

**EVALUASI DAN USULAN PERBAIKAN TATA ALIR PRODUKSI
PADA XYZ FURNITURE MENGGUNAKAN PENDEKATAN
DISCRETE EVENT SIMULATION (DES)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Daffa Allamsyah
No. Mahasiswa : 22522141

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2026**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 2 Juni 2026



Handwritten signature of Daffa Alamsyah.

Daffa Alamsyah
22522141

SURAT BUKTI PENELITIAN



FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI

Gedung KH. Masi Mansur
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kalbarang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext. 4110, 4100
F. (0274) 895007
E. fti@uii.ac.id
W. fti.uii.ac.id

No : 07/Kaprodi.TI.S1/20/Prodi.TI.S1/IV/2025

Hal : Permohonan Pengambilan Data

Lam: 1 Halm.

Kepada Yth :

Direktur Ajeg Mebel

Di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Sehubungan dengan pelaksanaan Penelitian Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia dengan Ketua Tim Peneliti Ir. Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc., IPM, ASEAN Eng., kami mengajukan permohonan izin pengambilan data untuk keperluan penelitian yang akan dilakukan oleh:

1. Nama : Muh Rifki Dwi Nugraha
NIM : 22522093
2. Nama : Muhammad Dava Aji
NIM : 22522125
3. Nama : Amanda Trixie Alsyaviar
NIM : 22522130
4. Nama : Daffa Allamsyah
NIM : 22522141
5. Nama : Demas Rakha Freeporta
NIM : 22522306
6. Nama : Bintang Nairah Yuan
NIM : 23522114
7. Nama : Alan Bayu Kusuma
NIM : 23522266

Adapun metode pengambilan data akan dilakukan melalui observasi dan wawancara langsung kepada pihak-pihak yang terlibat langsung dalam proses produksi dan pemasaran perusahaan. Data yang diperoleh nantinya akan digunakan sebagai bahan analisis dalam penyusunan penelitian mahasiswa yang bersangkutan.

Demikian surat ini kami sampaikan. Atas perhatian dan kerja samanya, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb



FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI

Gedung KH. Mas Mansur
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kalirejo km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext. 4110, 4100
F. (0274) 895007
E. fti@uii.ac.id
W. fti.uii.ac.id

Yogyakarta, 1 Desember 2025

Ketua Program Studi Teknik Industri
Program Sarjana,



Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomos S.T., M.Sc., Ph.D., IPM

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR
EVALUASI DAN USULAN PERBAIKAN TATA ALIR PRODUKSI
PADA XYZ FURNITURE MENGGUNAKAN PENDEKATAN
DISCRETE EVENT SIMULATION (DES)



Disusun Oleh :
Nama : Daffa Allamsyah
No. Mahasiswa : 22522141

Yogyakarta, 10 Juni 2026

Dosen Pembimbing

(Ir. Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc., IPM, ASEAN.Eng.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

EVALUASI DAN USULAN PERBAIKAN TATA ALIR PRODUKSI PADA XYZ FURNITURE MENGGUNAKAN PENDEKATAN DISCRETE EVENT SIMULATION (DES)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Daffa Allamsyah

No. Mahasiswa : 22522141

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 1 Juli 2026

Tim Penguji

Ir. Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc., IPM,
ASEAN.Eng

Ketua

Dr. Sri Indrawati, S.T., M.Eng.

Anggota I

Didin Dwi Novianto, S.T., M.LSCM

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM
NIK. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur dan penghargaan yang mendalam, Tugas Akhir ini saya persembahkan sepenuh hati kepada Bapak Bahaudin dan Ibu Sunarsih, kedua orang tua tercinta. Terimakasih atas doa, dukungan, dan pengorbanan yang tidak pernah putus selama perjalanan ini. Kehadiran dan kasih sayang Bapak dan Ibu menjadi motivasi terbesar dalam setiap langkah yang saya tempuh. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada Ibu Ir. Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc., IPM, ASEAN.Eng. Selaku dosen pembimbing yang luar biasa. Bimbingan, arahan, serta kesabaran beliau telah membantu saya melewati berbagai tantangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan penuh dedikasi dan ketelitian. Selain itu, saya juga berterimakasih kepada seluruh teman-teman yang telah menemani, memberi dukungan, semangat, dan keceriaan selama proses penelitian ini berlangsung. Kebersamaan tersebut sangat berarti bagi saya. Seluruh kontribusi dan bantuan yang telah diberikan menjadi bagian penting yang mengantarkan saya hingga titik ini. Dengan segala kerendahan hati, Tugas Akhir ini saya dedikasikan sebagai bentuk ungkapan terimakasih dan penghargaan atas semua kebaikan yang telah saya terima.

MOTTO

“Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan”
(Q.S. Al-Insyirah ayat 5)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
(Q.S. Al – Baqarah ayat 286)

“Berlelah-lelahlah, karena manisnya hidup terasa setelah lelah berjuang”
(Imam Syafi’i)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Optimasi Proses Produksi Pada XYZ Furniture Menggunakan Pendekatan *Discrete Event Simulation* (DES)” dengan baik dan lancar. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa umat manusia dari kegelapan menuju jalan yang diridhai Allah SWT.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata – 1 pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Dalam proses penyusunannya, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., M.T Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
2. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. Selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Ir. Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc., IPM, ASEAN.Eng. Selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan waktu, arahan, motivasi, dan ilmu dalam penyusunan laporan ini
4. Kedua orang tua penulis Bapak Bahaudin dan Ibu Sunarsih yang tidak lelahnya memberikan doa, motivasi, arahan, dan pengorbanan yang tidak pernah putus selama perjalanan ini.
5. Seluruh karyawan XYZ Furniture yang telah memberikan membantu dan memberikan arahan selama proses penelitian Tugas akhir
6. Sahabat seperjuangan yang telah memberikan doa, dan arahan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh teman-teman Teknik Industri Universitas Islam Indonesia angkatan 22
8. Untuk Daffa Allamsyah, yang telah berjuang dan berusaha dengan sungguh-sungguh dalam setiap langkah hingga pencapaian saat ini.

Penulis Menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun pembaca pada umumnya. *Aamiin Yaa Rabbal 'Aalamiin.*

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 6 Juni 2026


Daffa Allamsyah
 22522141

ABSTRAK

XYZ Furniture salah satu pelaku industri *Furniture* yang memproduksi berbagai produk rumah tangga dengan sistem produksi berdasarkan pesanan (*by order*). Salah satu produk unggulan yaitu *Sofa A 2 Seater* yang mengalami tren kenaikan penjualan yang signifikan sebesar 100% pada periode Juli 2025 hingga Februari 2026. Namun, peningkatan permintaan tersebut belum diimbangi dengan produksi yang memadai. Pemasalahan utama yang dihadapi adalah terjadinya *bottleneck* pada beberapa *workstation* kritis, yaitu proses *assembly* busa, perakitan, dan penghalusan rangka atas, serta *assembly* seluruh komponen, yang menyebabkan *lead time* produksi menjadi panjang dan pemenuhan pesanan menjadi terlambat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi sistem produksi yang berjalan dan memberikan usulan perbaikan guna meningkatkan *output* serta mengurangi *bottleneck*. Pendekatan yang digunakan adalah *Discrete Event Simulation* (DES) yang diimplementasikan melalui *software* FlexSim. Data waktu proses dikumpulkan dari 20 *workstation* dan diolah melalui uji keseragaman data, uji kecukupan data, serta penentuan distribusi menggunakan *Expertfit*. Hasil simulasi model awal menunjukkan bahwa rata-rata *output* produksi hanya 2–3 unit per hari atau setara 832 unit per tahun, yakni hanya 53% dari kapasitas maksimal sebesar 1.560 unit per tahun. Dari tiga skenario perbaikan yang diuji menggunakan uji ANOVA dan uji Bonferroni, Skenario 1 berupa penambahan *workstation assembly* busa dari 3 menjadi 4 unit terpilih sebagai rekomendasi terbaik. Skenario ini mampu meningkatkan *output* sebesar 46,25% menjadi 117 unit per 30 hari kerja dengan investasi paling minimal sebesar Rp3.555.000 dan *net profit* sebesar Rp2.403.136.000 per tahun.

Kata Kunci: *Discrete Event Simulation*, FlexSim, *Bottleneck*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	II
SURAT BUKTI PENELITIAN.....	III
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	V
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	VI
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	VII
MOTTO.....	VIII
KATA PENGANTAR	IX
ABSTRAK.....	X
DAFTAR ISI.....	XI
DAFTAR TABEL.....	XIII
DAFTAR GAMBAR.....	XV
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian.....	5
1.6 Asumsi Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kajian Literatur.....	7
2.2 Landasan Teori.....	12
2.2.1 Sistem Produksi.....	12
2.2.2 <i>Furniture</i>	12
2.2.3 <i>Discrete Event Simulation</i>	13
2.2.4 Software FlexSim.....	14
2.2.5 Verifikasi & Validasi	15
2.2.6 Uji Kecukupan Data	16
2.2.7 Uji Keseragaman Data	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Penentuan Metode Analisis.....	18
3.2 Objek dan Subjek Penelitian.....	19
3.3 Jenis Data.....	19
3.4 Metode Pengumpulan Data.....	20
3.5 Alur Penelitian.....	21
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	25
4.1 Pengumpulan Data.....	25
4.1.1 Profil Perusahaan.....	25
4.1.2 Alur Proses Produksi.....	26

4.1.3 Data Jumlah <i>Workstation</i> dan Operator	28
4.1.4 Waktu Beroperasi	28
4.1.5 Data Kedatangan Bahan Baku	29
4.1.6 Data <i>Process Time Workstation</i>	29
4.2 Pengolahan Data	45
4.2.1 Uji Keseragaman Data	45
4.2.2 Uji Kecukupan data	50
4.2.3 Membangun Model Konseptual	52
4.2.4 Penentuan Uji Distribusi Data <i>Workstation</i>	55
4.2.5 Membangun Model Simulasi Awal	62
4.2.6 Verifikasi dan Validasi Model	63
4.2.7 Membangun Model Eksperimen	69
BAB V PEMBAHASAN	74
5.1 Analisis <i>Output</i> Simulasi pada Model Awal	74
5.2 Desain Eksperimen Dan Pemilihan Alternatif	75
5.2.1 Uji ANOVA	75
5.2.2 Skenario 1	77
5.2.3 Skenario 2	79
5.2.4 Skenario 3	81
5.2.5 Analisis Hasil Desain Eksperimen Dan Pemilihan Alternatif	83
5.2.6 Konsekuensi Tiap Skenario	86
5.2.7 Analisis Finansial Tiap Skenario	87
BAB VI KESIMPULAN	92
6.1 Kesimpulan	92
6.2 Saran	93
DAFTAR PUSTAKA	94
LAMPIRAN	97

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 kajian Literatur	11
Tabel 3. 1 Alternatif Metode	18
Tabel 4. 1 Alur Proses Pembuatan Sofa A	26
Tabel 4. 2 Data Jumlah <i>Workstation</i> dan Operator	28
Tabel 4. 3 Waktu Beroperasi	28
Tabel 4. 4 Bahan Baku Produksi Sofa	29
Tabel 4. 5 Waktu Proses Pemotongan Kayu	30
Tabel 4. 6 Waktu Proses Pengamplasan 1	30
Tabel 4. 7 Waktu Proses Pengamplasan 2	31
Tabel 4. 8 Waktu Proses Penghalusan Rangka Atas 1	31
Tabel 4. 9 Waktu Proses Penghalusan Rangka Atas 2	32
Tabel 4. 10 Waktu Proses Perakitan Rangka Atas 1	33
Tabel 4. 11 Waktu Proses Perakitan Rangka Atas 2	33
Tabel 4. 12 Waktu Proses Penghalusan Rangka Bawah 1	34
Tabel 4. 13 Waktu Proses Penghalusan Rangka Bawah 2	34
Tabel 4. 14 Perakitan Rangka Bawah 1	35
Tabel 4. 15 Perakitan Rangka bawah 2	35
Tabel 4. 16 Waktu Proses <i>Bleaching</i>	36
Tabel 4. 17 Waktu Proses Pewarnaan	37
Tabel 4. 18 Waktu Proses Pemotongan Busa	37
Tabel 4. 19 Pembuatan Bantal 1	38
Tabel 4. 20 Pembuatan Bantal 2	38
Tabel 4. 21 Waktu Proses <i>Assembly</i> Busa 1	39
Tabel 4. 22 Waktu Proses <i>Assembly</i> Busa 2	39
Tabel 4. 23 Waktu Proses <i>Assembly</i> Busa 3	40
Tabel 4. 24 Waktu Proses Pemotongan Kain	41
Tabel 4. 25 Waktu Proses Penjahitan Kain Sofa 1	41
Tabel 4. 26 Waktu Proses Penjahitan Kain Sofa 2	42
Tabel 4. 27 Waktu Proses Penjahitan Kain Sofa 3	42
Tabel 4. 28 Waktu Proses <i>Assembly</i> Seluruh Komponen 1	43
Tabel 4. 29 Waktu Proses <i>Assembly</i> Seluruh Komponen 2	44
Tabel 4. 30 Waktu Proses <i>Assembly</i> Seluruh Komponen 3	44
Tabel 4. 31 Waktu Proses <i>Assembly</i> Seluruh Komponen 4	45
Tabel 4. 32 Hasil Keseragaman Data	49
Tabel 4. 33 Uji Kecukupan Data Pemotongan Kayu	50
Tabel 4. 34 Hasil Keseluruhan Uji Kecukupan Data	51
Tabel 4. 35 Hasil Pengolahan Data <i>Expertfit</i> Keseluruhan	60
Tabel 4. 36 Data Hasil Simulasi Dan Data Sistem Nyata	63
Tabel 4. 37 Perhitungan Rata-Rata dan Standar Deviasi	64
Tabel 4. 38 Perhitungan <i>Chi Square</i>	66
Tabel 4. 39 Hasil <i>Chi Square</i>	67
Tabel 4. 40 Kesimpulan Hasil <i>Statistical Test</i>	68
Tabel 4. 41 Data <i>Summary</i> Perbandingan Model Awal Dengan Model Skenario 1	70
Tabel 4. 42 Data <i>Summary</i> Perbandingan Model Awal Dengan Model Skenario 2	71
Tabel 4. 43 Data <i>Summary</i> Perbandingan Model Awal Dengan Model Skenario 3	72

