcs)	Total	Persentase Kenaikan <i>Output</i> Produksi
<i>Current</i>	3927	4168	8095	-
Skenario 1	4320	4408	8728	8%
Skenario 2	5277	5269	10546	30%
Skenario 3	5939	5760	11699	45%

Penerapan skenario 1, 2 dan 3 mengakibatkan frekuensi transportasi mengalami peningkatan karena perubahan ukuran *batch* pengiriman. Hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan biaya transportasi. Tidak ada biaya tambahan lain selain biaya transportasi karena biaya upah produksi pada setiap stasiun kerja dibayar berdasarkan jumlah produk yang sudah diselesaikan. Jika diasumsikan transportasi menggunakan ojek *online* dengan biaya satu kali transportasi antar stasiun kerja ditentukan berdasarkan harga yang ada pada aplikasi ojek *online* maka total biaya transportasi yang terjadi dapat dilihat pada **Tabel 5.6**. Berikut contoh perhitungan biaya transportasi dari pemotongan awal sulam tangan ke bordir komputer pada skenario 1, sedangkan perhitungan untuk semua skenario dapat dilihat pada **Lampiran C**.

Biaya transportasi dari pemotongan awal ke bordir komputer = Rp 9.000

Jumlah transportasi dari pemotongan awal sulam tangan ke bordir komputer = 20

Total biaya transportasi dari pemotongan awal sulam tangan ke bordir komputer

= Rp 9.000 × 20

= Rp 180.000

Tabel 5.6 Perbandingan Biaya dan Profit

	Biaya Transportasi	Profit (20%)	Persentase Kenaikan Profit	Profit (10%)	Persentase Kenaikan Profit
<i>Current</i>	Rp 9.167.200	Rp 117.016.000	-	Rp 58.508.000	-
Skenario 1	Rp 13.392.200	Rp 126.424.000	5%	Rp 63.212.000	1%
Skenario 2	Rp 16.820.800	Rp 152.929.000	26%	Rp 76.464.500	21%
Skenario 3	Rp 17.419.800	Rp 169.904.000	41%	Rp 84.952.000	37%

Harga produk baju koko sulam tangan yaitu Rp 80.000 dan produk baju koko seharga Rp 65.000 dan asumsi profit sebesar 20% atau 10% dari harga jual, dengan asumsi semua produk habis terjual maka biaya dan profit UMKM baju koko selama satu tahun produksi dapat dilihat pada **Tabel 5.6**.

Skenario yang dilakukan seperti yang telah dijelaskan pada subbab 4.7 menunjukkan perbedaan pada hasilnya, terutama pada nilai utilisasi (**Tabel 5.2**), WIP (**Tabel 5.3**), jumlah produk yang dapat dihasilkan (**Tabel 5.5**), serta biaya dan profit (**Tabel 5.6**). Skenario 1 menunjukkan masih terdapat 2.853 pcs baju koko yang berada dalam lini produksi. Sehingga, skenario 1 hanya menghasilkan 8.728 produk baju koko. Hal ini menunjukkan terjadi peningkatan jumlah produksi sebesar 8%. Skenario ini juga menyebabkan tambahan biaya transportasi karena perubahan ukuran *batch* pengiriman, sehingga ada penambahan biaya transportasi dari *current system* sebesar Rp 4.225.000 (Rp 9.167.200 menjadi Rp 13.392.200) dengan tambahan profit jika asumsi profit 20% dari harga jual sebesar Rp 9.408.000 (Rp 117.016.000 menjadi Rp 126.424.000) karena peningkatan *output*. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan profit sebesar 5% dari skenario 1. Namun, jika asumsi profit sebesar 10% dari harga jual hanya terjadi kenaikan profit sebanyak 1%.

Skenario 2 menghasilkan 10.546 baju koko. Hal ini menunjukkan terjadi peningkatan jumlah produksi sebesar 30%. Skenario ini juga menyebabkan tambahan biaya transportasi karena perubahan ukuran *batch* pengiriman, sehingga ada tambahan biaya transportasi sebesar Rp 7.653.600 (Rp 9.167.200 menjadi Rp 16.820.800) dengan tambahan profit jika asumsi profit 20% dari harga jual sebesar

Rp 35.913.000 (Rp 117.016.000 menjadi Rp 152.929.000) karena peningkatan *output*. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan profit sebesar 26% dari skenario 2. Namun, jika asumsi profit sebesar 10% dari harga jual terjadi kenaikan profit sebanyak 21%.

Sedangkan skenario 3 menghasilkan 11.699 baju koko. Hal ini menunjukkan terjadi peningkatan jumlah produksi sebesar 45%. Skenario ini juga menyebabkan tambahan biaya transportasi karena perubahan ukuran *batch* pengiriman, sehingga ada tambahan biaya transportasi sebesar Rp 8.252.600 dengan tambahan profit sebesar Rp 52.888.000 karena peningkatan *output*. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan profit sebesar 41% dari skenario 3. Namun, jika asumsi profit sebesar 10% dari harga jual terjadi kenaikan profit sebanyak 37%.

Berdasarkan ketiga skenario, skenario 1 dapat meningkatkan *output* produksi sebanyak 8%. Namun, angka ini masih belum bisa memenuhi *demand*, dan hanya dapat menghasilkan kenaikan profit sebanyak 5%. Skenario 2 dapat meningkatkan *output* produksi sebanyak 30%. Angka ini memenuhi *demand*, dan dapat menghasilkan kenaikan profit sebanyak 26%. Skenario ini dapat digunakan oleh UMKM baju koko untuk meningkatkan *output* produksi, sehingga dapat memenuhi *demand* yang selanjutnya juga akan memengaruhi pendapatan UMKM. Namun, skenario 3 yang meningkatkan *output* produksi sebanyak 45% dan meningkatkan profit sebesar 41% juga dapat digunakan jika terjadinya peningkatan *demand* pada tahun selanjutnya.

Usulan skenario untuk meningkatkan *output* produksi ini memberikan dampak tentunya pada bidang ekonomi. Peningkatan *output* produksi sebanyak 30% pada skenario 2 dan 45% pada skenario 3 memberikan tambahan profit bagi UMKM sebanyak 26% (skenario 2) dan 41% (skenario 3), yang artinya tidak hanya pendapatan pemilik yang meningkat, tapi juga pendapatan pekerja. Selain itu, adanya peningkatan nilai utilisasi juga memberikan dampak bagi pekerja. Para pekerja tidak perlu mencari tambahan pendapatan dari pekerjaan lain, dan hal ini

juga menunjukkan loyalitas pekerja meningkat, yang artinya hal ini memberikan dampak pada hubungan sosial antara pekerja dan pemilik UMKM.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang diperoleh serta saran yang diberikan untuk pihak UMKM maupun saran untuk penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan model simulasi dan skenario perbaikan, diperoleh kesimpulan sesuai tujuan penelitian sebagai berikut:

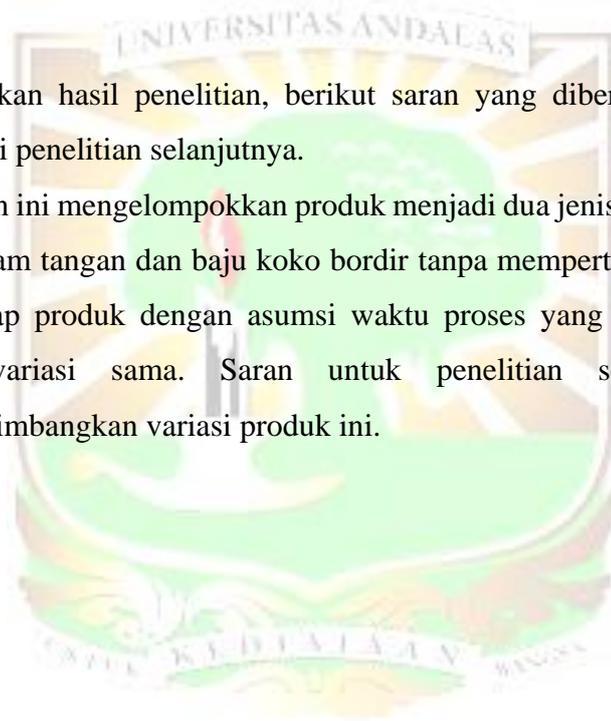
1. Skenario untuk meningkatkan *output* produksi dilakukan dengan mengubah *schedule* pada mesin bordir komputer, mengubah ukuran *batch* pengiriman antar stasiun kerja, dan mengubah proporsi pengalokasian produk ke stasiun kerja jahit bagian badan.
2. Usulan perencanaan produksi untuk meningkatkan jumlah *output* produksi agar dapat memenuhi *demand* pada UMKM Baju Koko dapat dilakukan dengan skenario 2 yaitu mengubah *schedule* penggunaan mesin bordir komputer bekerja pada hari ketiga setiap minggu selama empat hari, mengubah persentase ke stasiun jahit badan menjadi 45, 25, dan 30 untuk masing masing jahit badan 1, 2, dan 3 secara berurutan. Selanjutnya, mengubah ukuran *batch* ke dan dari pemotongan akhir menjadi 90, ke *laundry* dan *packing* masing-masing sebesar 80. Usulan skenario ini dapat memberikan peningkatan *output* produksi sebanyak 45% dan peningkatan profit sebanyak 41% (jika asumsi profit 20%) dan 37% (jika asumsi profit 10%).
3. Jika terjadi peningkatan *demand* dari tahun sebelumnya, skenario 3 yang menghasilkan peningkatan *output* produksi sebanyak 45% dapat digunakan untuk memenuhi *demand* pada UMKM Baju Koko yaitu mengubah *schedule* penggunaan mesin bordir komputer bekerja pada hari ketiga setiap minggu selama empat hari, mengubah persentase ke stasiun jahit badan menjadi 40,

25, dan 35 untuk masing masing jahit badan 1, 2, dan 3 secara berurutan. Selanjutnya, mengubah ukuran *batch* ke sulam tangan menjadi 144, ukuran *batch* ke dan dari pemotongan akhir menjadi 90, ke *laundry* dan *packing* masing-masing sebesar 80, serta menambah jam kerja jahit bagian badan menjadi 9 jam dalam satu hari kerja. Usulan skenario ini dapat memberikan peningkatan *output* produksi sebanyak 45% dan peningkatan profit sebanyak 41% (jika asumsi profit 20%) dan 37% (jika asumsi profit 10%).

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, berikut saran yang diberikan untuk pihak UMKM dan bagi penelitian selanjutnya.

1. Penelitian ini mengelompokkan produk menjadi dua jenis yaitu produk baju koko sulam tangan dan baju koko bordir tanpa mempertimbangkan variasi dari setiap produk dengan asumsi waktu proses yang dibutuhkan untuk setiap variasi sama. Saran untuk penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan variasi produk ini.



DAFTAR PUSTAKA

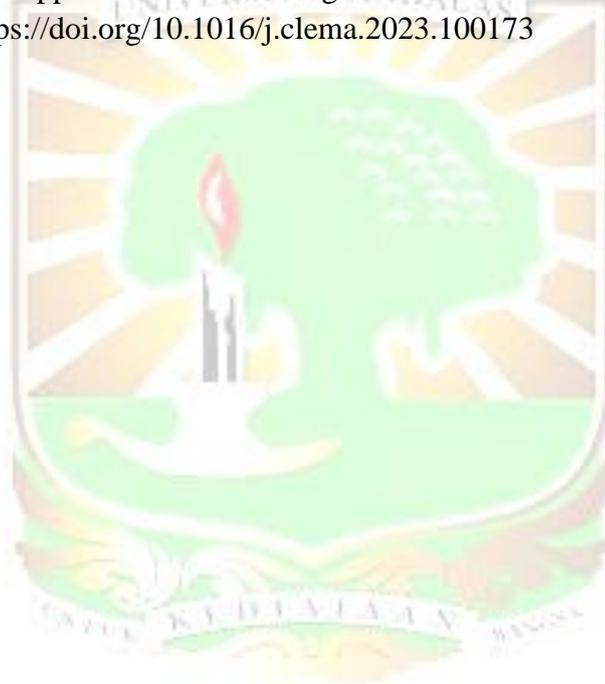
- Alexopoulos, K., Anagiannis, I., Nikolakis, N., & Chryssolouris, G. (2022). A quantitative approach to resilience in manufacturing systems. *International Journal of Production Research*, 60(24), 7178–7193. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.2018519>
- Pearce, A. J. II, & Robinson, R. B. Jr. (2014). *Manajemen strategi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Bishnoi, D., & Chaturvedi, H. (2022). Optimal Design of a Hybrid Energy System for Economic and Environmental Sustainability of Onshore Oil and Gas Fields. *Energies*, 15(6), 2063. <https://doi.org/10.3390/en15062063>
- Chatterjee, S., Chaudhuri, R., Kamble, S., Gupta, S., & Sivarajah, U. (2023). Adoption of Artificial Intelligence and Cutting-Edge Technologies for Production System Sustainability: A Moderator-Mediation Analysis. *Information Systems Frontiers*, 25(5), 1779–1794. <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10317-x>
- Diana Kharianan Sofyan, S. M. (2013). *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Díaz de Otálora, X., Dragoni, F., Del Prado, A., Estellés, F., Wilfart, A., Krol, D., Balaine, L., Anestis, V., & Amon, B. (2022). Identification of representative dairy cattle and fodder crop production typologies at regional scale in Europe. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(5), 94. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00830-3>
- Fleish, H., & Tellkamp, C. (2005). *Inventory inaccuracy and supply chain performance: A simulation study of a retail supply chain*. *International Journal of Production Economics*, 95(3), 373-385.
- Fogarty, D. W. (1991). *Production and Inventory Management* (2nd ed.). Pearson.
- Gaspersz, Vincent. (2001). *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.

- Hercher-Pasteur, J., Loiseau, E., Sinfort, C., & Hélias, A. (2020). Energetic assessment of the agricultural production system. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 40(4), 29. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00627-2>
- Kakiyai, T. J., 2004. Dasar Teori Antrian Untuk Kehidupan Nyata. Yogyakarta: ANDI.
- Kusuma, H. (1999). *Manajemen Produksi: Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Andi, Yogyakarta.
- Law, A.M. & Kelton, W.D., 2000. *Simulation Modeling and Analysis*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill.
- Moleđa, M., Małysiak-Mrozek, B., Ding, W., Sunderam, V., & Mrozek, D. (2023). From Corrective to Predictive Maintenance—A Review of Maintenance Approaches for the Power Industry. *Sensors*, 23(13), 5970. <https://doi.org/10.3390/s23135970>
- Nelson, K. S., & Burchfield, E. K. (2023). Defining features of diverse and productive agricultural systems: An archetype analysis of U.S. agricultural counties. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1081079>
- Pearce, A. J. II, & Robinson, R. B. Jr. (2014). *Manajemen Strategi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Riddalls, C. E., Bennett, S., & Tipi, N. S. (2000). Modeling the dynamics of supply chains. *International Journal of Systems Science*, 31(8), 969-976.
- Robinson, S. (2014). *Simulation: The Practice of Model Development and Use*. Hampshire: Palgrave Macmillan.
- Seo, K.-S., Bajracharya, R., Lee, S. H., & Han, H.-K. (2020). Pharmaceutical Application of Tablet Film Coating. *Pharmaceutics*, 12(9), 853. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12090853>

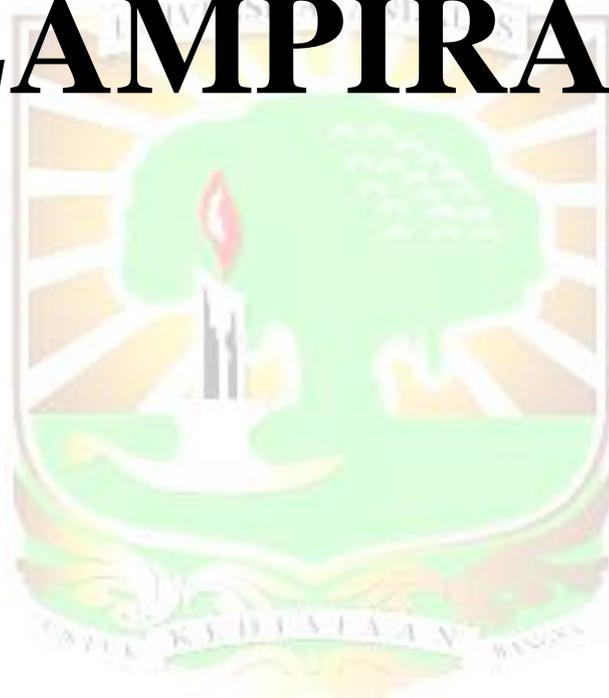
Shen, L.-Y., Wang, M.-X., Ma, H.-Y., Feng, Y.-F., & Yuan, C.-M. (2022). A framework from point clouds to workpieces. *Visual Computing for Industry, Biomedicine, and Art*, 5(1), 21. <https://doi.org/10.1186/s42492-022-00117-0>

Sun, X., Vogel-Heuser, B., Bi, F., & Shen, W. (2022). A deep reinforcement learning based approach for dynamic distributed blocking flowshop scheduling with job insertions. *IET Collaborative Intelligent Manufacturing*, 4(3), 166–180. <https://doi.org/10.1049/cim2.12060>

Tiegoum Wembe, J., Mambou Ngueyep, L. L., Elat Assoua Moukete, E., Eslami, J., Pliya, P., Ndjaka, J.-M. B., & Noumowe, A. (2023). Physical, mechanical properties and microstructure of concretes made with natural and crushed aggregates: Application in building construction. *Cleaner Materials*, 7, 100173. <https://doi.org/10.1016/j.clema.2023.100173>



LAMPIRAN





LAMPIRAN A

(Waktu Proses)

Lampiran A.1 Waktu Proses Pemotongan Produk Bordir

No	Menggambar pola potongan kain	Menyusun lembaran kain	Memotong kain	Total Waktu Proses
1	70	435	210	715
2	68	425	205	698
3	71	420	216	707
4	69	435	208	712
5	65	450	207	722
6	67	445	209	721
7	57	430	230	717
8	58	425	235	718
9	60	420	234	714
10	62	430	225	717
11	64	435	235	734
12	61	430	230	721
13	65	425	240	730
14	58	430	235	723
15	60	430	219	709
16	63	440	230	733
17	59	445	225	729
18	62	435	235	732
19	63	435	200	698
20	60	430	215	705
21	59	440	220	719
22	57	445	215	717
23	55	440	225	720
24	60	445	220	725
25	55	435	225	715
26	55	435	225	715
27	55	445	215	715
28	56	440	220	716
29	60	455	225	740
30	65	445	230	740

Lampiran A.2 Waktu Proses Bordir Komputer Sulam Tangan

No	Memasang kertas bordir	Menyusun potongan badan	Bordir badan	Menyusun potongan lengan	Bordir lengan	Total Waktu Proses
1	22	17	21	5	15	80
2	25	17	22	5	15	84
3	24	17	22	5	15	83
4	23	17	21	6	14	81
5	23	16	22	6	14	81
6	23	17	22	6	14	82
7	25	18	22	6	14	85
8	25	17	22	5	14	83
9	25	17	22	5	14	83
10	23	17	22	5	15	82
11	24	17	22	6	15	84
12	25	17	22	6	14	84
13	24	17	22	6	14	83
14	23	17	21	5	14	80
15	25	18	22	5	14	84
16	22	16	21	5	14	78
17	24	18	22	5	15	84
18	25	16	21	5	14	81
19	24	18	21	5	14	82
20	25	17	21	5	14	82
21	23	17	22	6	15	83
22	25	17	22	6	14	84
23	23	17	21	6	14	81
24	23	18	22	6	14	83
25	24	16	21	6	14	81
26	22	16	21	6	14	79
27	25	16	21	6	14	82
28	22	18	22	5	15	82
29	23	18	21	6	15	83
30	24	18	22	5	15	84
31	24	18	21	6	15	84
32	24	17	21	6	14	82
33	25	17	21	6	14	83
34	23	17	22	6	14	82
35	24	17	22	6	15	84
36	25	16	22	5	14	82
37	22	16	22	5	15	80
38	22	16	22	6	14	80
39	22	18	22	6	14	82
40	25	17	22	5	14	98

Lampiran A.3 Waktu Proses Bordir Komputer Produk Bordir

No	Memasang kertas bordir	Menyusun potongan badan	Bordir badan	Menyusun potongan lengan	Bordir lengan	Menyusun potongan kerah	Bordir kerah	Total Waktu Proses
1	20	21	55	12	30	5	16	159
2	22	22	56	12	31	4,6	16	164
3	23	21	55	11	31	5,2	17	163
4	24	21	55	11	31	5,3	17	164
5	21	21	55	11	31	5	17	161
6	22	22	56	11	30	5,2	16	162
7	20	21	56	12	31	5	16	161
8	21	22	56	12	30	4,5	16	162
9	22	21	56	12	31	4,8	16	163
10	21	22	56	11	31	5	16	162
11	22	21	57	12	31	4,7	16	164
12	21	21	56	12	30	4,9	16	161
13	21	22	55	12	31	5,1	16	162
14	21	22	56	12	31	5	16	163
15	21	22	56	12	31	5,5	16	164
16	21	22	55	11	30	5,2	16	160
17	22	22	56	11	31	5,3	17	164
18	22	22	55	12	31	5,1	17	164
19	22	21	55	11	31	5	16	161
20	23	21	55	12	30	5	16	162
21	22	21	55	11	31	5,2	16	161
22	22	22	55	12	31	5	16	163
23	21	21	56	11	31	5	16	161
24	22	21	56	12	31	5	16	163
25	21	21	56	11	30	5,2	16	160
26	22	21	55	12	31	5,1	16	162
27	22	21	56	12	30	5	16	162
28	23	21	55	11	31	5	17	163
29	21	22	56	11	31	5,3	16	162
30	22	22	55	12	30	5	16	162
31	22	22	55	12	31	5,1	16	163
32	22	21	55	12	31	5	17	163
33	21	22	56	11	31	5	16	162
34	21	21	56	11	32	5,2	16	162
35	22	22	56	11	31	4,8	16	163
36	22	22	55	12	31	5	16	163
37	21	22	56	12	31	5	17	164
38	21	21	55	12	31	5,3	16	161
39	21	21	56	12	31	5	17	163
40	21	21	55	12	30	5	16	160

Lampiran A.4 Waktu Proses Pembersihan Kertas

Membersihkan kertas bordir produk sulam tangan	Membersihkan kertas bordir produk bordir
12	40
15	43
14	45
13	43
13	45
13	45
15	47
15	46
15	50
13	48
14	45
15	48
14	45
13	46
15	45
12	40
14	48
15	45
14	43
15	43
13	43
15	42
13	43
13	43
14	43
12	42
15	44
12	42
13	44
14	42
14	44
14	42
15	44
13	43
14	44
15	43
12	42
12	44
12	44
15	42

Lampiran A.5 Waktu Proses Pencabutan Benang

No	Mengukur dan mencabut benang bagian lengan	Mengukur dan mencabut benang bagian badan	Total Waktu Proses
1	4,9	31	35,9
2	4,6	32,5	37,1
3	4,9	33	37,9
4	5	30	35
5	5,4	32	37,4
6	5	33	38
7	5,2	31	36,2
8	5	30	35
9	5,3	32	37,3
10	5,1	31	36,1
11	5	35	40
12	4,8	32	36,8
13	4,9	31	35,9
14	5,2	30	35,2
15	5	35	40
16	5,3	33	38,3
17	5	32	37
18	5,1	34	39,1
19	5,2	31	36,2
20	5	30	35
21	5,3	32	37,3
22	4,9	31	35,9
23	5,4	34	39,4
24	5,2	35	40,2
25	5	31	36
26	4,7	32	36,7
27	5,3	33	38,3
28	5	36	41
29	4,9	35	39,9
30	4,7	31	35,7
31	4,9	33	37,9
32	4,8	34	38,8
33	5,2	32	37,2
34	4,8	31	35,8
35	5,3	33	38,3
36	5	30	35
37	5,1	32	37,1
38	4,9	33	37,9
39	5	31	36
40	5	30	35

Lampiran A.6 Waktu Proses Sulam Tangan

No	Menyulam bagian lengan	Menyulam bagian badan	Total Waktu Proses	No	Menyulam bagian lengan	Menyulam bagian badan	Total Waktu Proses
1	37	109	146	21	37	112	149
2	33	111	144	22	36	115	151
3	37	108	145	23	35	112	147
4	34	115	149	24	36	114	150
5	38	108	146	25	37	111	148
6	36	114	150	26	33	115	148
7	33	113	146	27	36	116	152
8	35	116	151	28	35	117	152
9	32	117	149	29	36	114	150
10	34	114	148	30	34	115	149
11	36	114	150	31	35	116	151
12	33	115	148	32	35	115	150
13	37	112	149	33	35	115	150
14	35	115	150	34	34	115	149
15	36	114	150	35	35	114	149
16	38	113	151	36	36	110	146
17	32	116	148	37	34	116	150
18	33	111	144	38	33	115	148
19	35	114	149	39	34	115	149
20	34	115	149	40	34	115	149