Tabel 5. 1 Hasil Perbandingan <i>Output</i> Proses Produksi.....	74
Tabel 5. 2 Perbandingan Data Model Awal Dengan Skenario	75
Tabel 5. 3 Hasil Uji ANOVA.....	77
Tabel 5. 4 Hasil Perbandingan Model Awal dengan Model Skenario 1	77
Tabel 5. 5 Hasil Uji Bonferroni Skenario 1	79
Tabel 5. 6 Hasil Perbandingan Model Awal dengan Model Skenario 2	80
Tabel 5. 7 Hasil Uji Bonferroni Skenario 2	81
Tabel 5. 8 Hasil Perbandingan Model Awal dengan Model Skenario 3	82
Tabel 5. 9 Hasil Uji Bonferroni Skenario 3	83
Tabel 5. 10 Persentase Peningkatan Skenario Alternatif	84
Tabel 5. 11 Persentase Ketercapaian Kapasitas	85
Tabel 5. 12 Konsekuensi Tiap Skenario.....	86
Tabel 5. 13 Biaya Investasi Skenario 1	87
Tabel 5. 14 Biaya Investasi Skenario 2	88
Tabel 5. 15 Biaya Investasi Skenario 3	88
Tabel 5. 16 Gaji Operator Masing Masing Skenario	89
Tabel 5. 17 Rincian Pendapatan Tambahan	90
Tabel 5. 18 <i>Net Profit</i> Antar Skenario.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Volume Penjualan Sofa A 2 <i>Seater</i> Periode Bulan Juli 2025 – Februari 2026.....	2
Gambar 3. 2 Alur Penelitian.....	21
Gambar 4. 1 Alur Proses Pembuatan Sofa A	26
Gambar 4. 2 <i>Software</i> SPSS.....	46
Gambar 4. 3 <i>Data View</i>	46
Gambar 4. 4 <i>Variabel View</i>	46
Gambar 4. 5 Memilih <i>Control Chart</i>	47
Gambar 4. 6 <i>Menu Control Chart</i>	47
Gambar 4. 7 <i>Menu Individuals And Moving Average</i>	48
Gambar 4. 8 Hasil Uji Keseragaman Data	48
Gambar 4. 9 BOM Produk Sofa A 2 <i>Seater</i>	53
Gambar 4. 10 OPC Proses Produksi Sofa A 2 <i>Seater</i>	54
Gambar 4. 11 Menu Awal <i>Software</i> FlexSim 2021	55
Gambar 4. 12 <i>Menu Expertfit</i>	55
Gambar 4. 13 <i>Project Element Editing</i>	56
Gambar 4. 14 <i>Project Directory</i>	56
Gambar 4. 15 <i>Enter Data Options</i>	57
Gambar 4. 16 <i>Result Data Editor</i>	58
Gambar 4. 17 <i>Result Automatted Fitting</i>	58
Gambar 4. 18 <i>Interface Data Analyst</i>	59
Gambar 4. 19 <i>Result Distribution</i>	59
Gambar 4. 20 <i>Input Process Time Workstation</i>	60
Gambar 4. 21 Model Simulasi Awal.....	63
Gambar 4. 22 <i>Dashboard</i> Proses Produksi	69
Gambar 4. 23 Grafik Hasil Perbandingan Model Awal Dengan Model Skenario 1	70
Gambar 4. 24 Grafik Hasil Perbandingan Model Awal Dengan Model Skenario 2	71
Gambar 4. 25 Grafik Hasil Perbandingan Model Awal Dengan Model Skenario 3	72
Gambar 5. 1 Hasil Desain Eksperimen Skenario	84

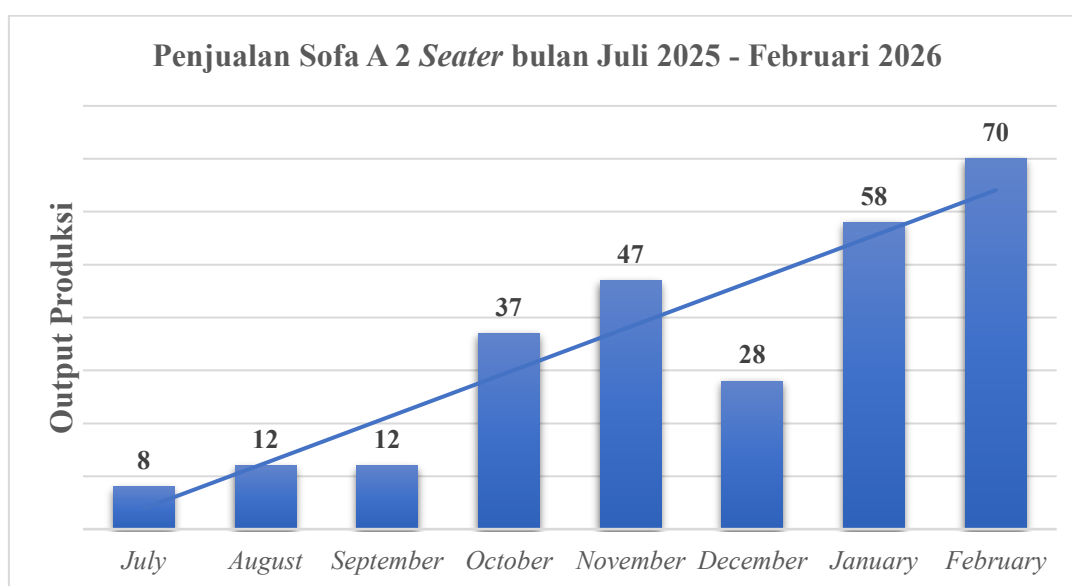
BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri *Furniture* di Indonesia terus berkembang seiring meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap produk yang baik secara fungsional, maupun secara estetika. Secara nasional, ekspor *Furniture* Indonesia menunjukkan tren pertumbuhan positif pada periode 2016–2020 dan menjadi komoditas unggulan ekonomi kreatif, dengan Amerika Serikat sebagai pasar utama yang menyerap sekitar 58,5% dari total ekspor (Herliana et al., 2023). Selain itu, jumlah penduduk Indonesia diperkirakan terus meningkat setiap tahunnya, seiring dengan perubahan kondisi sosial yang tengah berlangsung, di mana masyarakat cenderung mengutamakan kenyamanan serta nilai estetika dalam memilih *Furniture*. Selain itu, perubahan gaya hidup masyarakat perkotaan akibat dinamika sosial dan budaya, seperti meningkatnya hunian apartemen atau rumah dengan keterbatasan lahan karena mahalannya harga tanah, menuntut pemilihan *Furniture* yang tepat agar ruang dapat berfungsi secara optimal dan memberikan kenyamanan bagi penggunanya (Stephani & Nuradhi, 2024).

XYZ Furniture merupakan salah satu pelaku industri *Furniture* dengan fokus pada produk-produk rumah tangga yang mengutamakan kualitas, ketahanan produk, serta nilai estetika. XYZ Furniture menerapkan sistem produksi berdasarkan pesanan (*by order*). XYZ Furniture memproduksi mulai dari kebutuhan peralatan ruang tamu, dapur, dan ruang tidur. Pada periode tertentu, XYZ Furniture mampu memproduksi secara keseluruhan mencapai hingga ± 150 unit per bulan, yang mencerminkan tingginya minat pasar terhadap produk tersebut. Salah satu produk unggulan sekaligus yang paling laris di XYZ Furniture adalah Sofa A, yang memiliki tingkat permintaan relatif lebih tinggi dibandingkan produk lainnya. Sofa A memiliki banyak varian mulai dari Sofa A 2 *Seater*, Sofa A 3 *Seater* dan Sofa A sudut. Salah satu produk unggulan yaitu. Secara karakteristik, Sofa A 2 *Seater* mengungsung gaya Japandi yang multifungsi dan *space saving*. Untuk menciptakan suasana ruang yang nyaman bagi penggunanya, struktur penyusun sofa ini mengimbinasikan rangka kayu jati, dipadukan dengan bantal busa yang empuk, serta dibalut oleh kain pelapis luar yang dirancang khusus untuk memberikan kenyamanan saat bersantai. Karakteristik fungsional dan estetika ini

menjadikannya sangat ideal serta diminati oleh keluarga muda maupun penghuni apartemen dengan keterbatasan lahan. Tingginya permintaan terhadap Sofa A 2 *Seater* menjadikan produk ini sebagai salah satu fokus utama dalam aktivitas produksi perusahaan. Kondisi ini mendorong perusahaan untuk terus meningkatkan efisiensi proses produksi serta pengelolaan sumber daya agar mampu memenuhi permintaan pelanggan secara optimal. Hal ini dibuktikan dengan adanya tren kenaikan penjualan yang signifikan sebesar 100% dari bulan Juli 2025 hingga bulan Februari 2026 dengan total penjualan sebanyak 272 unit, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.1:



Gambar 1. 1 Volume Penjualan Sofa A 2 *Seater* Periode Bulan Juli 2025 – Februari 2026

Meskipun dihadapkan pada tren permintaan yang terus meningkat, XYZ Furniture saat ini menghadapi kesulitan dalam memenuhi pesanan pelanggan akibat ketidakefisienan operasional. Permasalahan utama yang paling mendesak di rantai produksi adalah terjadinya *bottleneck* yang parah pada beberapa *workstation* kritis. Keterantungan alur proses yang tinggi menyebabkan aliran material terhambat secara signifikan, khususnya pada *workstation assembly* busa, *assembly* seluruh komponen, dan perakitan dan penghalusan rangka atas. Ketidakmampuan *workstation* kerja tersebut dalam mengimbangi laju permintaan material memicu work in process dan antrean panjang. Akibat *bottleneck* yang tidak tertangani membuat *idle* mesin lain meningkat, pemenuhan pesanan yang terlambat, dan *lead time* produksi menjadi sangat panjang. Keterlambatan ini berpotensi merugikan perusahaan karena memicu risiko pembatalan pesanan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu pendekatan yang mampu menggambarkan kondisi sistem produksi secara menyeluruh dan dinamis. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Discrete Event Simulation* (DES), metode yang dikembangkan untuk memodelkan sistem produksi yang mengalami perubahan keadaan akibat terjadinya kejadian-kejadian diskrit, seperti masuknya bahan baku, terjadinya antrian pada stasiun kerja, berlangsungnya proses produksi, hingga selesainya produk (Kampa et al., 2017). DES tepat digunakan untuk permasalahan ini karena mampu menggambarkan kondisi sistem produksi secara rinci pada level operasional, khususnya yang berkaitan dengan variasi waktu proses, antrian, serta interaksi antar *workstation*. Dengan demikian, penelitian ini menggunakan pendekatan DES yang diimplementasikan melalui *software* FlexSim sebagai alat bantu pemodelan sistem produksi.

Metode simulasi memungkinkan penarikan kesimpulan terhadap suatu sistem baru tanpa harus membangunnya terlebih dahulu, serta memungkinkan evaluasi perubahan pada sistem yang sudah ada tanpa mengganggu aktivitas operasional yang sedang berlangsung. Simulasi digunakan sebagai pendekatan penyelesaian masalah karena mampu menekan biaya, waktu, dan tenaga, serta lebih ramah lingkungan karena meminimalkan proses *trial and error*. Selain itu, simulasi memiliki kemampuan yang tinggi dalam memberikan penilaian kinerja sistem yang kompleks secara lebih akurat, sekaligus berfungsi sebagai alat pendukung pengambilan keputusan. Dengan demikian, penggunaan FlexSim diharapkan dapat membantu dalam mengidentifikasi *bottleneck* dan menentukan alternatif optimasi proses produksi yang paling efektif (Ramdhani et al., 2022).