Lampiran A.7 Waktu Proses Pemotongan Akhir Sulam Tangan

No	Menyusun dan memotong potongan kain bagian lengan	Menyusun dan memotong potongan kain bagian badan	Total Waktu Proses
1	34	55	89
2	31	58	89
3	34	58	92
4	32	54	86
5	34	52	86
6	33	54	87
7	31	55	86
8	29	53	82
9	30	52	82
10	31	51	82
11	32	55	87
12	33	56	89
13	30	54	84
14	31	51	82
15	34	57	91
16	36	52	88
17	35	53	88
18	32	56	88
19	30	55	85
20	34	53	87
21	32	53	85
22	30	54	84
23	33	56	89
24	32	55	87
25	31	53	84
26	30	57	87
27	33	56	89
28	34	55	89
29	32	57	89
30	31	56	87
31	33	55	88
32	33	55	88
33	32	56	88
34	32	55	87
35	34	56	90
36	32	55	87
37	33	55	88
38	33	57	90
39	34	56	90
40	33	56	89

Lampiran A.8 Waktu Proses Jahit Badan 1

No	Menjahit lengan dan badan	Menjahit obras	Total Waktu Proses	No	Menjahit lengan dan badan	Menjahit obras	Total Waktu Proses
1	28	5,5	33,5	21	23	4,9	27,9
2	20	5	25	22	25	5,5	30,5
3	22	4,3	26,3	23	27	5,3	32,3
4	29	4,2	33,2	24	24	4,7	28,7
5	27	4,6	31,6	25	25	5,1	30,1
6	28	5,1	33,1	26	24	4,9	28,9
7	26	5	31	27	23	5	28
8	25	4,9	29,9	28	28	5,3	33,3
9	25	4,7	29,7	29	26	4,8	30,8
10	28	4,5	32,5	30	27	5	32
11	25	5,4	30,4	31	26	4,3	30,3
12	28	5	33	32	27	4,6	31,6
13	27	5,2	32,2	33	21	5	26
14	25	4,5	29,5	34	23	5,2	28,2
15	24	4,7	28,7	35	24	5	29
16	27	5,5	32,5	36	28	5,8	33,8
17	23	4,9	27,9	37	26	5,7	31,7
18	28	5,1	33,1	38	28	5,8	33,8
19	25	5	30	39	26	5,9	31,9
20	24	4,8	28,8	40	25	4,9	29,9

Lampiran A.9 Waktu Proses Jahit Badan 2

No	Menjahit lengan dan badan	Menjahit obras	Total Waktu Proses	No	Menjahit lengan dan badan	Menjahit obras	Total Waktu Proses
1	35	6	41	21	38	6,3	44,3
2	33	5,8	38,8	22	37	6,2	43,2
3	34	6,3	40,3	23	36	6,3	42,3
4	37	6	43	24	39	6	45
5	33	5,2	38,2	25	37	6,1	43,1
6	38	5,1	43,1	26	36	6	42
7	39	5,9	44,9	27	39	6	45
8	36	6,1	42,1	28	35	6,4	41,4
9	39	6	45	29	33	6	39
10	36	6,4	42,4	30	32	6,4	38,4
11	35	6	41	31	38	6,3	44,3
12	33	6,6	39,6	32	31	6	37
13	38	6,7	44,7	33	37	6,6	43,6
14	37	6,3	43,3	34	35	6,8	41,8
15	39	6,9	45,9	35	34	6,9	40,9
16	34	6,3	40,3	36	39	6	45
17	36	6	42	37	39	6,1	45,1
18	37	6,1	43,1	38	38	6,3	44,3
19	34	6,5	40,5	39	36	6,5	42,5
20	33	6,9	39,9	40	39	6	45

Lampiran A.10 Waktu Proses Jahit Badan 3

No	Menjahit lengan dan badan	Menjahit obras	Total Waktu Proses	No	Menjahit lengan dan badan	Menjahit obras	Total Waktu Proses
1	28	5	33	21	30	5,2	35,2
2	28	5,8	33,8	22	30	5	35
3	29	5,7	34,7	23	29	5,5	34,5
4	27	5,4	32,4	24	28	5,5	33,5
5	28	5,3	33,3	25	28	5,3	33,3
6	29	5	34	26	31	4,9	35,9
7	28	5,2	33,2	27	29	5	34
8	29	5,3	34,3	28	30	5	35
9	30	5	35	29	31	5	36
10	29	5,1	34,1	30	30	5	35
11	31	5,4	36,4	31	29	5,1	34,1
12	30	5,3	35,3	32	30	5	35
13	29	5,1	34,1	33	30	5	35
14	28	5,2	33,2	34	30	5	35
15	27	5,1	32,1	35	30	5	35
16	28	5	33	36	30	5,2	35,2
17	29	5	34	37	31	5	36
18	29	5	34	38	29	5,1	34,1
19	29	5,4	34,4	39	30	5	35
20	29	5	34	40	28	5	33

Lampiran A.11 Waktu Proses Jahit Kerah

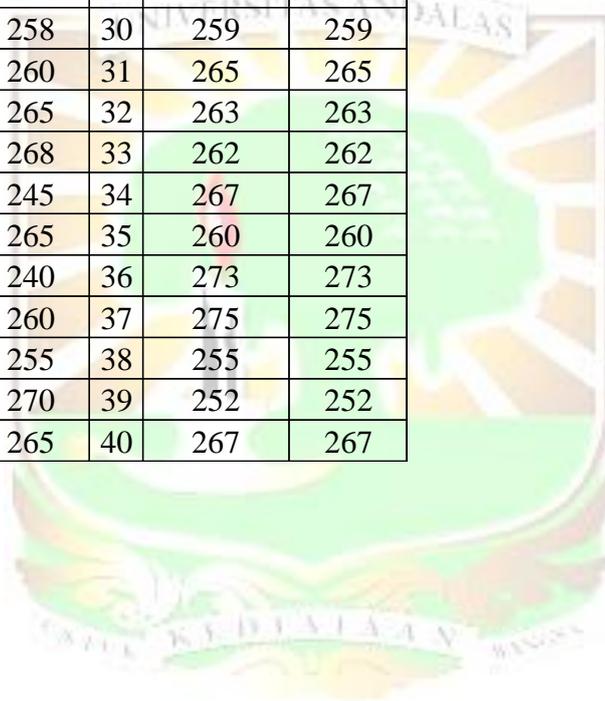
No	Menyiapkan kain keras pelapis kerah	Menjahit kerah	Total Waktu Proses	No	Menyiapkan kain keras pelapis kerah	Menjahit kerah	Total Waktu Proses
1	1,8	4,8	6,6	21	2,1	5,1	7,2
2	1,7	5	6,7	22	2	4,7	6,7
3	1,7	4,6	6,3	23	2,3	4,8	7,1
4	1,9	4,7	6,6	24	2	5	7
5	2	5	7	25	2,1	5,4	7,5
6	2,1	4,9	7	26	2,3	5,2	7,5
7	1,8	4,6	6,4	27	2,4	5	7,4
8	1,7	5	6,7	28	2,2	4,7	6,9
9	1,8	4,9	6,7	29	2	4,8	6,8
10	1,9	4,8	6,7	30	2,1	5	7,1
11	1,8	5,1	6,9	31	2,1	4,5	6,6
12	2,2	5	7,2	32	2	4,8	6,8
13	2	4,9	6,9	33	2	5	7
14	2,5	4,8	7,3	34	1,7	5,1	6,8
15	2	5,5	7,5	35	1,8	4,9	6,7
16	1,9	5	6,9	36	1,9	5,2	7,1
17	1,8	5,1	6,9	37	1,7	4,9	6,6
18	2	5,2	7,2	38	1,6	5	6,6
19	1,7	4,8	6,5	39	1,8	5,3	7,1
20	2,3	5	7,3	40	1,9	5,1	7

Lampiran A.12 Waktu Proses Pemasangan Kancing

No	Membuat lubang kancing baju	Memasang kancing baju	Total Waktu Proses	No	Membuat lubang kancing baju	Memasang kancing baju	Total Waktu Proses
1	1,3	2,4	3,7	21	1,1	2,3	3,4
2	1,2	2,3	3,5	22	1	2	3
3	1,1	2,2	3,3	23	1,2	2,2	3,4
4	1	2,5	3,5	24	1,2	2	3,2
5	1,1	2,4	3,5	25	1	2,1	3,1
6	1,3	2,2	3,5	26	1,3	2	3,3
7	1	2,3	3,3	27	1,3	2,4	3,7
8	1,2	2,1	3,3	28	1	2,2	3,2
9	1,1	2,4	3,5	29	1,2	2	3,2
10	1	2	3	30	1,1	2,1	3,2
11	1,2	2,3	3,5	31	1,1	2,3	3,4
12	1	2,5	3,5	32	1,2	2,1	3,3
13	1,3	2,1	3,4	33	1	2,4	3,4
14	1,2	2	3,2	34	1,1	2,1	3,2
15	1	2,4	3,4	35	1,2	2,2	3,4
16	1	2,3	3,3	36	1	2,3	3,3
17	1,1	2,1	3,2	37	1,1	2,3	3,4
18	1,3	2	3,3	38	1	2,1	3,1
19	1	2,2	3,2	39	1,2	2,3	3,5
20	1	2	3	40	1,1	2,2	3,3

Lampiran A.13 Waktu Proses Laundry

No	Menyuci baju	Total Waktu Proses	No	Menyuci baju	Total Waktu Proses
1	259	259	21	260	260
2	241	241	22	255	255
3	257	257	23	258	258
4	244	244	24	263	263
5	240	240	25	266	266
6	245	245	26	273	273
7	248	248	27	258	258
8	253	253	28	265	265
9	250	250	29	254	254
10	258	258	30	259	259
11	260	260	31	265	265
12	265	265	32	263	263
13	268	268	33	262	262
14	245	245	34	267	267
15	265	265	35	260	260
16	240	240	36	273	273
17	260	260	37	275	275
18	255	255	38	255	255
19	270	270	39	252	252
20	265	265	40	267	267