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kinerja sistem produksi Sofa A di XYZ Furniture serta menghasilkan usulan optimasi proses produksi yang efektif. Melalui penerapan DES, diharapkan perusahaan dapat meningkatkan *throughput*, menurunkan *lead time*, dan memaksimalkan pemanfaatan sumber daya yang ada. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi manajemen XYZ Furniture dalam pengambilan keputusan operasional, serta menjadi referensi akademik bagi pengembangan penelitian serupa di bidang sistem produksi dan simulasi. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis dan teoritis yang bermanfaat bagi perusahaan maupun dunia akademik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan pada latar belakang, penelitian ini merumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi sistem alur proses produksi yang berjalan di XYZ Furniture berdasarkan hasil analisis yang dilakukan?
2. Bagaimana usulan perbaikan yang dapat diterapkan untuk meningkatkan *output* produksi dan mengurangi *bottleneck* pada XYZ Furniture ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Mampu menganalisis kondisi sistem alur proses produksi yang berjalan di XYZ Furniture berdasarkan hasil analisis yang dilakukan.
2. Mampu memberikan usulan perbaikan yang dapat diterapkan untuk meningkatkan *output* produksi dan mengurangi *bottleneck*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun terdapat beberapa manfaat penelitian kali ini:

A. Bagi Perusahaan

1. Memberikan gambaran kinerja sistem produksi Sofa A di XYZ Furniture secara menyeluruh dengan bantuan *software* FlexSim.
2. Menjadi dasar evaluasi dan perbandingan alternatif perbaikan proses produksi tanpa mengganggu operasional.
3. Mendukung pengambilan keputusan manajerial berbasis analisis dan simulasi sistem.

B. Bagi Perguruan Tinggi

1. Mendorong pengembangan penelitian lanjutan serta kolaborasi antara universitas dan dunia industri yang berfokus pada penggunaan simulasi
2. Melatih dan mendidik mahasiswa supaya mampu bersaing di dunia kerja

1.5 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada salah satu produk pada XYZ Furniture yaitu Sofa A 2 *Seater* dikarenakan produk tersebut merupakan *best seller* dengan tren permintaan yang naik tiap bulannya.
2. Penelitian ini berfokus pada bagian produksi XYZ Furniture, tidak mencakup aspek distribusi maupun HRD.
3. Proses pengambilan data dilakukan pada bulan Januari hingga Maret 2026 dikarenakan mencakup data operasional terkini yang merepresentasikan kondisi produksi.
4. Mengingat kebijakan perusahaan yang menjaga kerahasiaan data finansial perusahaan, maka data finansial menggunakan asumsi

1.6 Asumsi Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa data yang tidak dapat diperoleh secara aktual, baik karena keterbatasan akses dilapangan maupun bersifat *confidential* bagi perusahaan. Oleh karena itu data – data tersebut digantikan dengan asumsi yang relevan. Adapun asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Jumlah hari kerja diasumsikan sebanyak 312 hari per tahun.
2. Data gaji operator XYZ Furniture bersifat *confidential*, sehingga diasumsikan menggunakan Upah Minimum Kabupeten Klaten 2026.
3. Data harga komponen biaya diasumsikan diakibatkan keterbatasan akses data dilapangan
4. Data margin keuntungan per unit bersifat *confidential*, sehingga diasumsikan sebesar Rp 2.000.000
5. Komponen biaya pengurang pada perhitungan *net profit* ini hanya berfokus pada tambahan gaji operator akibat keterbatasan akses data finansial perusahaan

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan penelitian ini disusun sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah dan mengikuti sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang penelitian yang menjelaskan alasan dan urgensi dilakukannya penelitian. Selain itu, bab ini memuat rumusan masalah,

tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta asumsi penelitian agar pembahasan tetap terfokus.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan berbagai teori, definisi, konsep, serta hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik penelitian. Tinjauan pustaka ini berfungsi sebagai dasar teoritis dalam memahami dan menganalisis permasalahan serta dalam membangun kerangka pemikiran penelitian

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, meliputi jenis dan pendekatan penelitian, objek dan subjek penelitian, variabel penelitian, teknik pengumpulan data, serta metode analisis data yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bagian ini menjelaskan proses pengumpulan data yang dilakukan sesuai dengan metode yang telah ditetapkan. Selain itu, diuraikan juga tahapan pengolahan data, perhitungan, maupun pemodelan yang digunakan sebagai dasar dalam memperoleh hasil penelitian

BAB V : PEMBAHASAN

Bab ini memuat analisis dan pembahasan hasil pengolahan data. Hasil penelitian diinterpretasikan dengan mengaitkannya pada teori dan penelitian terdahulu, sehingga dapat menjawab tujuan dan rumusan masalah dalam penelitian.

BAB VI : PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya maupun bagi pihak-pihak terkait.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Penelitian sebelumnya digunakan sebagai sumber informasi terkait dengan topik yang sedang diteliti. Referensi penelitian terdahulu menggunakan metode *Discrete Event Simulation* (DES) dalam konteks proses produksi, antrian, logistik untuk meningkatkan serta pengoptimalan proses produksi. Berbagai penelitian sebelumnya dijadikan sebagai referensi penting dalam pengerjaan penelitian ini. Beberapa penelitian yang berhubungan dengan penelitian ini sebagai berikut:

Penelitian berjudul Analisa Komparatif Model dari Sistem Supermarket Menggunakan FlexSim ditulis oleh Limardi et al. (2024). Penelitian ini menggunakan metode *Discrete Event Simulation* DES dengan pendekatan observasi langsung pada sistem antrean supermarket, kemudian membandingkan model saat ini menggunakan Arena dengan model alternatif menggunakan FlexSim, serta melakukan uji validasi statistik menggunakan *t-test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model saat ini dinyatakan valid dan sudah baik, karena hasil simulasi Arena masih berada dalam rentang yang mendekati data observasi, sementara hasil simulasi FlexSim menunjukkan perbedaan waktu antrean yang cukup signifikan dibandingkan data aktual. Dengan demikian, penelitian menyimpulkan bahwa sistem pelayanan dan antrean pada model saat ini tidak memerlukan perubahan besar karena telah memenuhi kriteria kinerja yang diharapkan

Penelitian berjudul Optimalisasi *Warehousing Operation* Dengan Metode *Discrete Event Simulation* Pada *Third Logistics Company* yang dilakukan oleh Nurma Heitasari et al. (2022) mengkaji terkait optimalisasi operasi pergudangan pada perusahaan *Third Party Logistics* (3PL) PT. X dengan menggunakan metode *Discrete Event Simulation* (DES) berbasis *software* Arena. Simulasi dilakukan untuk menganalisis pemborosan waktu, khususnya *waiting time* pada proses warehousing seperti *picking*, *put away*, dan *bin to bin* yang menyebabkan rendahnya efisiensi layanan. Berdasarkan hasil simulasi awal dan beberapa skenario perbaikan, diperoleh bahwa penambahan satu *unit hand jack* dan satu merupakan skenario terbaik karena mampu mereduksi *waiting time* sebesar 13 jam, menurunkan total waktu *warehousing*, serta meningkatkan utilitas *forklift* dan *hand jack* secara lebih optimal. Hasil penelitian menunjukkan

bahwa simulasi kejadian diskrit efektif digunakan sebagai alat pengambilan keputusan dalam meningkatkan *service level* dan profitabilitas operasi pergudangan.

Penelitian berjudul Analisis Simulasi Antrian Pada Proses Produksi Mesin *Cutting* di PT. Gloster *Furniture* Menggunakan *Software* Arena oleh Nurul et al. (2023). Penelitian ini menganalisis sistem antrian pada proses produksi mesin *cutting* kayu log di PT Gloster *Furniture* yang sering mengalami penumpukan sehingga memperlambat alur produksi. Dengan menggunakan simulasi *software* Arena, penelitian ini memodelkan kondisi antrian pada dua mesin *cutting* dan menguji beberapa skenario perbaikan untuk meningkatkan kinerja sistem. Hasil simulasi menunjukkan bahwa antrian terbesar terjadi pada mesin 1 dan 2 dengan rata-rata waktu tunggu 2,0815 menit, sehingga dilakukan pengembangan tiga model usulan. Model usulan ketiga, yaitu penambahan satu lini produksi *cutting*, terbukti paling efisien karena mampu meminimalkan waktu tunggu antrian dan mempercepat proses produksi secara keseluruhan.

Penelitian berjudul Optimalisasi Jumlah Permintaan dan Produksi CV. XYZ Menggunakan *Software* Simulasi FlexSim yang dilakukan oleh Dio et al. (2023). Penelitian ini menggunakan metode simulasi peristiwa diskrit dengan *software* FlexSim untuk menganalisis dan mengoptimalkan lini produksi sarung tangan di CV. XYZ. Model simulasi dibangun berdasarkan data observasi waktu proses, diverifikasi dan divalidasi secara statistik, kemudian diuji melalui beberapa skenario dengan batasan penambahan maksimal tiga pekerja. Hasil simulasi menunjukkan kapasitas awal produksi hanya sekitar 5.500–5.900 unit per bulan, sedangkan skenario terbaik berupa penambahan masing-masing satu pekerja pada proses Jahit Variasi Badan-2, Jahit Sambung Jari-jari, dan Jahit Lipat mampu meningkatkan kapasitas produksi menjadi sekitar 8.000 unit per bulan atau naik sekitar 35% tanpa lembur.

Penelitian yang berjudul Pendekatan Pemodelan Sistem: Proses Optimasi dan Pemanfaatan Mesin di Pabrik Produksi Menggunakan Model Simulasi *Lean Manufacturing* yang dilakukan oleh Pahmi (2021) menggunakan pendekatan pemodelan sistem dan simulasi *Lean Manufacturing* dengan bantuan *Value Stream Mapping* (VSM) dan *software* FlexSim untuk menganalisis serta mengoptimalkan proses produksi di PT. X yang mengalami ketidakseimbangan proses dan *bottleneck* pada area *casting*. Metode dimulai dari pengumpulan data, analisis VSM untuk mengidentifikasi aktivitas *non-value added* (NVA), perhitungan *takt time* dan *cycle time*, kemudian dilanjutkan dengan simulasi kondisi saat ini dan skenario perbaikan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kondisi awal memiliki utilisasi dies rata-rata

52,9% dengan *output* 12,9 pcs/jam, terutama terhambat oleh *cooling time* selama 3600 detik. Setelah dilakukan perbaikan proses secara incremental, seperti penerapan *semi-auto eject*, pengurangan *cooling time* menjadi 600 detik, dan optimasi *layout*, utilisasi dies meningkat menjadi 82,82% dan *output* naik menjadi 21,04 pcs/jam, atau meningkat masing-masing sekitar 36% dan 42%, sekaligus menurunkan *loss time* dan kebutuhan *manpower*.

Penelitian berjudul *A Discrete-Event Simulation for Optimising Cutting Process Productivity in Furniture Manufacturing Production* ini dilakukan oleh Mofokeng et al. (2024). Penelitian menggunakan *Discrete Event Simulation* (DES) yang dipadukan dengan *time and motion study*, *Value Stream Mapping* (VSM), dan analisis regresi untuk menganalisis serta mengoptimalkan proses pemotongan pada industri furnitur skala UMKM. Hasilnya menunjukkan bahwa penyesuaian operator merupakan penyebab utama lamanya waktu pemotongan, dan setelah dilakukan optimasi tata letak serta pengelompokan komponen, jumlah penyesuaian berkurang sekitar 30% sehingga waktu siklus pemotongan turun sekitar 25% dan *throughput* produksi meningkat secara signifikan tanpa menambah pemborosan material.

Penelitian berjudul *Development of a Simulation Model to Improve the Functioning of Production Processes Using the FlexSim Tool* dilakukan oleh Lewicki et al. (2024). Penelitian ini dilakukan pada sebuah sistem manufaktur yang bertujuan mengevaluasi dan meningkatkan kinerja operasional serta efisiensi sistem. Metode yang digunakan adalah *Discrete Event Simulation* (DES) untuk memodelkan alur proses secara dinamis, yang dikombinasikan dengan analisis proses untuk membandingkan kondisi awal (*as-is*) dan beberapa skenario perbaikan (*what-if analysis*); pemodelan dan simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak yaitu FlexSim. Hasil penelitian menunjukkan bahwa skenario usulan mampu meningkatkan kinerja sistem secara signifikan, ditandai dengan penurunan waktu siklus dan waktu tunggu, peningkatan *throughput*, serta pemanfaatan sumber daya yang lebih optimal, sehingga DES terbukti efektif sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam perbaikan sistem produksi berbasis data.