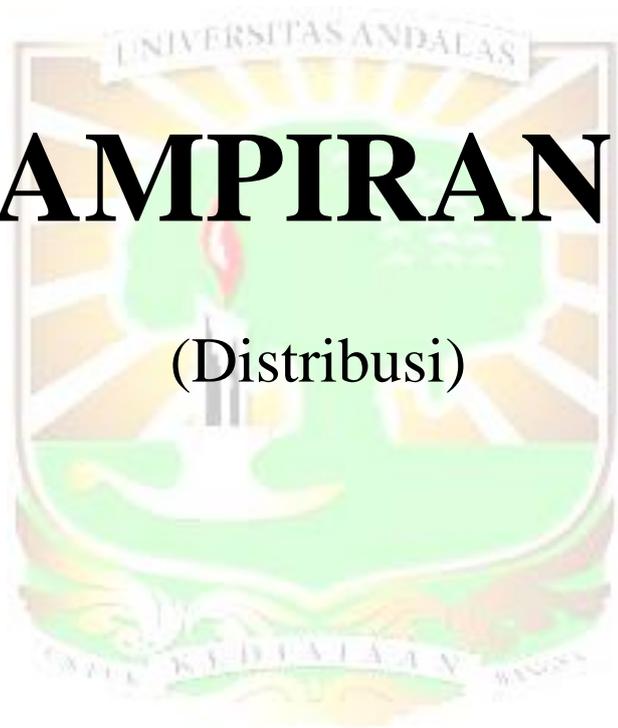


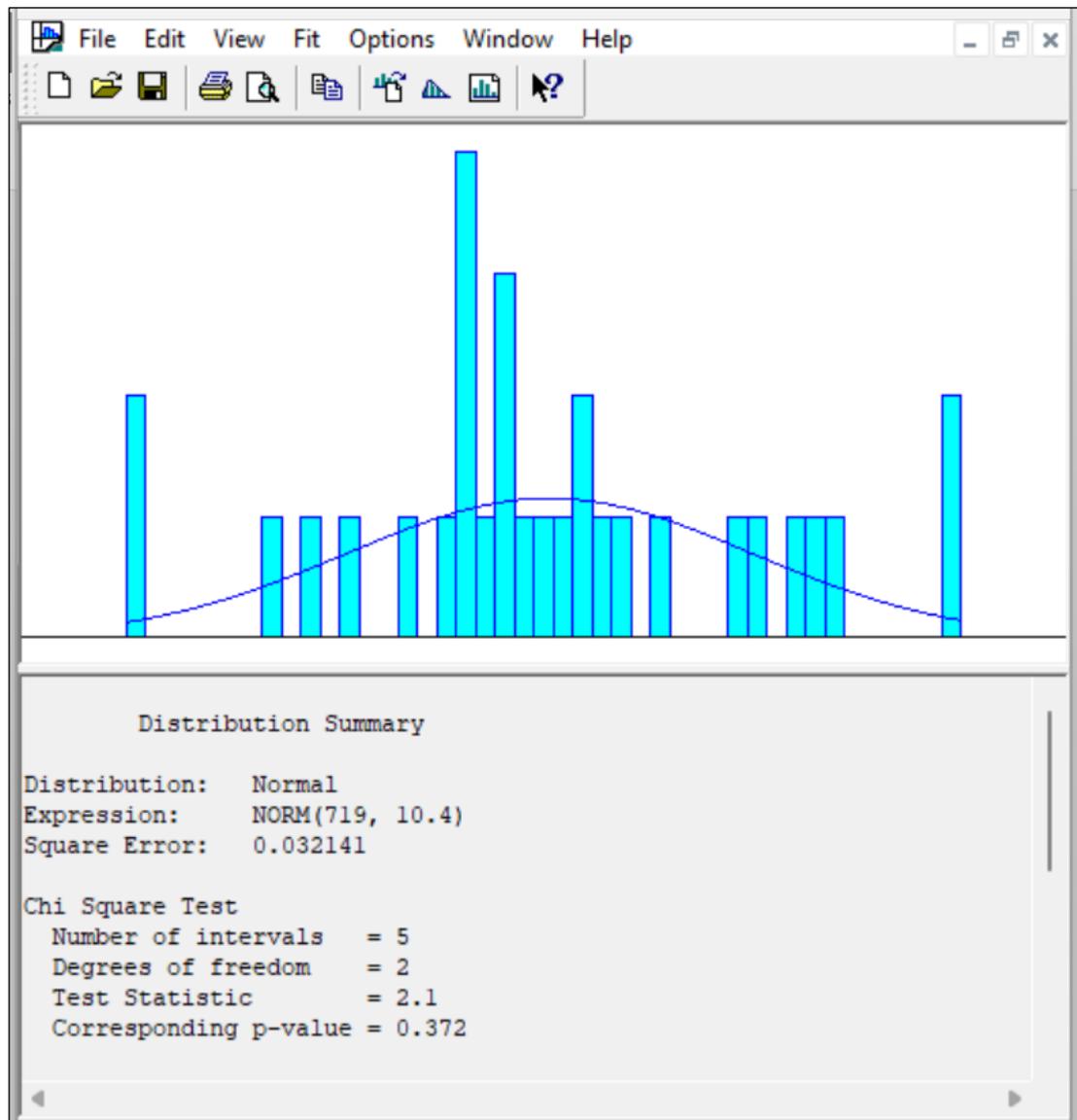
Lampiran A.14 Waktu Proses Packing

No	Mengemas produk	Total Waktu Proses	No	Mengemas produk	Total Waktu Proses
1	7,8	7,8	21	7,9	7,9
2	7,9	7,9	22	8,1	8,1
3	7,7	7,7	23	8	8
4	8,2	8,2	24	8,2	8,2
5	8	8	25	7,9	7,9
6	7,8	7,8	26	7,8	7,8
7	8	8	27	8	8
8	8,1	8,1	28	8,2	8,2
9	7,9	7,9	29	8,1	8,1
10	7,8	7,8	30	7,9	7,9
11	8	8	31	8,1	8,1
12	8,1	8,1	32	8	8
13	7,8	7,8	33	8,1	8,1
14	7,7	7,7	34	7,8	7,8
15	8	8	35	7,9	7,9
16	8,1	8,1	36	8	8
17	8,3	8,3	37	8,1	8,1
18	7,8	7,8	38	8,3	8,3
19	7,7	7,7	39	8,4	8,4
20	8,3	8,3	40	8,1	8,1

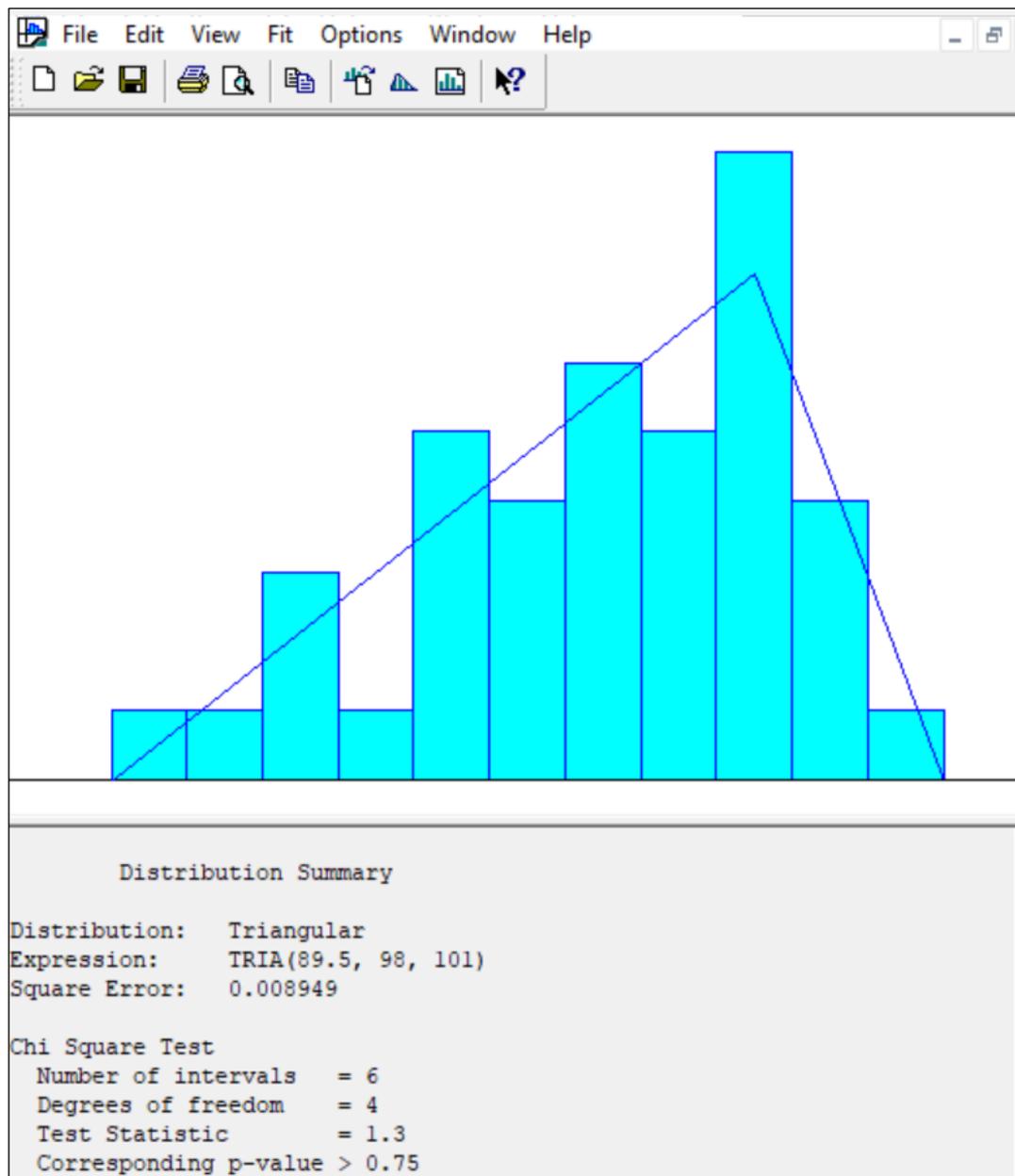
LAMPIRAN B

(Distribusi)