Penelitian berjudul *Analysis and Improvement of PCB Manufacturing Efficiency Using Discrete-Event Simulation: An Electrical Industry Use Case* ditulis oleh Promprasansuk et al. (2025). Penelitian ini menggunakan metode *Discrete Event Simulation* (DES) dengan bantuan *software* FlexSim versi 19.1 untuk memodelkan dan menganalisis proses manufaktur PCB, khususnya pada proses *soldering* manual, serta mengevaluasi skenario perbaikan melalui otomasi robotik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan otomasi mampu

meningkatkan produktivitas secara signifikan dari 471 menjadi 797 unit/hari (107,56%), menurunkan jumlah tenaga kerja dari 3 menjadi 1 orang, serta memperbaiki efisiensi waktu proses. Dari sisi finansial, investasi sebesar 1,5 juta baht dinilai sangat layak dengan indikator NPV positif sekitar 1,15 juta baht, IRR 87%, MIRR 61%, dan *payback* period sekitar 10 bulan, sehingga menunjukkan bahwa penerapan otomasi berbasis simulasi tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga menguntungkan secara ekonomi.

Penelitian berjudul *Modeling and Simulation of the Furniture Manufacturing and Assembly Process in the Arena Simulation Software* ditulis oleh Kolny et al. (2023). Penelitian ini menggunakan metode pemodelan dan *Discrete Event Simulation* (DES) dengan bantuan perangkat lunak Arena untuk memodelkan proses produksi dan perakitan *Furniture* berdasarkan kondisi nyata di perusahaan mebel. Melalui analisis aliran material dan laporan pemanfaatan stasiun kerja, simulasi berhasil mengidentifikasi *bottleneck* pada sistem produksi, kemudian dilakukan skenario perbaikan dengan mengubah parameter *input*, khususnya ukuran *batch material* sebelum proses pemotongan. Hasil simulasi lanjutan menunjukkan peningkatan pemanfaatan stasiun kerja dan efisiensi lini produksi, ditandai dengan naiknya *output* furnitur jadi serta berkurangnya waktu tunggu material, sehingga simulasi terbukti efektif sebagai dasar pengambilan keputusan perbaikan sistem produksi di industri *Furniture*.

Penelitian berjudul *A Practical and Sustainable Approach to Industrial Engineering Discrete-Event Simulation with Free Mathematical and Programming Software* dilakukan oleh (Schutz et al., 2025). Penelitian ini menggunakan metode *Discrete Event Simulation* (DES) yang diimplementasikan dengan *software open source*, khususnya Python dan Octave, untuk memodelkan dan menganalisis berbagai sistem industri seperti manufaktur, logistik, pemeliharaan, dan manajemen persediaan. Melalui serangkaian studi kasus dan contoh praktis, penulis menunjukkan bahwa penggunaan *software* gratis mampu menghasilkan simulasi yang valid, fleksibel, dan relevan dengan konteks *Industry 4.0*, termasuk *digital twin* dan pengambilan keputusan berbasis data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini efektif meningkatkan aksesibilitas, efisiensi biaya, dan keberlanjutan penerapan simulasi kejadian pada waktu tertentu tanpa mengurangi kualitas analisis sistem industri.

Tabel 2. 1 kajian Literatur

No	Penulis	Tahun	Objek	Simulasi FlexSim	Simulasi Arena	Simulasi <i>anylogic</i>	<i>Value Stream Mapping</i>	<i>Motion Study</i>	Regresi	Analisis Finansial
1	Limardi et al.	2024	<i>Supermarket</i>	✓	✓					
2	Nurma Heitasari et al.	2022	<i>Third Logistics Company</i>		✓					
3	Nurul et al.	2023	PT. Gloster Furniture		✓					
4	Dio et al.	2023	Perusahaan Pembuatan sarung Tangan dan Tekstil “CV XYZ”	✓						
5	Pahmi	2021	Perusahaan Manufaktur “PT X”	✓			✓			
6	Mofokeng et al.	2024	UMKM Manufaktur <i>Furniture</i>			✓		✓	✓	
7	Lewicki et al.	2024	Perusahaan Manufaktur	✓						
8	Promprasansuk et al.	2025	Perusahaan Manufaktur Elektronik	✓						✓
9	Kolny et al.	2023	Perusahaan Manufaktur <i>Furniture</i>		✓					
10	Schutz et al.	2025	Perusahaan Manufaktur	✓						
11	Daffa Allamsyah	2026	Perusahaan Manufaktur <i>Furniture</i>	✓						✓

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sistem Produksi

Produksi merupakan fungsi utama dalam setiap organisasi industri yang melibatkan berbagai aktivitas terstruktur untuk menciptakan nilai tambah, sehingga dapat menghasilkan produk sebagai *output* dari proses operasional organisasi tersebut (Fortunella et al., 2014). Sementara menurut Andayati & Yusuf (2019), sistem produksi adalah suatu sistem yang tersusun atas komponen struktural serta fungsional yang saling berhubungan. Dalam sistem produksi modern, berlangsung proses transformasi yang menciptakan nilai tambah dengan dengan mengubah apa yang masuk menjadi keluaran yang memiliki nilai jual dan mampu bersaing secara kompetitif baik dipasar nasional maupun internasional.

Menurut Hermawan (2019), sistem produksi dibedakan menjadi empat jenis berdasarkan tujuan operasinya:

1. *Engineering to Order* (ETO), sistem produksi ini dirancang untuk beroperasi berdasarkan permintaan pelanggan, dimana proses pembuatan produk dimulai sejak tahap perancangan setelah adanya pesanan dari konsumen.
2. *Assembly to Order* (ATO), sistem produksi ini dimulai ketika produsen membuat desain standar, modul operasional standar. Kemudian, produk dirakit sesuai dengan permintaan konsumen.
3. *Make to Order* (MTO), sistem produksi dimana produsen akan menyelesaikan pekerjaan suatu produk ketika terdapat pesanan produk tersebut dari konsumen.
4. *Make to Stock* (MTS), sistem produksi dimulai ketika produk akan dibuat dan diselesaikan hingga tahap akhir tanpa menunggu pesanan dari konsumen yang memesan.

2.2.2 Furniture

Menurut Widiatmoko & Santosa (2015), *Furniture* merupakan sarana yang digunakan untuk menopang tubuh manusia, menyimpan, menampilkan, dan berfungsi sebagai pembatas antar ruang. Berdasarkan fungsi sosialnya, *Furniture* dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori, mulai dari *healthcare*, *hospitality*, perkantoran, rekreasi, keagamaan, hunian, toko, dan penyimpanan. Secara umum, *Furniture* bersifat *freestanding* atau dapat dipindahkan, meskipun terdapat pula jenis mebel *built-in* yang bersifat permanen dan terpasang pada elemen bangunan seperti dinding, lantai, atau langit-langit. *Furniture* memiliki peran penting dalam

menunjang berbagai aktivitas manusia, seperti duduk, tidur, bekerja, makan, dan bermain, serta berkontribusi dalam menciptakan kenyamanan dan nilai estetika bagi penggunaanya.

Berdasarkan Mofokeng et al. (2024), industri *Furniture* memiliki beberapa karakteristik utama sebagai berikut:

1. Tingkat variabilitas produksi yang tinggi, industri *Furniture* dicirikan oleh variasi ukuran pesanan, jenis produk, dan pola permintaan pelanggan yang sering kali berubah, sehingga proses produksi sulit diprediksi.
2. Ketergantungan tinggi pada tenaga kerja manual, proses produksi *Furniture*, khususnya skala UMKM, masih sangat bergantung pada keterampilan pekerja, sehingga perbedaan kemampuan akan berdampak pada proses dan produktivitas
3. Proses produksi *multistage*, proses produksi terdiri dari beberapa tahapan meliputi *cutting*, *edge bending*, *drilling*, dan *Assembly*, dimana keterlambatan pada satu stasiun kerja dapat berdampak langsung pada keseluruhan alur produksi.
4. Tingginya kompleksitas operasional, kompleksitas muncul akibat kombinasi antara variasi pesanan keterbatasan kapasitas mesin, ketersediaan pekerja, dan kebutuhan penyesuaian pola pemotongan, yang berpotensi menimbulkan pemborosan baik waktu maupun material.

2.2.3 Discrete Event Simulation

Discrete Event Simulation merupakan pendekatan pemodelan stokastik yang digunakan untuk mempresentasikan sistem yang dinamis dan kompleks. DES dapat memodelkan sistem sebagai jaringan antrian dan aktivitas dimana perubahan keadaan hanya terjadi pada waktu – waktu tertentu. DES dapat digunakan untuk level operasional, karena mampu melacak aliran entitas individu, variabilitas, proses, waktu tunggu, serta penggunaan sumber daya (Vázquez-Serrano et al., 2021). Menurut Rayyan Permana et al. (2025), Terdapat beberapa kelebihan jika menggunakan metode DES yaitu:

1. Memodelkan kompleksitas tanpa perlu mengganggu sistem nyata
2. Mengidentifikasi bottleneck dan mensimulasikan beberapa skenario kedepan
3. Memberikan estimasi prediktif dengan menggunakan parameter yang merepresentasikan kondisi aktual

Secara umum, DES memberikan fleksibilitas dalam mengevaluasi berbagai alternatif kebijakan dan skenario tanpa menimbulkan risiko maupun biaya pada sistem nyata. Hasil simulasi yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar analisis untuk meningkatkan kinerja

sistem, baik dari aspek efisiensi waktu, pemanfaatan sumber daya, maupun kualitas layanan. Oleh karena itu, penerapan DES tidak hanya berperan sebagai alat analisis, tetapi juga sebagai sarana pendukung perencanaan dan perbaikan sistem secara berkelanjutan.

2.2.4 Software FlexSim

Menurut Zhu et al. (2014), *software* FlexSim merupakan perangkat lunak simulasi berbasis 3D yang menggabungkan teknologi pemrosesan citra 3D, teknik simulasi, *artificial intelligence*, dan pengolahan data serta FlexSim dapat digunakan untuk pemodelan dan simulasi sistem produksi, pergudangan, distribusi, dan transportasi. FlexSim juga menyediakan tools dalam mengambil keputusan untuk memvalidasi observasi dan keakuratan model termasuk fitur laporan statistik dan analisis yang tersedia dalam *software*. Adapun beberapa *tools* yang terdapat pada FlexSim:

1. Objek FlexSim, Objek utama dalam FlexSim dikelompokkan ke dalam dua kategori, yaitu *fixed resource* dan *task executor*. *Fixed resource* merupakan objek yang berfungsi mengirimkan atau menerima *flowitem*, seperti *source*, *conveyor*, *processor*, *queue*, dan *sink*. Sementara itu, *task executor* adalah sumber daya bergerak yang bertugas menjalankan aktivitas tertentu, misalnya *transporter* dan *operator*.
2. *Expertfit*, berfungsi sebagai tools otomatis dan akurat dalam menentukan distribusi probabilitas statistik terbaik yang dapat merepresentasikan data yang akan digunakan. Tools tersebut membantu analisis simulasi dalam memodelkan random number seperti pelayanan, bahkan ketika tidak ada data yang tersedia.
3. *Performance Measure*, sarana untuk menetapkan objek yang digunakan sebagai tolok ukur atau parameter dalam perancangan eksperimen. Objek yang umum dijadikan *performance measure* meliputi elemen seperti *queue* dan *sink*. Melalui alat ini, pengguna dapat memilih serta mengevaluasi kinerja objek tertentu dalam simulasi guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif terhadap hasil eksperimen.
4. *Dashboard*

Dashboard merupakan *tools* yang berguna untuk menampilkan data dari simulasi yang sedang berjalan. Data dapat disajikan dalam bentuk *histogram*, *pie chart*, dan *bar chart*. Berikut merupakan data yang ditampilkan:

- a. *Work In Process*, digunakan data untuk menampilkan *flowitem* yang masih terdapat dalam proses di objek tertentu

- b. *Througput*, digunakan untuk menampilkan data yang berkaitan dengan jumlah unit yang dihasilkan oleh objek pada periode tertentu
 - c. *Staytime*, digunakan untuk menampilkan data yang berkaitan dengan lama waktu suatu *flowitem* berada di objek tertentu
 - d. *State*, digunakan untuk menampilkan data yang berkaitan dengan status sebuah objek seperti *idle*, *processing*, *blocked*, dan lain-lain
5. *Experimenter*, alat yang digunakan untuk menjalankan model simulasi yang sama secara berulang dengan melakukan perubahan pada satu atau lebih parameter pada setiap percobaan, guna mengamati dampaknya terhadap
 6. *performance measure*. Dengan demikian, *Experimenter* mendukung penentuan solusi terbaik melalui simulasi dengan melaksanakan rangkaian eksperimen yang terstruktur dan mempertimbangkan variasi parameter tertentu.

FlexSim mampu mengatasi permasalahan dalam berbagai bidang dalam manufaktur seperti, pelayanan kesehatan, *material handling*, gudang, *packaging* dll. Sehingga dengan penggunaan FlexSim dapat memaksimalkan produktivitas Perusahaan serta dapat memberikan solusi terbaik atas permasalahan yang ada.

2.2.5 Verifikasi & Validasi

Verifikasi yaitu proses untuk memastikan bahwa model telah diimplementasikan dengan benar sesuai dengan model konseptual dan asumsi yang telah ditetapkan (Fonseca i Casas, 2023). Verifikasi tidak menilai apakah model sudah mempresentasikan sistem nyata, melainkan memastikan bahwa logika, struktur, dan asumsi model telah diimplementasikan secara tepat ke dalam simulasi.

Sementara menurut Collins et al. (2024), Validasi merupakan proses untuk menentukan apakah suatu model telah mempresentasikan sistem nyata yang diuji secara memadai sesuai dengan tujuan penggunaannya. Validasi sangat penting karena berperan dalam membangun kredibilitas model terhadap pihak yang menggunakan. Suatu model dianggap valid apabila hasil dan perilakunya masuk akan serta dapat dipercaya ketika dibandingkan dengan pemahaman terhadap sistem nyata. Oleh karena itu, validasi tidak hanya menekankan ketepatan matematis, tetapi lebih pada kesesuaian model dengan tujuan studi yang ingin dicapai.

2.2.6 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data merupakan salah satu metode statistik yang berguna untuk mengevaluasi apakah jumlah data yang diperoleh telah memadai sehingga mampu merepresentasikan populasi pelanggan secara menyeluruh (Wiraghani & Prasnowo, 2017). Uji kecukupan data bertujuan untuk memastikan bahwa jumlah data yang digunakan telah memadai dan mampu mempresentasikan kondisi sistem secara keseluruhan. Dataset yang tidak mencukupi berpotensi menghasilkan analisis yang bias, tidak stabil serta kurang mampu menggambarkan kondisi aslinya, sehingga menurunkan validitas penelitian (Hatamian et al., 2025).

Menurut Chasanah et al. (2025), adapun merupakan rumus yang digunakan untuk menguji kecukupan data:

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{(n \sum (x_i^2) - \sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right)^2 \quad (2.1)$$

Dimana:

- Untuk tingkat kepercayaan 90% maka nilai $k = 2$
- Untuk tingkat ketelitian 10% maka nilai $s = 0,1$

Apabila hasil perhitungan menunjukkan bahwa $N' < N$, maka data yang diperoleh dapat dinyatakan telah memadai sebagai bahan penelitian dengan tingkat kepercayaan sebesar 90% dan tingkat ketelitian 0,1%.

2.2.7 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data digunakan untuk memastikan bahwa data yang diperoleh berasal dari satu sistem yang sama (Julia et al., 2022). Menurut Zhou et al. (2023), Uji keseragaman data memiliki fungsi untuk mengidentifikasi apakah varians data antar kelompok atau sampel bersifat homogen. Keseragaman varians merupakan asumsi utama dalam uji statistik seperti *t-test* dan ANOVA. Jika asumsi ini tidak dipenuhi, maka hasil pengujian statistik dapat menjadi tidak valid. Oleh karena itu, uji keseragaman data digunakan sebagai langkah awal sebelum pengujian perbedaan rata-rata maupun standar deviasi, guna memastikan metode analisis yang digunakan sudah sesuai dengan karakteristik data.

Menurut Nayla et al. (2024), berikut merupakan rumus untuk menghitung uji keseragaman data:

$$UCL = \bar{x} + k\sigma \quad (2.2)$$

$$LCL = \bar{x} - k\sigma \quad (2.3)$$

Keterangan:

UCL = *Upper Control Limit*

LCL = *Lower Control Limit*

σ = Standar Deviasi

Nilai standar deviasi dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan perhitungan berikut:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{N-1}} \quad (2.4)$$

Keterangan:

xi = Data yang terkumpul

$\bar{x}$ = Rata-rata dari data

N = Banyak data

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Penentuan Metode Analisis

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang difokuskan pada pemodelan sistem nyata ke dalam bentuk simulasi. Permasalahan utama pada sistem produksi XYZ Furniture yang berkaitan dengan antrean yang dinamis mendorong perlunya pemilihan metode perbaikan yang sesuai. Beberapa alternatif metode tersebut disajikan pada Tabel 3.1:

Tabel 3. 1 Alternatif Metode

Metode	Fokus	Kelebihan
<i>Discrete Event Simulation</i> (DES)	Proses operasional, waktu proses, aliran entitas	Memodelkan sistem rantai produksi secara <i>real-time</i> untuk mengevaluasi skenario perbaikan tanpa mengganggu operasional, sekaligus mampu mengidentifikasi <i>bottleneck</i> , mengoptimalkan utilitas mesin untuk meningkatkan efisiensi (Hidayat et al., 2024).
<i>Line Balancing</i>	Pembagian beban kerja antar stasiun kerja	Meningkatkan efisiensi dan produktivitas proses produksi, yang dicapai dengan meminimalkan <i>idle time</i> , menyeimbangkan beban di setiap stasiun kerja untuk mencegah terjadinya <i>bottleneck</i> (Arfah, 2022).
<i>Lean Manufacturing</i>	Identifikasi dan eliminasi <i>waste</i>	Pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi <i>waste</i> atau aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah secara terus menerus (Rinaldi et al., 2016).

Berdasarkan perbandingan pada tabel diatas, pendekatan DES dipilih karena paling relevan untuk memodelkan variabilitas waktu proses dan antrean secara *real time* pada stasiun kerja *assembly* tanpa harus menghentikan proses operasional produksi yang sedang berlangsung.

3.2 Objek dan Subjek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pabrik XYZ Furniture yang berlokasi di Jl. Raya Solo – Yogyakarta, Kecamatan Jogonalan, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. Objek penelitian berfokus pada proses produksi dari salah satu produk yang terdapat pada XYZ yaitu Sofa A 2 *Seater*. Pengambilan data dilakukan pada bulan Januari hingga Maret 2026.

3.3 Jenis Data

Pada penelitian ini, data yang dikumpulkan terdiri dari 2 jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Adapun rincian penjelasan dari data yang digunakan pada penelitian ini:

1. Data Primer

Data primer merupakan data informasi yang didapat secara langsung dari sumber utama tanpa melalui perantara (M. S. Sari & Zefri, 2019). Adapun data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Alur proses produksi
- b. Waktu proses
- c. Jumlah mesin yang digunakan
- d. Jumlah operator pada tiap *workstation*
- e. Waktu *downtime* mesin

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung melalui pihak atau sumber perantara (Arvyanda et al., 2023). Adapun data sekunder yang digunakan pada penelitian kali ini:

- a. Studi literatur
- b. Profil perusahaan
- c. Waktu proses
- d. Jumlah bahan baku
- e. Volume penjualan periode bulan Juli 2025 hingga Februari 2026

3.4 Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi beberapa metode sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Studi literatur merupakan metode pengumpulan data dengan menelaah berbagai referensi yang relevan dengan topik penelitian seperti buku, jurnal, dan penelitian terdahulu. Studi literatur bertujuan untuk memperkuat landasan teori yang digunakan oleh peneliti.

b. Wawancara

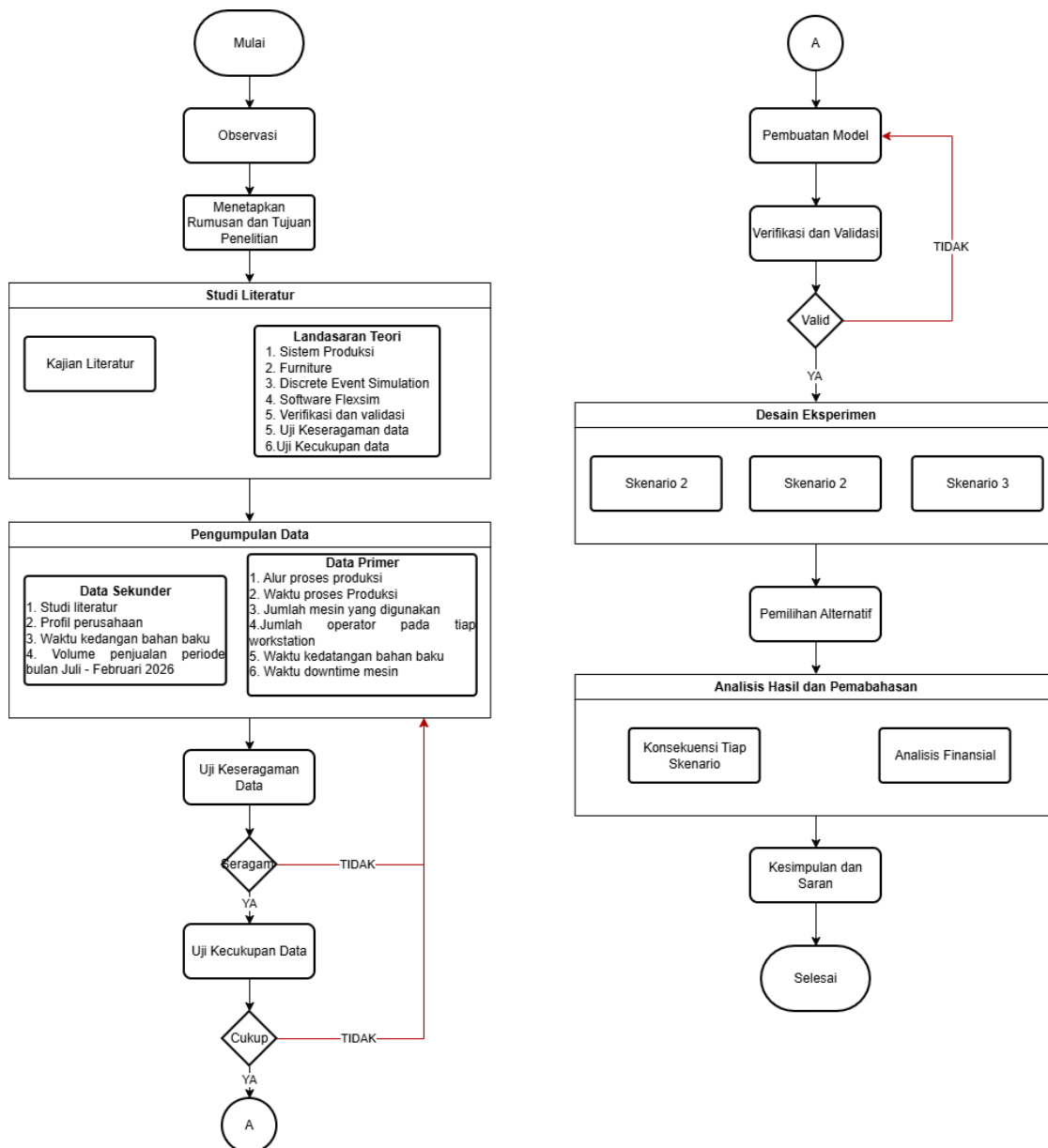
Wawancara adalah teknik pengumpulan data yang melibatkan interaksi antara dua pihak atau lebih, dimana peneliti mengajukan sejumlah pertanyaan untuk memperoleh informasi dari narasumber terkait permasalahan tertentu serta menggali solusi atas permasalahan tersebut. Pada penelitian ini, wawancara dilakukan oleh pihak XYZ Furniture, seperti HRD, kepala divisi produksi, dan operator mesin pada divisi produksi.

c. Observasi

Observasi adalah metode pengumpulan data yang dilakukan melalui pengamatan langsung di lokasi penelitian guna mengetahui kondisi yang sebenarnya. Pada penelitian ini, observasi dilaksanakan terhadap proses produksi Sofa A di XYZ Furniture untuk memperoleh data mulai dari alur proses produksi, waktu proses produksi, jumlah mesin yang digunakan, dan waktu *downtime* produksi.

3.5 Alur Penelitian

Tahapan alur penelitian pada studi ini dapat diuraikan sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Penjelasan alur penelitian sebagai berikut:

1. Mulai
2. Observasi

Kegiatan observasi dilaksanakan pada bagian produksi XYZ Furniture. Observasi difokuskan pada pengamatan mekanisme alur proses produksi, mulai dari kedatangan bahan baku hingga proses dikemas dan siap dikirim menuju *showroom*.

3. Menetapkan rumusan dan tujuan penelitian

Peneliti mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan yang akan diselesaikan, menetapkan tujuan penelitian, hingga menentukan batasan penelitian agar pelaksanaannya tetap berada dalam ruang lingkup yang telah ditetapkan.

4. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengkaji teori-teori yang relevan dengan penelitian ini, sehingga dapat membantu dalam menetapkan tahapan serta proses yang akan dilaksanakan selama penelitian. Studi literatur dapat berupa jurnal, artikel, dan buku. Pada penelitian ini studi literatur yang digunakan meliputi sistem produksi, *Furniture*, DES, *Software* FlexSim, verifikasi dan validasi, uji kecukupan data, dan uji keseragaman data.