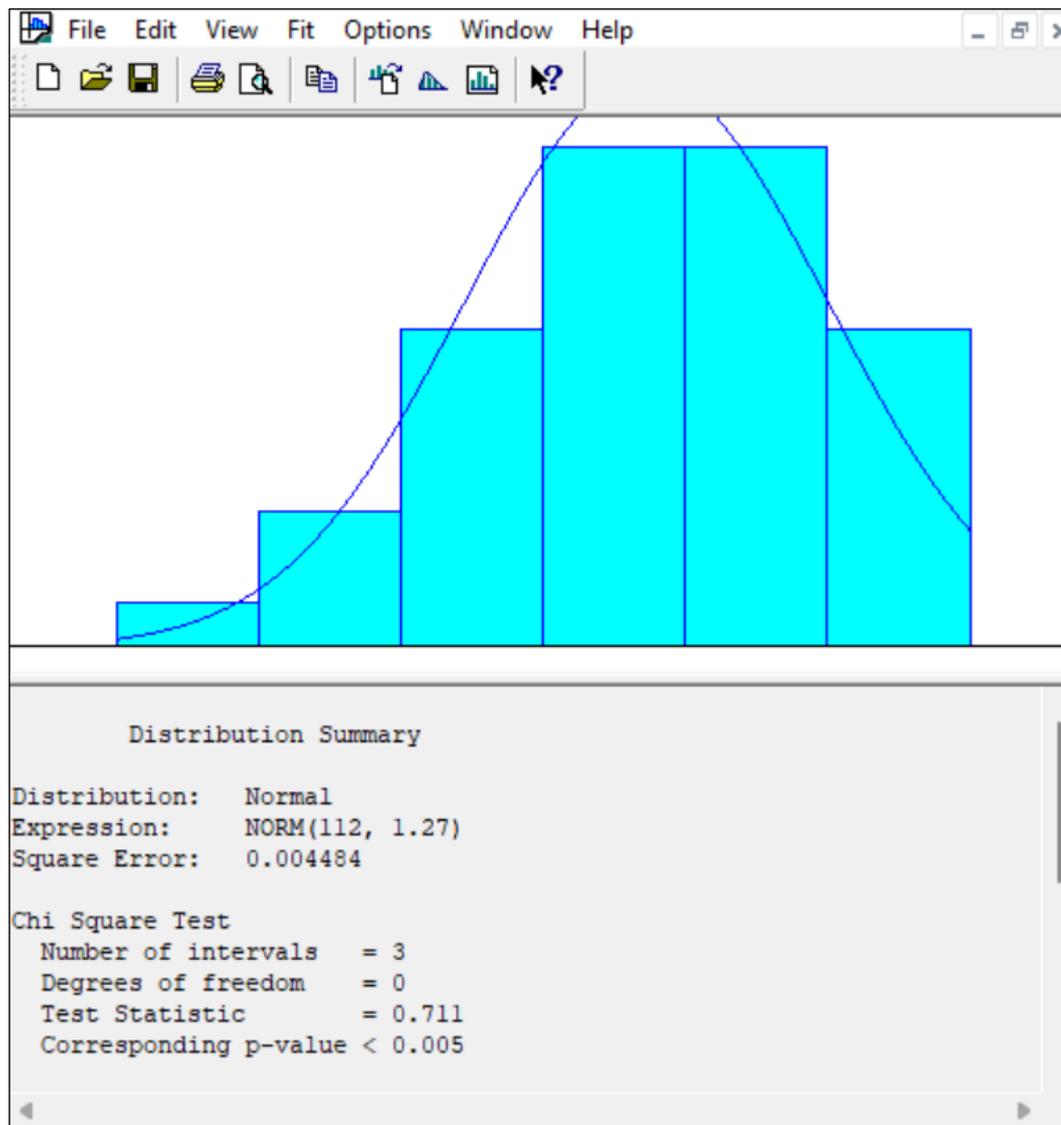




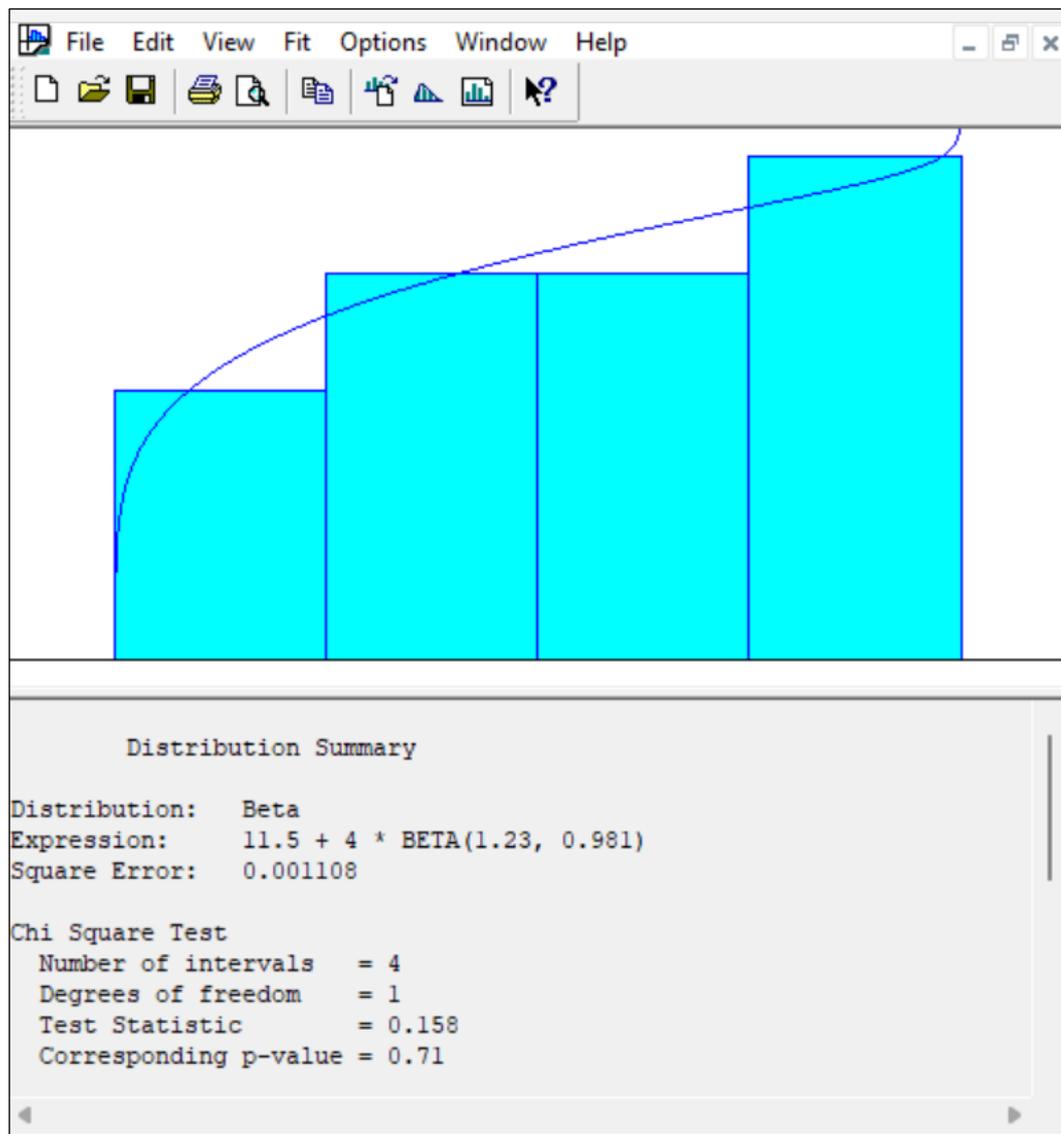
Lampiran B.1 Distribusi Waktu Proses Pemotongan Bordir



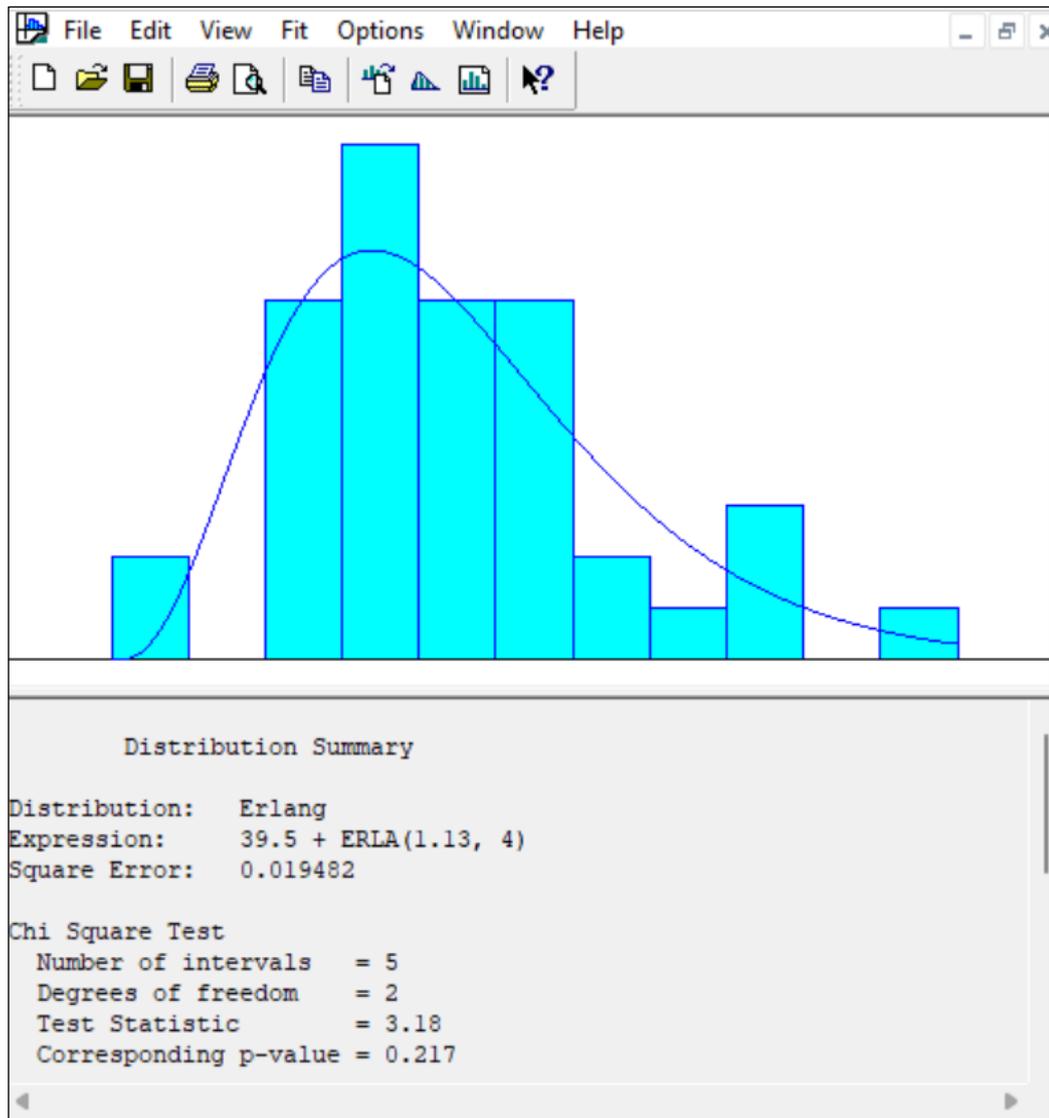
Lampiran B.2 Distribusi Waktu Proses Bordir Komputer Produk Sulam Tangan



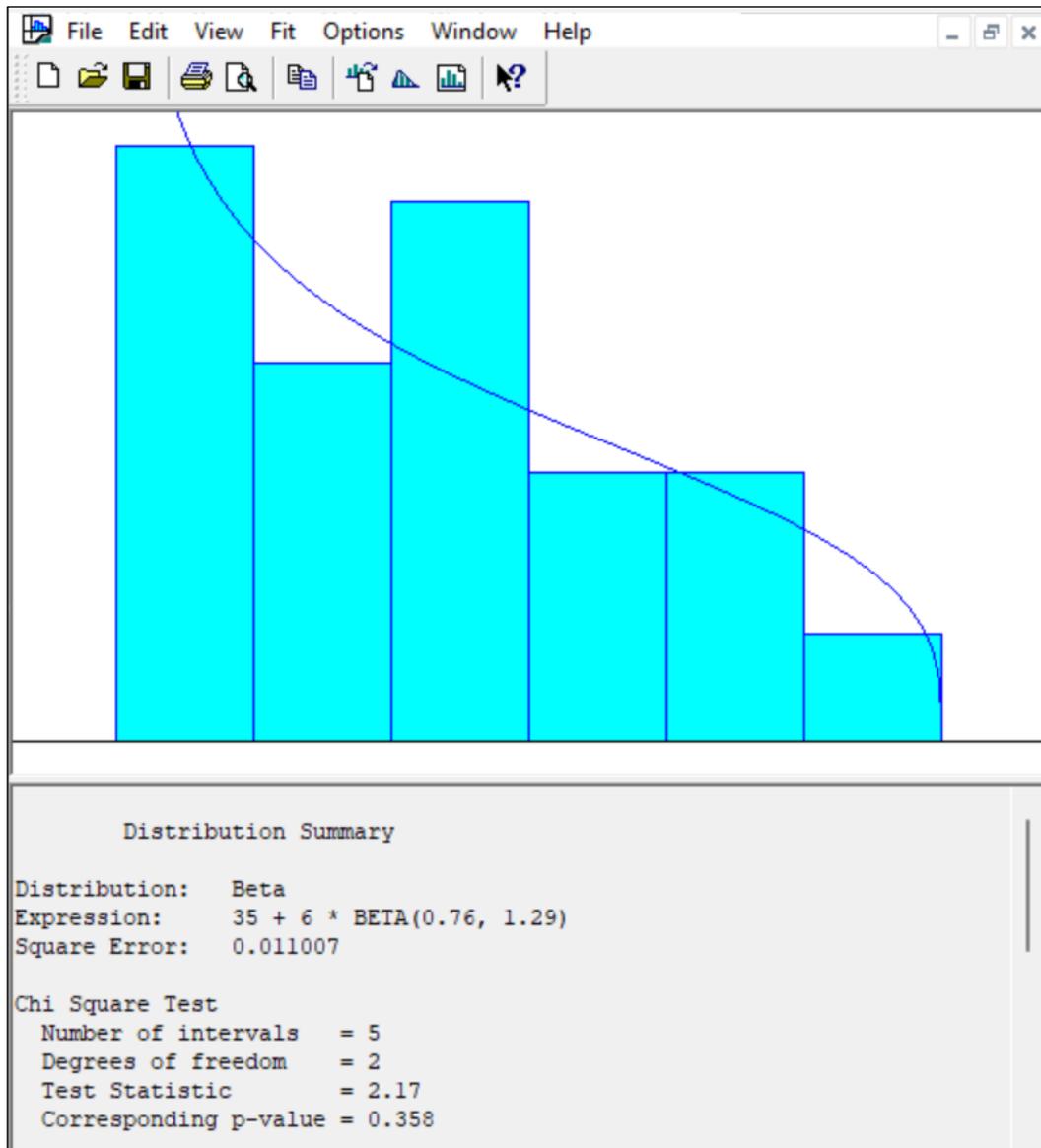
Lampiran B.3 Distribusi Waktu Proses Bordir Komputer Produk Bordir