5. Pengumpulan data

Pada penelitian ini, data yang dikumpulkan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung dari sumber utama melalui pengamatan dan pengumpulan data di lapangan, meliputi alur proses produksi, waktu proses, jumlah mesin dan operator pada setiap *workstation*, waktu kedatangan bahan baku, serta waktu *downtime* mesin. Sementara itu, data sekunder diperoleh secara tidak langsung melalui sumber perantara, seperti studi literatur, profil perusahaan, serta data pendukung lainnya berupa waktu kedatangan bahan baku dan volume penjualan pada periode Juli hingga Februari 2026.

6. Uji keseragaman data

Uji keseragaman data bertujuan untuk menilai apakah varians data antar kelompok atau sampel bersifat homogen. Homogenitas varians merupakan salah satu asumsi penting dalam pengujian statistik, seperti *t-test* dan ANOVA. Apabila asumsi tersebut tidak terpenuhi, maka hasil analisis statistik berpotensi menjadi tidak valid. Oleh sebab itu, uji keseragaman data dilakukan sebagai tahap awal sebelum pengujian perbedaan rata-rata maupun standar deviasi, guna memastikan bahwa metode analisis yang digunakan telah sesuai dengan karakteristik data yang dianalisis.

7. Uji kecukupan data data

Uji kecukupan data dilakukan untuk memastikan bahwa jumlah data yang digunakan telah memenuhi kebutuhan analisis dan mampu merepresentasikan kondisi sistem secara menyeluruh. Data yang tidak mencukupi dapat menyebabkan hasil analisis menjadi bias, kurang stabil, serta tidak mencerminkan kondisi sebenarnya, sehingga berpotensi menurunkan tingkat validitas penelitian

8. Pembuatan Model

Pembuatan dan pengembangan model simulasi yang mempresentasikan kondisi asli dengan menggunakan *software* FlexSim 2021. Model yang dibangun mencerminkan alur proses, operator, dan interaksi yang terdapat dalam sistem. Pengembangan model ini bertujuan untuk mempresentasikan perilaku sistem secara dinamis sehingga dapat dianalisis lebih lanjut. Hasil simulasi selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam mengevaluasi kinerja sistem dan mengidentifikasi peluang perbaikan.

9. Verifikasi dan Validasi

Verifikasi pada model simulasi dilakukan dengan memasukkan logika pemrograman ke dalam *software* FlexSim 2021. Sementara itu, validasi dilakukan menggunakan uji statistik, yaitu uji kesamaan dua rata-rata, uji kesamaan dua variansi, dan uji *Chi-Square*

10. Desain Eksperimen

Tahap ini dirancang untuk menguji performa sistem melalui model simulasi pada *software* FlexSim, dimana variabel *input* berupa penyesuaian alur kerja dan penambahan kapasitas workstation kritis. Setiap skenario diuji untuk mengevaluasi parameter kunci seperti peningkatan kapasitas produksi, penurunan cycle time, eliminasi idle time, serta penguraian titik bottleneck secara sistematis.

11. Pemilihan Alternatif

Proses pemilihan alternatif ini dilakukan terhadap nilai *output* dari skenario-skenario yang dihasilkan melalui desain eksperimen. Data *output* yang terdiri atas 30 data pada masing-masing skenario kemudian akan dibandingkan menggunakan uji statistik yaitu uji ANOVA (*Analysis of Variance*) dan dilanjutkan dengan uji Bonferroni. Selain itu, pemilihan alternatif juga dibantu dengan adanya wawancara dari tim produksi.

12. Analisis Hasil dan Pembahasan

Tahap ini menyajikan interpretasi menyeluruh terhadap output simulasi dari skenario yang telah divalidasi, dengan membandingkan indikator kinerja sistem aktual terhadap target perbaikan yang diharapkan. Pembahasan difokuskan pada efektivitas skenario dalam menyeimbangkan aliran material serta dampaknya terhadap produktivitas workstation, yang kemudian diperkuat dengan analisis finansial untuk meninjau kelayakan ekonomi dari investasi perbaikan tersebut.

13. Kesimpulan dan Saran

Tahap akhir penelitian ini adalah penyusunan kesimpulan dan saran. Kesimpulan dirumuskan berdasarkan hasil analisis data pada tahap sebelumnya dan diharapkan mampu menjawab tujuan penelitian. Berdasarkan kesimpulan tersebut, peneliti memberikan saran atau rekomendasi kepada perusahaan sebagai bahan pertimbangan dalam pemanfaatan dan pengembangan lebih lanjut guna meningkatkan kinerja serta keberlanjutan XYZ Furniture

14. Selesai

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

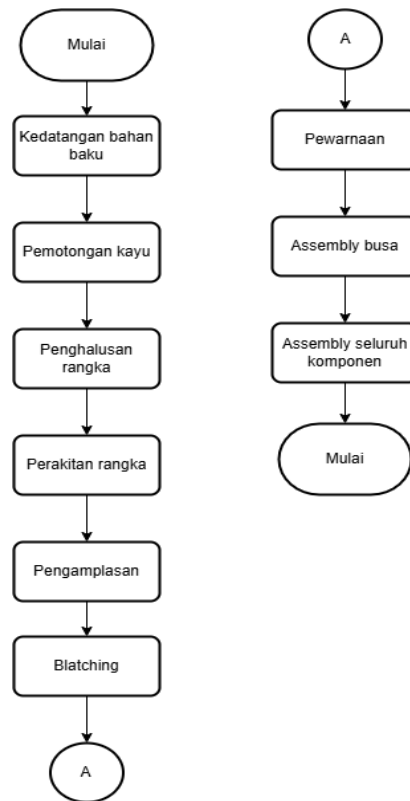
4.1.1 Profil Perusahaan

XYZ Furniture merupakan entitas bisnis di sektor furnitur asli Klaten, Jawa Tengah yang memfokuskan lini produknya pada kebutuhan rumah tangga dengan standar kualitas, daya tahan, serta nilai estetika yang tinggi. Dalam menjalankan operasionalnya, perusahaan ini menerapkan model bisnis *make-to-order*, di mana proses produksi dilakukan secara spesifik berdasarkan pesanan yang diterima dari pelanggan. Perusahaan ini dikenal karena konsistensinya dalam mengungjung konsep desain minimalis, *scandinavian*, dan *mid century modern* yang mengutamakan fungsionalitas serta estetika ruang.

XYZ Furniture memproduksi berbagai macam *Furniture*, seperti lemari, meja, kursi, dan sofa. Salah satu produk yang paling banyak diminati pelanggan adalah Sofa A yang tersedia dalam beberapa varian, yaitu Sofa A 2 *Seater*, Sofa 3 *Seater*, dan Sofa A sudut. Diantara varian tersebut, Sofa A 2 *Seater* menjadi salah satu produk unggulan karena memiliki ukuran yang ringkas dan praktis. Produk ini banyak diminati konsumen, khususnya keluarga muda maupun pasangan yang baru menempati hunian, karena sangat cocok digunakan pada rumah atau apartemen dengan ruang yang terbatas.

4.1.2 Alur Proses Produksi

Alur proses produksi pembuatan sofa A 2 Seater XYZ Furniture ditunjukkan oleh Gambar 4.1



Gambar 4. 1 Alur Proses Pembuatan Sofa A

Alur proses pembuatan Sofa A secara mendetail disajikan pada Tabel 4.1, dengan rincian aktivitas sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Alur Proses Pembuatan Sofa A

Aktivitas	Penjelasan
Kedatangan bahan baku	Tahap pertama dimulai dengan penerimaan material oleh pemasok seperti kayu, busa, dan kain. Tahap ini akan dilakukan pengecekan awal terhadap material untuk memastikan kualitas dan kuantitas sudah sesuai dengan yang dibutuhkan sebelum ke proses pengerjaan.
Pemotongan kayu	Kayu akan dibawa ke proses pemotongan untuk di potong menjadi potongan lebih kecil. Proses

Aktivitas	Penjelasan
	pemotongan sudah menggunakan mesin otomatis yang akan memotong secara presisi sesuai dengan ukuran yang sudah ditetapkan
Penghalusan rangka	Potongan kayu tersebut akan di dihaluskann bagian yang tajam dan permukaan kasar menggunakan mesin mesin serut kayu.
Perakitan rangka	Potongan kayu yang sudah halus akan disatukan menjadi kerangka sofa. Pada XYZ Furniture terdapat 2 bagian pada proses perakitan yaitu perakitan rangka atas dan bagian rangka bawah sofa.
Pengamplasan	Kerangka sofa khususnya bagian bawah sofa akan diampelas secara manual. Kegiatan ini bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa serutan kayu yang tersisa serta meratakan sambungan antar kayu.
<i>Bleaching</i>	Selanjutnya adalah masuk kedalam proses bleaching. Proses pemberian cairan ini bertujuan untuk membersihkan kayu dan menyeragamkan warna dasar agar hasil pewarnaan dapat merata.
Pewarnaan	Proses pewarnaan pada rangka bawah dilakukan sesuai dengan permintaan konsumen. Aplikasi cat ini juga akan diberikan pernis agar memberikan lapisan pelindung pada kayu.
<i>Assembly busa</i>	Rangka bagian atas akan diberikan lembaran busa dengan tingkat kepadatan tertentu. Busa yang telah dipotong dan dibentuk akan ditempelkan dengan lem dan <i>staples gun</i> ke rangka atas sofa.
<i>Assembly seluruh komponen</i>	Tahap terakhir kedua rangka akan disatukan dan dipasang kain untuk menutupi rangka sofa. Bagian ini juga akan dilakukan pengecekan akhir agar semua komponen sesuai standar yang telah ditetapkan.

4.1.3 Data Jumlah *Workstation* dan Operator

Pada sistem kerja yang diterapkan oleh XYZ Furniture, setiap *workstation* dioperasikan oleh satu operator. Adapun rincian data jumlah mesin dan operator yang digunakan, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.2 :

Tabel 4. 2 Data Jumlah *Workstation* dan Operator

No	Nama <i>Workstation</i>	Jumlah <i>Workstation</i>	Jumlah Operator
1	Pemotongan kayu	1	1
2	Pengamplasan	2	2
3	Penghalusan rangka atas	2	1
4	Perakitan rangka atas	2	1
5	Penghalusan rangka bawah	2	1
6	Perakitan rangka bawah	2	1
7	<i>Bleaching</i>	1	1
8	Pewarnaan	1	1
9	Pemotongan busa	1	1
10	Pembuatan Bantal	2	2
11	<i>Assembly</i> busa	3	3
12	Pemotongan kain	1	1
13	Penjahitan kain sofa	3	3
14	<i>Assembly</i> seluruh komponen	4	4
Total		27	23

4.1.4 Waktu Beroperasi

Waktu operasional XYZ Furniture dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4. 3 Waktu Beroperasi

Hari	Jam Kerja
Senin - Sabtu	08.00 – 16.00

Kegiatan operasional XYZ Furniture beroperasi pada hari Senin hingga Sabtu, mulai pukul 08.00 WIB sampai dengan 16.00 WIB. Selama jam kerja tersebut, terdapat waktu istirahat selama satu jam pada pukul 11.30 hingga 12.30. Adapun pada hari Minggu dan hari libur nasional proses produksi tidak berlangsung.