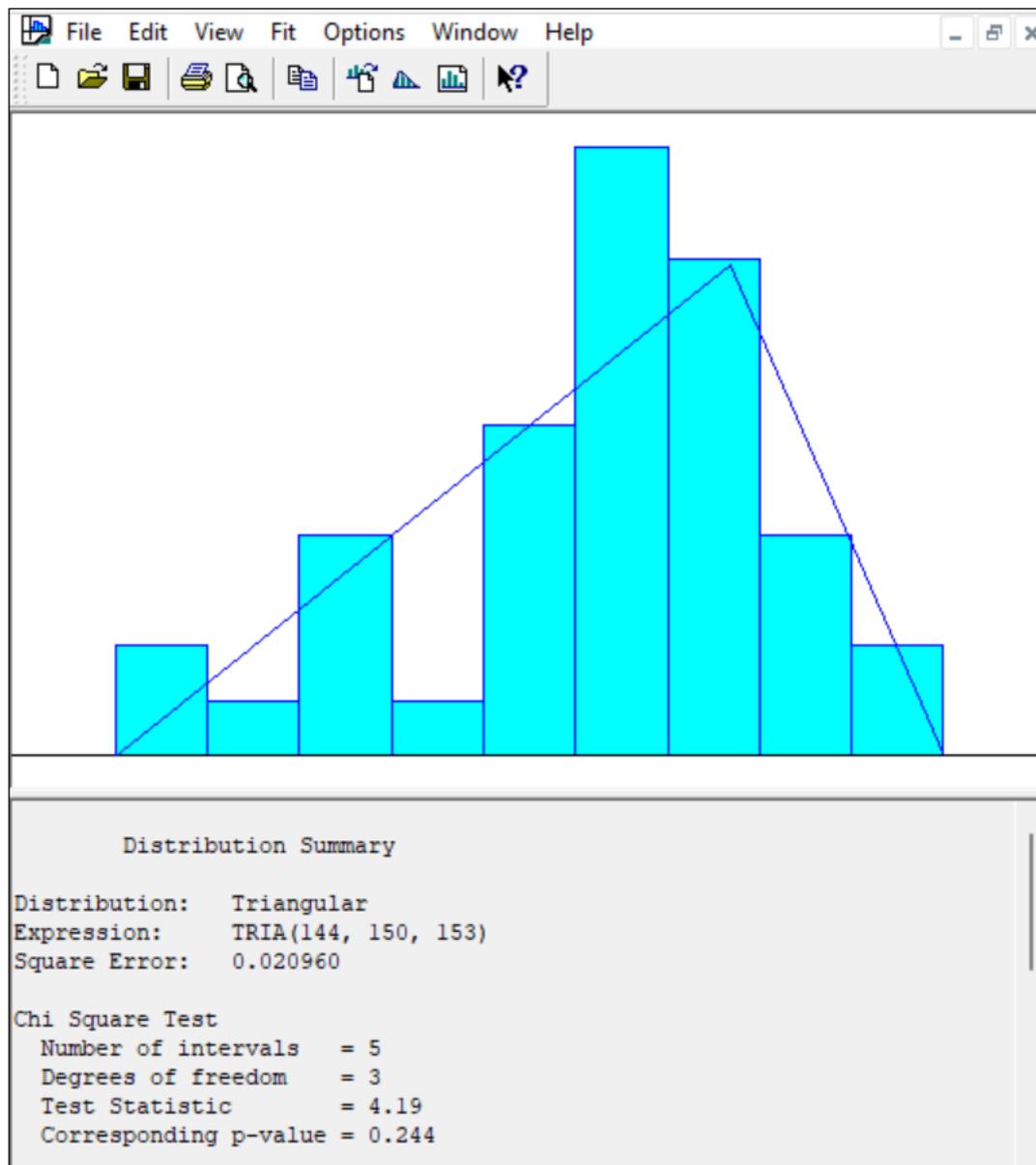
Lampiran B.4 Distribusi Waktu Proses Pembersihan Kertas Produk Sulam Tangan



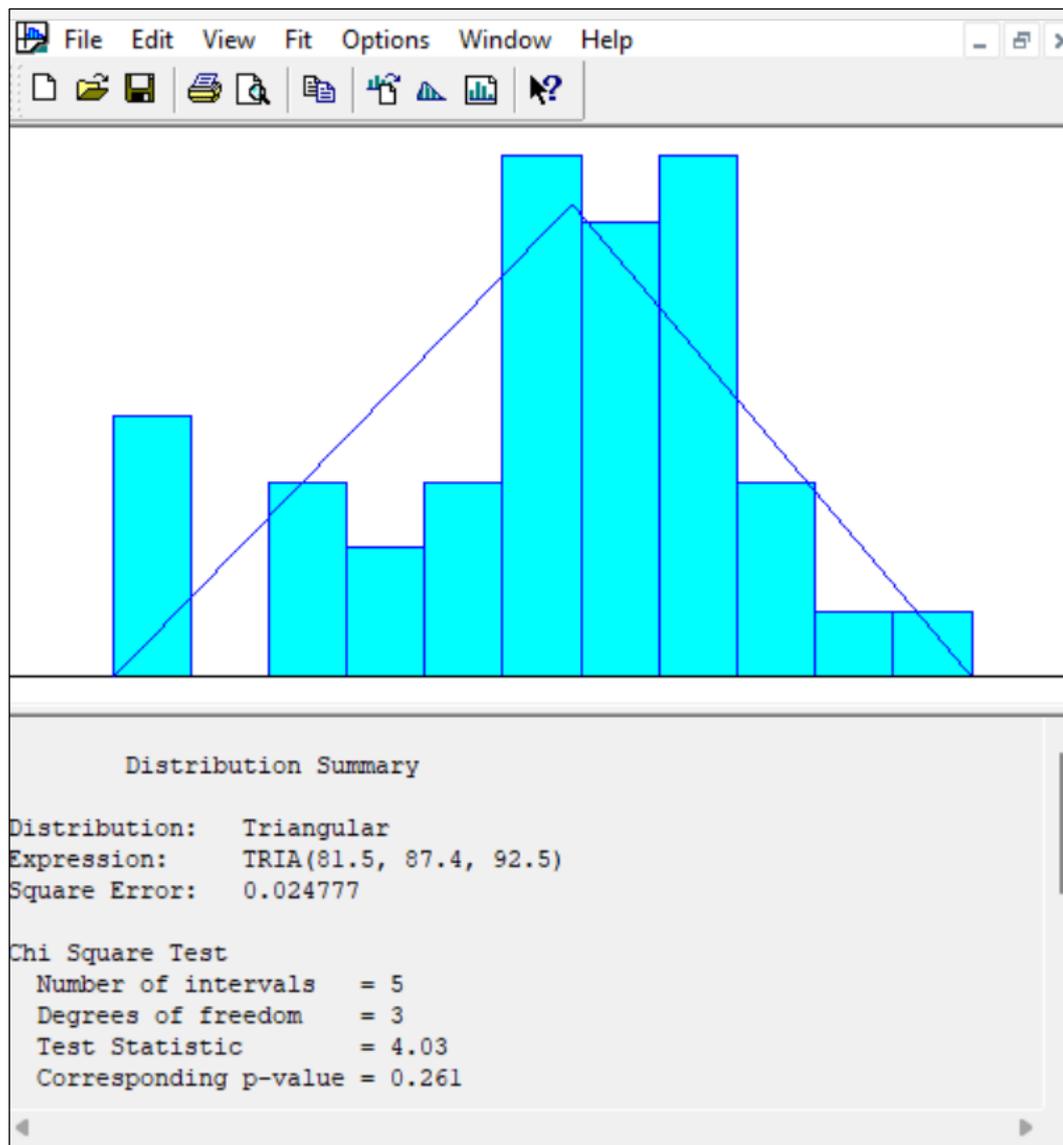
Lampiran B.5 Distribusi Waktu Proses Pembersihan Kertas Produk Bordir



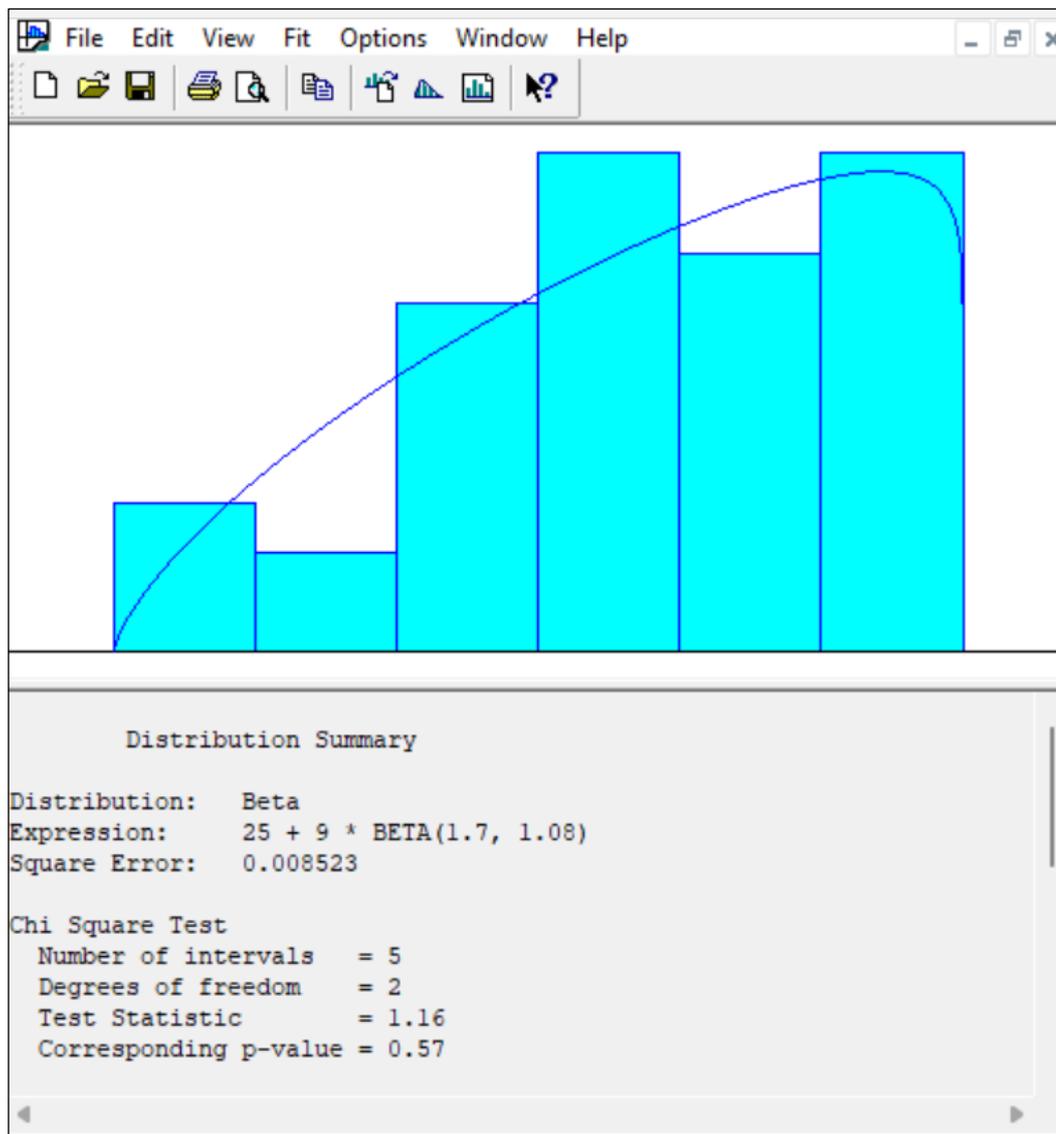
Lampiran B.6 Distribusi Waktu Proses Pencabutan Benang



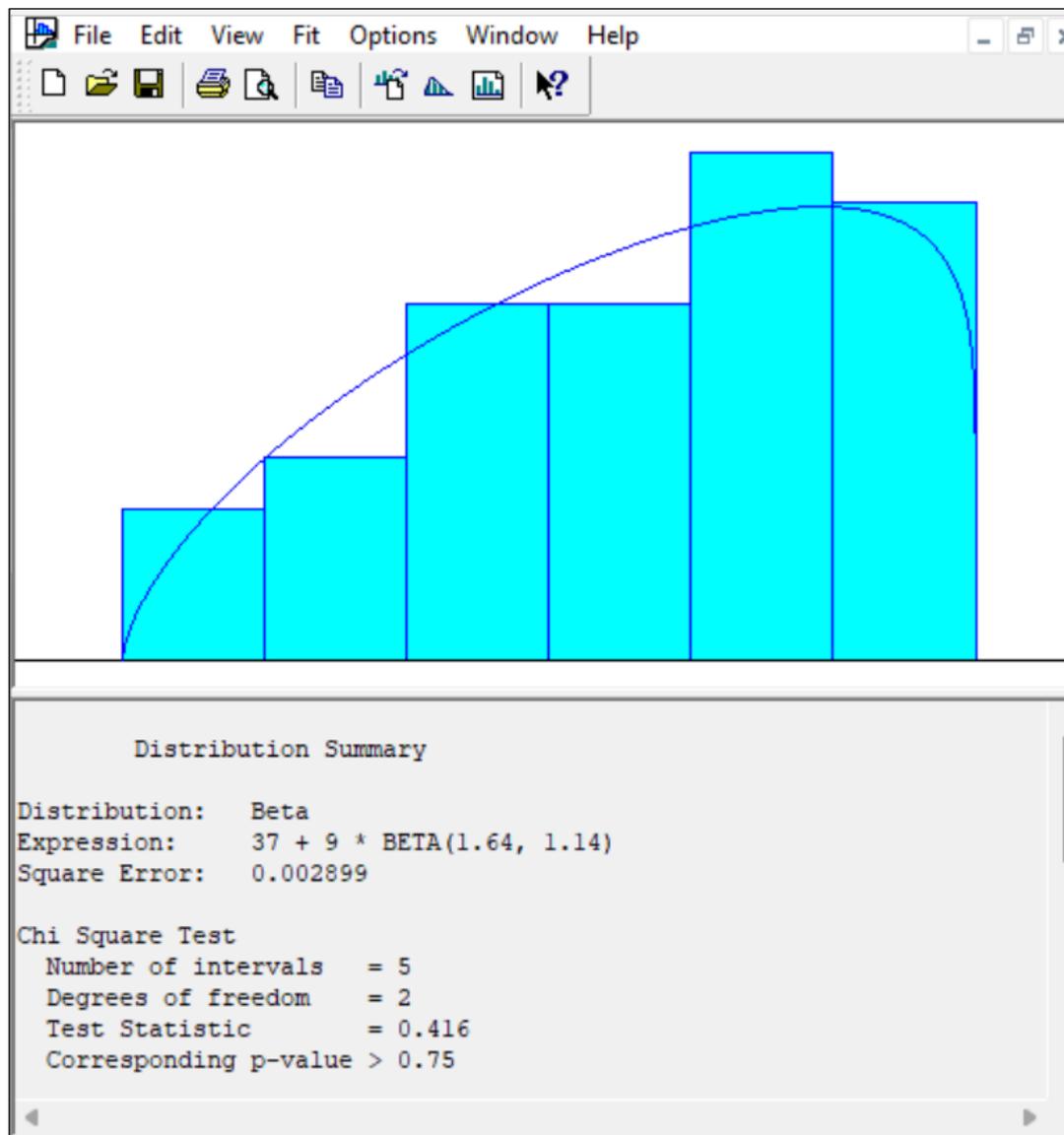
Lampiran B.7 Distribusi Waktu Proses Sulam Tangan



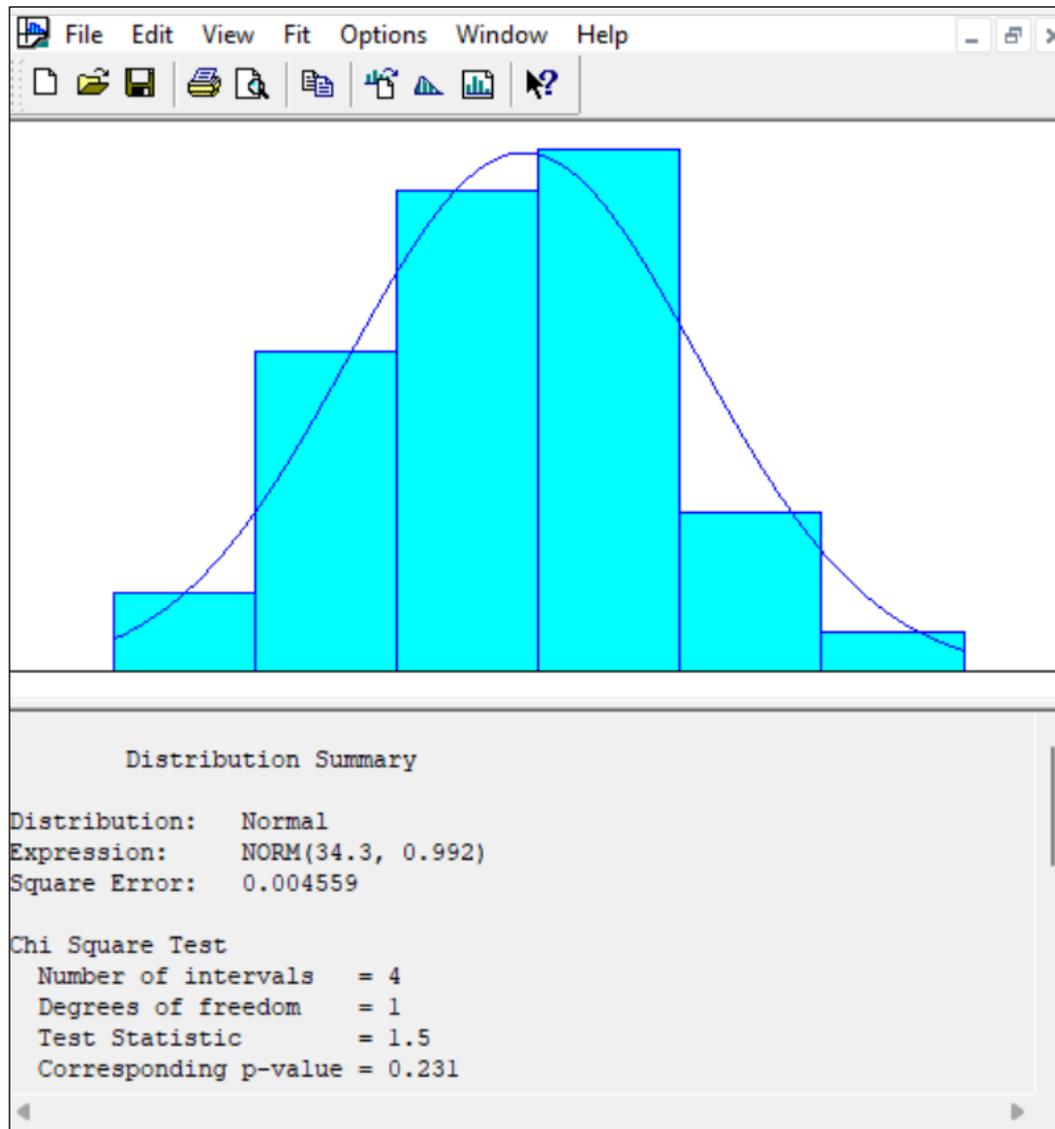
Lampiran B.8 Distribusi Waktu Proses Pemotongan Akhir Sulam Tangan



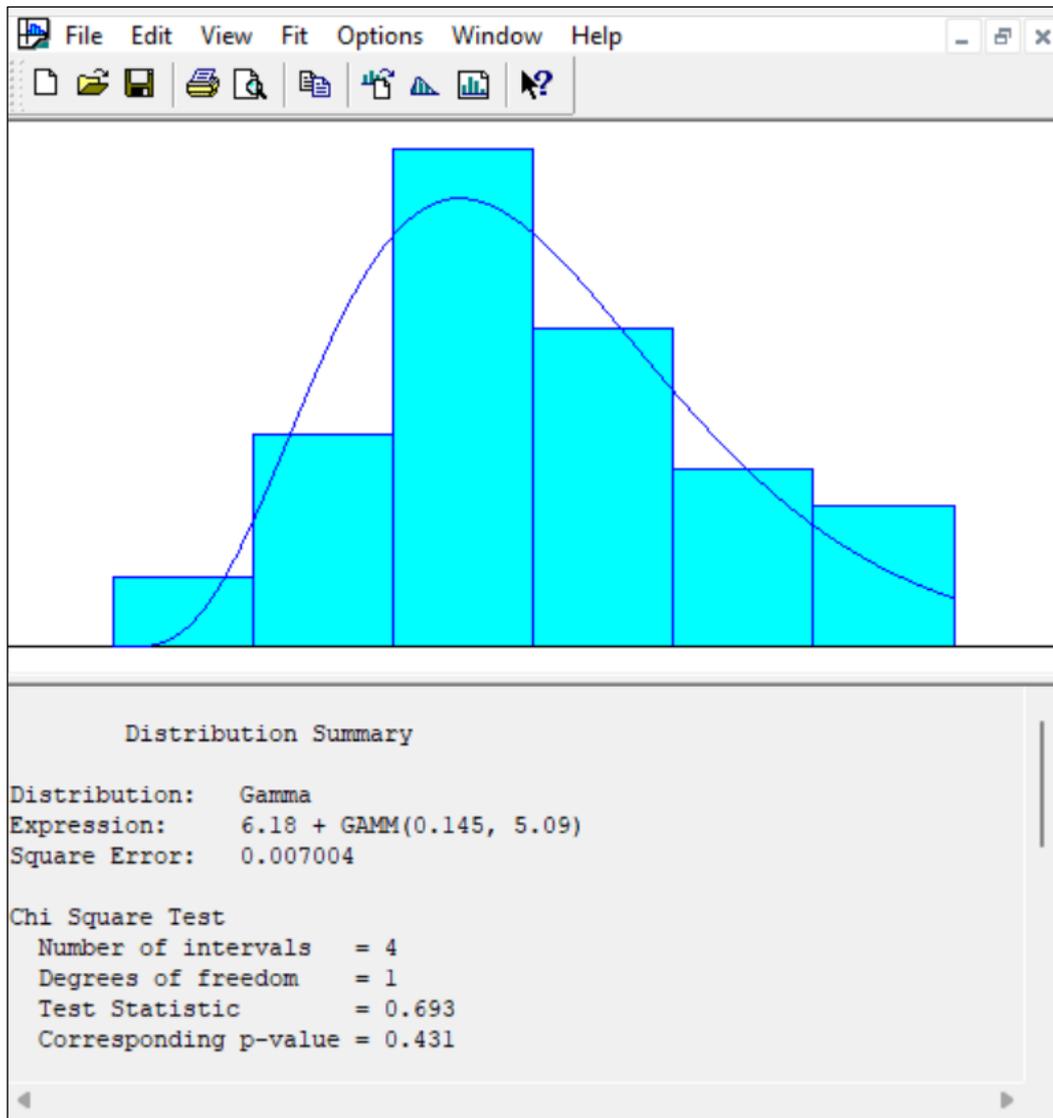
Lampiran B.9 Distribusi Waktu Proses Jahit Badan 1



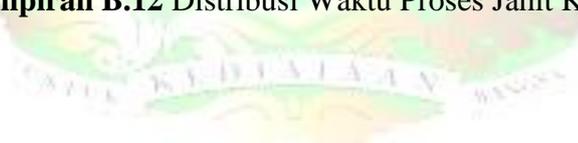
Lampiran B.10 Distribusi Waktu Proses Jahit Badan 2