4.1.5 Data Kedatangan Bahan Baku

Data kedatangan bahan baku dalam penelitian didasarkan pada asumsi bahwa seluruh material telah tersedia di pabrik sebelum produksi dimulai. Pendekatan asumsi ini ditetapkan karena adanya keterbatasan peneliti dalam memperoleh data historis waktu kedatangan material secara aktual di XYZ Furniture. Adapun jenis bahan baku yang digunakan dalam sistem produksi ini terdiri dari kayu, kain, dakron, busa, dan *peer zigzag*. Rincian data bahan baku produksi disajikan pada Tabel 4.4:

Tabel 4. 4 Bahan Baku Produksi Sofa

No	Bahan Baku	Quantity	Satuan
1	Kayu	100	Buah
2	Kain	50	Lembar
3	Dakron	6	Karung
4	<i>Peer zigzag</i>	50	<i>Roll</i>
5	Busa	80	Lembar

4.1.6 Data *Process Time Workstation*

Data waktu proses tiap *workstation* terdiri dari data sekunder yang diperoleh dari perusahaan serta data primer yang diperoleh melalui pengambilan data secara langsung oleh peneliti. Proses pengambilan data dilakukan semenjak jam operasional berlangsung dengan jumlah data sebanyak 30 data pada setiap *workstation*. Rincian data waktu untuk setiap *workstation* dalam satuan detik adalah sebagai berikut:

1. Pemotongan Kayu

Rincian waktu proses pada pemotongan kayu ditunjukkan oleh Tabel 4.5:

Tabel 4. 5 Waktu Proses Pemotongan Kayu

Pemotongan Kayu					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
1	652	11	742	21	601
2	941	12	673	22	564
3	857	13	676	23	476
4	927	14	814	24	824
5	794	15	770	25	829
6	679	16	825	26	574
7	737	17	708	27	921
8	809	18	537	28	536
9	883	19	926	29	536
10	949	20	922	30	917

2. Pengamplasan

Rinciam waktu proses pada pengamplasan ditunjukkan oleh Tabel 4.6 dan Tabel 4.7:

a. Pengamplasan 1

Tabel 4. 6 Waktu Proses Pengamplasan 1

Pengamplasan 1					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
1	679	11	839	21	780
2	565	12	810	22	1144
3	964	13	699	23	897
4	1034	14	1157	24	982
5	631	15	891	25	709
6	1127	16	1175	26	1035
7	577	17	1198	27	751
8	1189	18	773	28	1192
9	727	19	785	29	1068

Pengamplasan 1					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
10	905	20	736	30	1161

b. Pengamplasan 2

Tabel 4. 7 Waktu Proses Pengamplasan 2

Pengamplasan 2					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
1	947	11	1179	21	934
2	1122	12	725	22	1065
3	879	13	726	23	735
4	933	14	699	24	744
5	1078	15	757	25	1060
6	851	16	1154	26	1107
7	681	17	892	27	846
8	701	18	790	28	738
9	558	19	964	29	1108
10	1103	20	1138	30	1075

3. Penghalusan Rangka Atas

Rincian waktu proses pada penghalusan rangka atas disajikan pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9:

a. Penghalusan Rangka Atas 1

Tabel 4. 8 Waktu Proses Penghalusan Rangka Atas 1

Penghalusan Rangka Atas 1					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
1	542	11	465	21	751
2	631	12	690	22	973
3	588	13	563	23	621
4	526	14	475	24	638

Penghalusan Rangka Atas 1					
No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)
5	590	15	458	25	634
6	503	16	860	26	944
7	490	17	811	27	831
8	434	18	825	28	744
9	734	19	880	29	902
10	423	20	605	30	948

b. Penghalusan Rangka Atas 2

Tabel 4. 9 Waktu Proses Penghalusan Rangka Atas 2

Penghalusan Rangka Atas 2					
No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses(Detik)
1	645	11	611	21	811
2	737	12	695	22	965
3	573	13	662	23	1071
4	602	14	561	24	581
5	751	15	443	25	921
6	734	16	529	26	774
7	593	17	516	27	805
8	483	18	941	28	652
9	765	19	421	29	674
10	422	20	711	30	1067

4. Perakitan Rangka Atas

Rincian data waktu proses pada perakitan rangka disajikan pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11:

a. Perakitan Rangka Atas 1

Tabel 4. 10 Waktu Proses Perakitan Rangka Atas 1

Perakitan Rangka Atas 1					
No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)
1	2303	11	2526	21	2580
2	2480	12	2353	22	2594
3	2581	13	2164	23	1642
4	2153	14	2235	24	2449
5	2337	15	1585	25	2415
6	2254	16	1618	26	2706
7	2136	17	2646	27	1562
8	1540	18	2435	28	2443
9	2284	19	2439	29	2523
10	2567	20	2712	30	2450

b. Perakitan Rangka Atas 2

Tabel 4. 11 Waktu Proses Perakitan Rangka Atas 2

Perakitan Rangka Atas 2					
No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)
1	1657	11	2574	21	2733
2	2535	12	2192	22	2566
3	2313	13	2536	23	2770
4	1221	14	2320	24	2720
5	2285	15	2660	25	1431
6	2301	16	2717	26	2873
7	2411	17	2733	27	2494
8	2180	18	2683	28	2706
9	2331	19	2901	29	2576
10	1888	20	2816	30	1952

5. Penghalusan Rangka Bawah 1

Rincian waktu proses pada workstation penghalusan rangka bawah 1 disajikan pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13:

a. Penghalusan Rangka Bawah 1

Tabel 4. 12 Waktu Proses Penghalusan Rangka Bawah 1

Perakitan Rangka Bawah 1					
No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)
1	603	11	626	21	840
2	850	12	733	22	908
3	712	13	809	23	669
4	639	14	710	24	972
5	794	15	831	25	983
6	594	16	690	26	813
7	634	17	668	27	1007
8	723	18	798	28	1001
9	585	19	865	29	909
10	770	20	939	30	722

b. Penghalusan Rangka Bawah 2

Tabel 4. 13 Waktu Proses Penghalusan Rangka Bawah 2

Penghalusan Rangka Bawah 2					
No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)
1	812	11	767	21	1018
2	883	12	480	22	689
3	566	13	552	23	907
4	706	14	673	24	943
5	564	15	636	25	1130
6	950	16	1160	26	542
7	720	17	974	27	1052
8	497	18	731	28	751

Penghalusan Rangka Bawah 2					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
9	619	19	806	29	642
10	940	20	913	30	954

6. Perakitan Rangka Bawah 1

Rincian waktu proses produksi *workstation* perakitan rangka bawah 1 ditunjukkan pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.15:

a. Perakitan Rangka Bawah 1

Tabel 4. 14 Perakitan Rangka Bawah 1

Perakitan Rangka Bawah 1					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
1	2856	11	2407	21	2710
2	2692	12	2802	22	2733
3	2923	13	2932	23	3033
4	2760	14	2345	24	3043
5	2693	15	2487	25	2756
6	3050	16	2844	26	2804
7	2682	17	2629	27	2898
8	2480	18	2599	28	2766
9	2655	19	2831	29	2685
10	2919	20	3016	30	2727

b. Perakitan Rangka Bawah 2

Tabel 4. 15 Perakitan Rangka bawah 2

Perakitan Rangka Bawah 2					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
1	2718	11	2709	21	3045
2	2552	12	2847	22	2973

Perakitan Rangka Bawah 2					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
3	2526	13	2871	23	2941
4	2991	14	2854	24	2983
5	2521	15	2593	25	2785
6	2641	16	2639	26	3033
7	2991	17	3088	27	2757
8	2569	18	2919	28	2884
9	2682	19	2489	29	3147
10	2732	20	2939	30	2829

7. Bleaching

Rincian waktu proses produksi *workstation bleaching* ditunjukkan pada Tabel 4.16:

Tabel 4. 16 Waktu Proses *Bleaching*

<i>Bleaching</i>					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
1	467	11	516	21	788
2	658	12	532	22	625
3	653	13	403	23	398
4	449	14	560	24	845
5	561	15	416	25	501
6	630	16	836	26	787
7	692	17	695	27	790
8	584	18	818	28	803
9	659	19	513	29	865
10	482	20	690	30	763

8. Pewarnaan

Rincian waktu proses produksi pada *workstation* pewarnaan ditunjukkan pada Tabel 4.17:

Tabel 4. 17 Waktu Proses Pewarnaan

Pewarnaan					
No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)
1	604	11	686	21	707
2	745	12	919	22	723
3	713	13	684	23	771
4	724	14	694	24	894
5	694	15	957	25	815
6	638	16	725	26	867
7	712	17	758	27	791
8	699	18	744	28	814
9	680	19	829	29	938
10	608	20	831	30	843

9. Pemotongan Busa

Rincian waktu proses produksi *worktastation* pemotongan ditunjukkan oleh Tabel 4.18:

Tabel 4. 18 Waktu Proses Pemotongan Busa

Pemotongan Busa					
No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)
1	2808	11	2575	21	2026
2	2294	12	2791	22	2636
3	2764	13	2857	23	2282
4	2538	14	2866	24	2623
5	2061	15	2055	25	2596
6	2962	16	2759	26	2016
7	2436	17	2359	27	2820
8	2526	18	2837	28	2228
9	2426	19	2250	29	2846
10	2990	20	2886	30	2240

10. Pembuatan Bantal

Rincian waktu proses produksi pembuatan bantal ditunjukkan oleh Tabel 4.19 dan Tabel 4.20:

a. Pembuatan Bantal 1

Tabel 4. 19 Pembuatan Bantal 1

Pembuatan Bantal 1					
No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)
1	529	11	562	21	548
2	683	12	475	22	466
3	709	13	636	23	572
4	695	14	572	24	736
5	663	15	464	25	557
6	579	16	586	26	457
7	688	17	535	27	684
8	579	18	470	28	589
9	621	19	652	29	521
10	537	20	543	30	543

b. Pembuatan Bantal 2

Tabel 4. 20 Pembuatan Bantal 2

Pembuatan Bantal 2					
No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)
1	569	11	650	21	690
2	694	12	631	22	448
3	627	13	596	23	637
4	481	14	651	24	586
5	619	15	489	25	753
6	556	16	794	26	693
7	544	17	581	27	598
8	485	18	540	28	627

Pembuatan Bantal 2					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
9	665	19	681	29	721
10	569	20	682	30	583

11. *Assembly* Busa

Rincian waktu proses produksi pada workstation assembly busa disajikan oleh Tabel 4.21 hingga Tabel 4.23:

a. *Assembly* Busa 1

Tabel 4. 21 Waktu Proses *Assembly* Busa 1

<i>Assembly</i> Busa 1					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
1	8020	11	8737	21	7614
2	5178	12	4164	22	4640
3	8186	13	8012	23	6857
4	7022	14	8103	24	7964
5	4571	15	8182	25	7648
6	3678	16	3924	26	3993
7	7236	17	5428	27	8374
8	7920	18	7174	28	6686
9	5403	19	6717	29	8135
10	4377	20	8725	30	5797

b. *Assembly* Busa 2

Tabel 4. 22 Waktu Proses *Assembly* Busa 2

<i>Assembly</i> Busa 2					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
1	6389	11	7309	21	8300
2	6096	12	4611	22	4063

<i>Assembly Busa 2</i>					
No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)
3	5684	13	8271	23	6874
4	7756	14	6781	24	5108
5	6828	15	3993	25	5281
6	5816	16	8524	26	6313
7	5496	17	7008	27	8185
8	7745	18	8127	28	5292
9	6995	19	6277	29	8115
10	8623	20	4540	30	6374

c. *Assembly Busa 3*

Tabel 4. 23 Waktu Proses *Assembly Busa 3*

<i>Assembly Busa 3</i>					
No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)
1	7974	11	8653	21	6433
2	6330	12	4702	22	7774
3	4983	13	5950	23	8587
4	4619	14	8106	24	7243
5	8264	15	7656	25	6379
6	5325	16	7398	26	5380
7	5002	17	5080	27	6928
8	7836	18	5105	28	6303
9	6384	19	7839	29	6242
10	5728	20	8232	30	4680

12. Pemotongan Kain

Rincian waktu proses produksi pada *workstation* pemotongan kain ditunjukkan oleh Tabel 4.24:

Tabel 4. 24 Waktu Proses Pemotongan Kain

Pemotongan Kain					
No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)
1	3047	11	2980	21	3118
2	3111	12	3156	22	3465
3	3001	13	3029	23	2711
4	2978	14	3260	24	2774
5	2931	15	3282	25	3369
6	2936	16	3364	26	3243
7	3153	17	3443	27	3011
8	3175	18	3148	28	2700
9	3048	19	3408	29	3004
10	3041	20	2713	30	2943

13. Penjahitan Kain Sofa

Berikut merupakan waktu proses pada workstation penjahitan kain sofa ditunjukkan oleh Tabel 4.25 hingga Tabel 4.27:

a. Penjahitan Kain Sofa 1

Tabel 4. 25 Waktu Proses Penjahitan Kain Sofa 1

Penjahitan Kain Sofa 1					
No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)
1	444	11	418	21	537
2	485	12	507	22	532
3	479	13	475	23	521
4	522	14	435	24	557
5	463	15	477	25	558
6	471	16	486	26	503
7	507	17	542	27	506
8	458	18	545	28	531
9	533	19	526	29	491

Penjahitan Kain Sofa 1					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
10	446	20	547	30	554

b. Penjahitan Kain Sofa 2

Tabel 4. 26 Waktu Proses Penjahitan Kain Sofa 2

Penjahitan Kain Sofa 2					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
1	432	11	438	21	489
2	476	12	433	22	497
3	513	13	437	23	519
4	500	14	440	24	507
5	448	15	506	25	508
6	489	16	438	26	556
7	446	17	433	27	514
8	520	18	437	28	488
9	531	19	440	29	555
10	440	20	506	30	527

c. Penjahitan Kain Sofa 3

Tabel 4. 27 Waktu Proses Penjahitan Kain Sofa 3

Penjahitan Kain Sofa 3					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
1	473	11	420	21	552
2	527	12	524	22	550
3	501	13	426	23	516
4	465	14	471	24	529
5	526	15	423	25	508
6	457	16	512	26	496

Penjahitan Kain Sofa 3					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
7	459	17	535	27	490
8	510	18	514	28	548
9	521	19	523	29	553
10	498	20	538	30	524