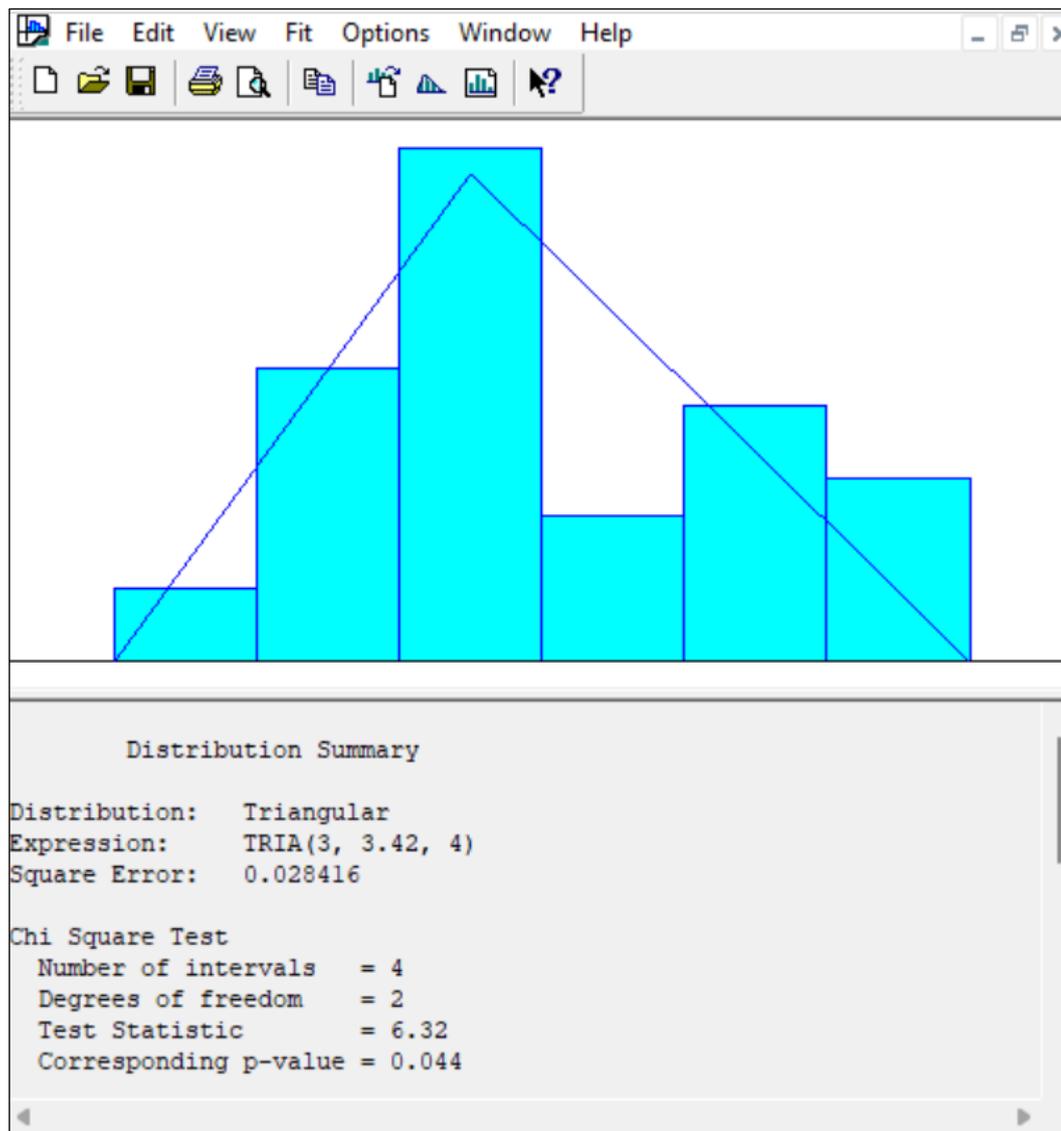


Lampiran B.11 Distribusi Waktu Proses Jahit Badan 3

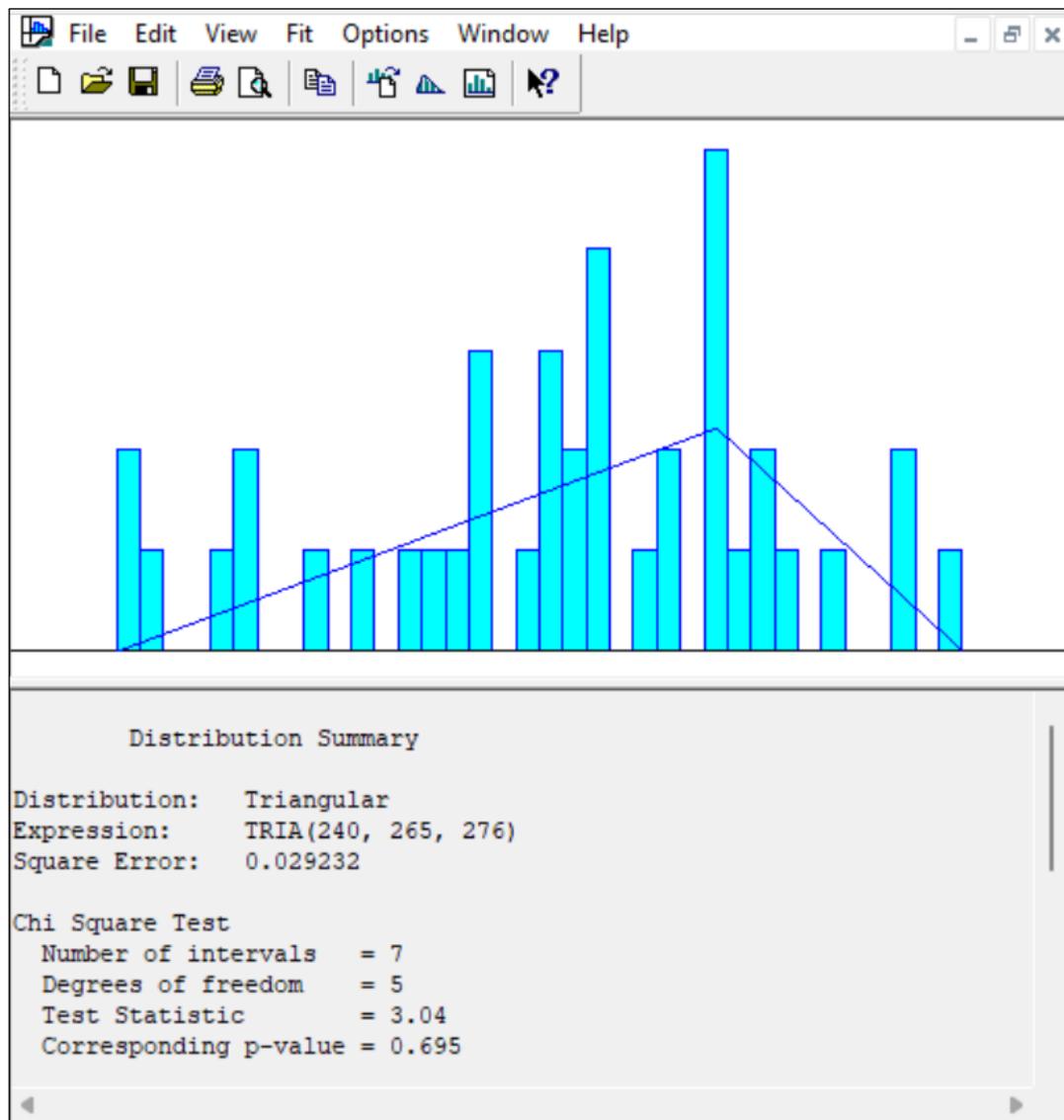


Lampiran B.12 Distribusi Waktu Proses Jahit Kerah

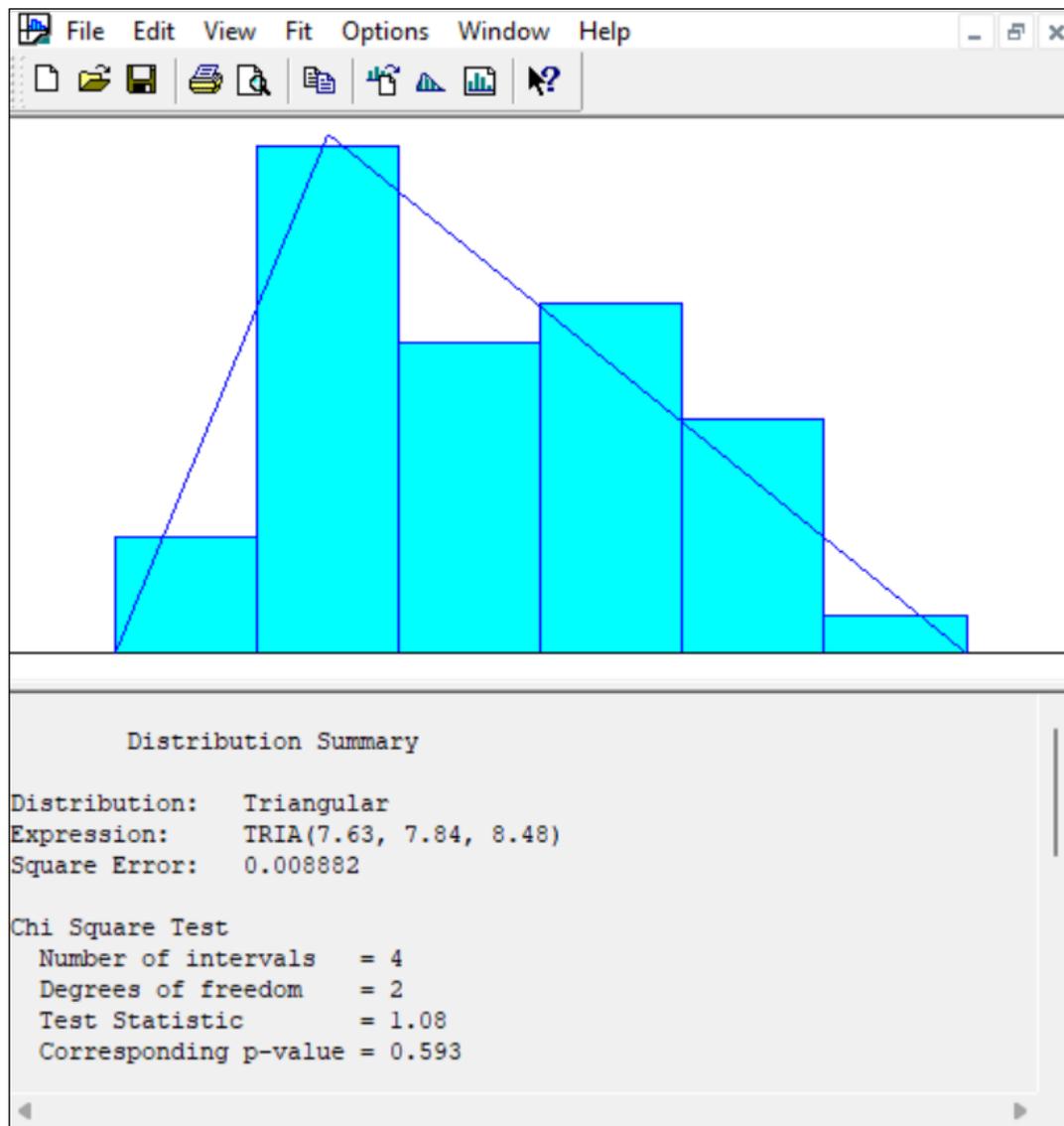




Lampiran B.13 Distribusi Waktu Proses Pemasangan Kancing



Lampiran B.14 Distribusi Waktu Proses *Laundry*



Lampiran B.15 Distribusi Waktu Proses *Packing*

The logo of Universitas Andalas is a shield-shaped emblem. At the top, a banner reads "UNIVERSITAS ANDALAS". The central part of the shield features a green landscape with a white boat on a body of water, a red flame or torch, and a sunburst at the top. At the bottom, another banner contains the motto "SINERGI KEDIRIAAN BANGSA".

LAMPIRAN C

(Perhitungan Biaya Transportasi)

Lampiran C.1 Perhitungan Biaya Transportasi

Dari	Ke	Jarak (Meter)	Biaya Transportasi (Rupiah)	Jumlah Transportasi				Biaya Transportasi			
				Current	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Current	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Pemotongan Awal Sulam Tangan	Bordir Komputer	3000	Rp 9.000	20	20	20	20	Rp 180.000	Rp 180.000	Rp 180.000	Rp 180.000
Pemotongan Kain Bordir	Bordir Komputer	3000	Rp 9.000	20	22	22	22	Rp 180.000	Rp 198.000	Rp 198.000	Rp 198.000
Bordir Komputer	Pencabutan Benang	38300	Rp 68.600	17	17	22	22	Rp 1.166.200	Rp 1.166.200	Rp 1.509.200	Rp 1.509.200
Pencabutan Benang	Sulam Tangan	290	Rp 8.000	16	17	21	44	Rp 128.000	Rp 136.000	Rp 168.000	Rp 352.000
Sulam Tangan	Pemotongan Akhir	36000	Rp 64.000	16	51	70	70	Rp 1.024.000	Rp 3.264.000	Rp 4.480.000	Rp 4.480.000
Bordir Komputer	<i>Batching</i>	3000	Rp 9.000	16	16	20	20	Rp 144.000	Rp 144.000	Rp 180.000	Rp 180.000
Pemotongan Akhir	<i>Batching</i>	100	Rp 8.000	15	51	70	70	Rp 120.000	Rp 408.000	Rp 560.000	Rp 560.000
<i>Batching</i>	Jahit Badan 1	10100	Rp 20.200	63	51	77	68	Rp 1.272.600	Rp 1.030.200	Rp 1.555.400	Rp 1.373.600
<i>Batching</i>	Jahit Badan 2	10200	Rp 20.400	60	92	100	99	Rp 1.224.000	Rp 1.876.800	Rp 2.040.000	Rp 2.019.600
<i>Batching</i>	Jahit Badan 3	3000	Rp 9.000	52	55	71	84	Rp 468.000	Rp 495.000	Rp 639.000	Rp 756.000
Jahit Badan 1	Jahit Kerah	6600	Rp 13.200	57	50	61	67	Rp 752.400	Rp 660.000	Rp 805.200	Rp 884.400
Jahit Badan 2	Jahit Kerah	6500	Rp 13.000	60	90	98	99	Rp 780.000	Rp 1.170.000	Rp 1.274.000	Rp 1.287.000
Jahit Badan 3	Jahit Kerah	300	Rp 8.000	52	54	70	84	Rp 416.000	Rp 432.000	Rp 560.000	Rp 672.000
Jahit Kerah	Pemasangan Kancing	150	Rp 8.000	55	59	70	78	Rp 440.000	Rp 472.000	Rp 560.000	Rp 624.000
Pemasangan Kancing	<i>Laundry</i>	350	Rp 8.000	54	110	132	147	Rp 432.000	Rp 880.000	Rp 1.056.000	Rp 1.176.000
<i>Laundry</i>	<i>Packing</i>	500	Rp 8.000	55	110	132	146	Rp 440.000	Rp 880.000	Rp 1.056.000	Rp 1.168.000
Total Biaya Transportasi								Rp 9.167.200	Rp 13.392.200	Rp 16.820.800	Rp 17.419.800