14. *Assembly* Seluruh Komponen

Rincian waktu proses *workstation* pada *Assembly* seluruh komponen ditunjukkan oleh Tabel 4.28 hingga Tabel 4.31:

a. *Assembly* Seluruh Komponen 1

Tabel 4. 28 Waktu Proses *Assembly* Seluruh Komponen 1

<i>Assembly</i> Seluruh Komponen 1					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
1	6809	11	7557	21	7312
2	4738	12	3693	22	5114
3	6689	13	6909	23	7080
4	6739	14	7788	24	3123
5	6543	15	3268	25	7130
6	9207	16	6785	26	4727
7	5281	17	4131	27	7615
8	7614	18	7804	28	7654
9	8717	19	6446	29	5946
10	7058	20	6047	30	6556

b. *Assembly* Seluruh Komponen 2

Tabel 4. 29 Waktu Proses *Assembly* Seluruh Komponen 2

<i>Assembly</i> Seluruh Komponen 2					
No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)
1	4084	11	4942	21	7262
2	6115	12	7851	22	6696
3	3973	13	7623	23	4051
4	3868	14	4254	24	6082
5	9217	15	5966	25	7259
6	6407	16	7403	26	6313
7	9035	17	4652	27	4593
8	7212	18	6137	28	8962
9	4730	19	6754	29	7621
10	9480	20	7510	30	3612

c. *Assembly* Seluruh Komponen 3Tabel 4. 30 Waktu Proses *Assembly* Seluruh Komponen 3

<i>Assembly</i> Seluruh Komponen 3					
No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)	No	Waktu Proses (Detik)
1	7184	11	6254	21	5459
2	4234	12	8282	22	3169
3	6937	13	6551	23	7877
4	7486	14	6008	24	7485
5	6038	15	4066	25	6961
6	6833	16	5224	26	6842
7	7354	17	6125	27	6533
8	6155	18	1665	28	5839
9	7708	19	5332	29	3553
10	6246	20	9041	30	9049

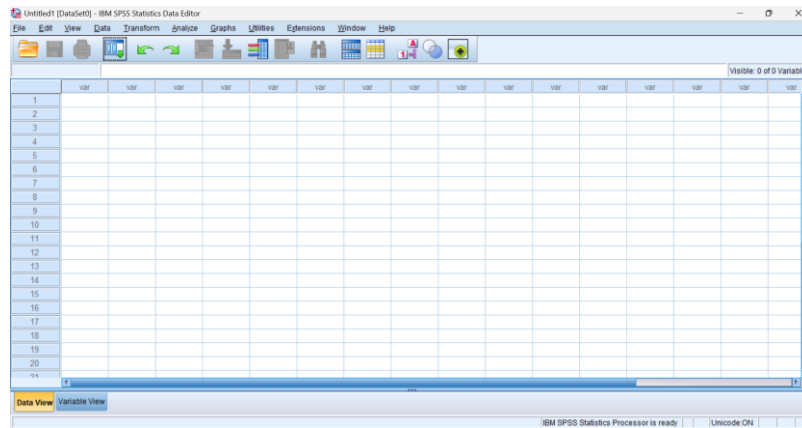
d. *Assembly* Seluruh Komponen 4Tabel 4. 31 Waktu Proses *Assembly* Seluruh Komponen 4

<i>Assembly</i> Seluruh Komponen 4					
No	Waktu Proses	No	Waktu Proses	No	Waktu Proses
	(Detik)		(Detik)		(Detik)
1	6027	11	7997	21	6356
2	7961	12	3028	22	3320
3	9476	13	7619	23	7875
4	6373	14	7024	24	7719
5	6837	15	3751	25	3536
6	8258	16	4937	26	7228
7	7248	17	7183	27	5517
8	6303	18	4492	28	5977
9	4339	19	6993	29	7281
10	7318	20	3139	30	6347

4.2 Pengolahan Data**4.2.1 Uji Keseragaman Data**

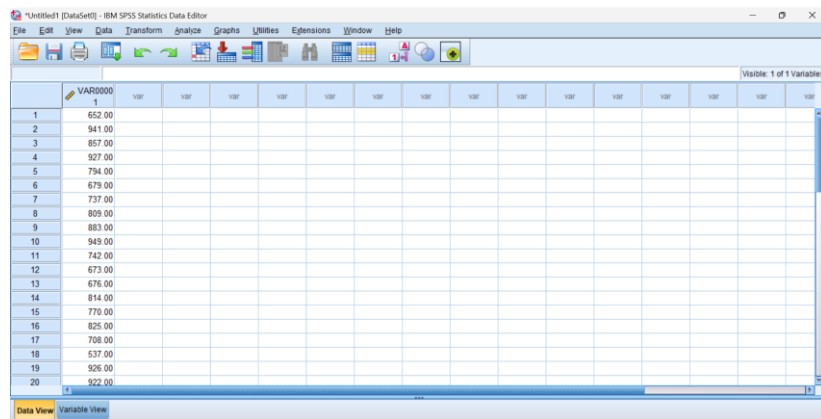
Langkah awal dalam pengolahan data waktu proses pada tiap *workstation* adalah melakukan uji keragaman data dan uji kecukupan data. Uji keseragaman data pada penelitian ini menggunakan *Software* SPSS. Berikut merupakan langkah-langkah yang penggunaan *Software* SPSS untuk uji keseragaman data:

1. Membuka *Software* SPSS:



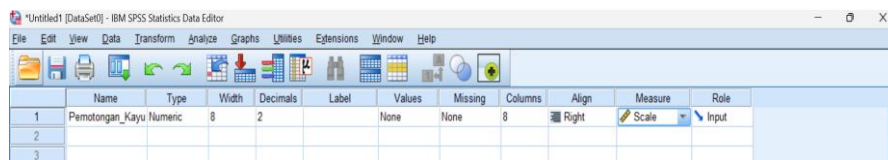
Gambar 4. 2 Software SPSS

2. Memasukkan data yang akan diuji ke dalam *Data View*.



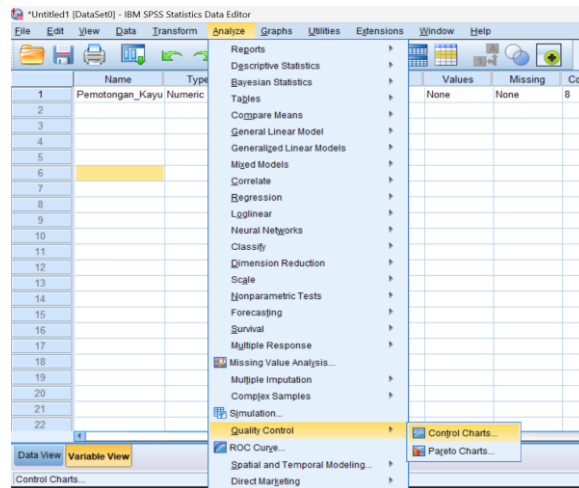
Gambar 4. 3 Data View

3. Klik *Variabel View*, kemudian pada bagian nama diisi *workstation* yang akan diuji, Kemudian bagian *Type* pilih *Numeric*, dan Pada bagian *Measure* pilih *Scale*.



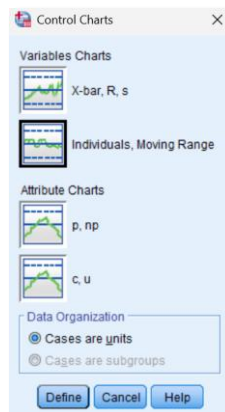
Gambar 4. 4 Variabel View

4. Selanjutnya pilih *Analyze* yang ada pada bagian atas, kemudian pada bagian *Quality Control* pilih *Control Chart*



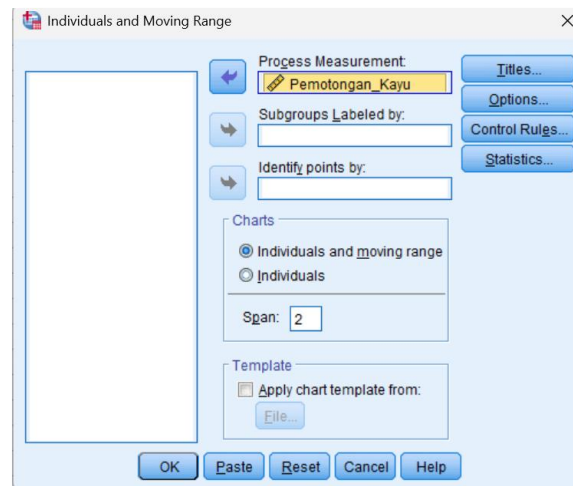
Gambar 4. 5 Memilih *Control Chart*

5. Kemudian pada tampilan *Control Chart* pilih *Individuals. Moving Range*. Langkah berikutnya pilih *Define*



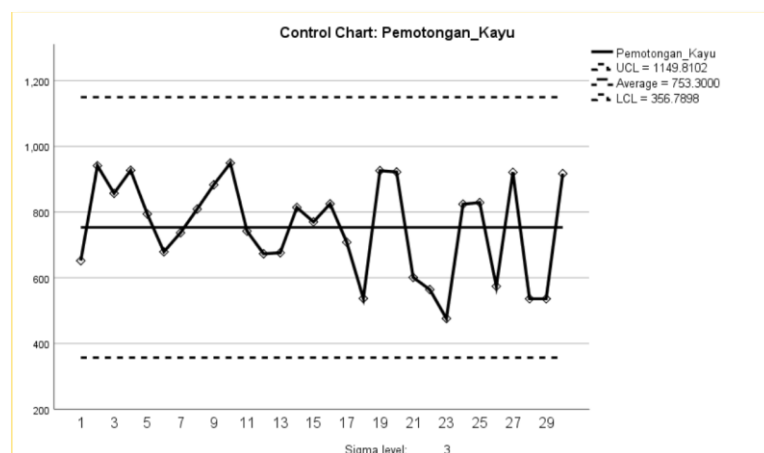
Gambar 4. 6 Menu *Control Chart*

6. Pada bagian *Individuals and Moving Average* pindahkan *workstation* ke kolom *Process Measurement* dan pilih OK



Gambar 4. 7 Menu *Individuals And Moving Average*

7. Maka akan muncul gambar seperti pada Gambar 4.8 sebagai berikut



Gambar 4. 8 Hasil Uji Keseragaman Data

Dengan Keterangan:

UCL = *Upper Control Limit*

Average = Rata-rata

LCL = *Lower Control Limit*

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS. Adapun rincian hasil uji keseragaman pada masing-masing *workstation* ditunjukkan pada Tabel 4.32:

Tabel 4. 32 Hasil Keseragaman Data

<i>Workstation</i>	UCL	<i>Average</i>	LCL	Hasil
Pemotongan Kayu	1149,81	753,3	356,79	Data Seragam
Pengamplasan 1	1574,15	906	237,85	Data Seragam
Pengamplasan 2	1391,49	909,63	427,77	Data Seragam
Penghalusan Rangka Atas 1	1015,29	669,3	323,3	Data Seragam
Penghalusan Rangka Atas 2	1160,11	690,53	220,95	Data Seragam
Perakitan Rangka Atas 1	3188,39	2290,4	1392,4	Data Seragam
Perakitan Rangka Atas 2	3427,56	2402,5	1377,44	Data Seragam
Penghalusan Rangka Bawah 1	1111,32	779,9	448,48	Data Seragam
Penghalusan Rangka Bawah 2	1379,24	785,9	192,55	Data Seragam
Perakitan Rangka Bawah 1	3071,71	2758,56	2199,42	Data Seragam
Perakitan Rangka Bawah 2	3346,51	2808,26	2270,02	Data Seragam
<i>Bleaching</i>	1035,47	632,63	229,8	Data Seragam
Pewarnaan	979,62	760,23	540,85	Data Seragam
Pemotongan Busa	3790,28	2545,1	1299,92	Data Seragam
Pembuatan Bantal 1	827, 03	581,7	336,37	Data Seragam
Pembuatan Bantal 2	880,65	619,36	358,08	Data Seragam
<i>Assembly</i> Busa 1	12327,35	6615,5	903,64	Data Seragam
<i>Assembly</i> Busa 2	11645,	6559,13	1473,26	Data Seragam
<i>Assembly</i> Busa 3	10477,96	6570,43	2662,9	Data Seragam
Pemotongan Kain	3620	3084,6	2549,2	Data Seragam
Penjahitan Kain Sofa 1	592,81	501,87	410,92	Data Seragam
Penjahitan Kain Sofa 2	564,88	482,1	399,31	Data Seragam
Penjahitan Kain Sofa 3	599,87	502,97	406,06	Data Seragam
<i>Assembly</i> Seluruh Komponen 1	9463,17	6402,67	3342,2	Data Seragam
<i>Assembly</i> Seluruh Komponen 2	9799,64	6322,12	2844,63	Data Seragam
<i>Assembly</i> Seluruh Komponen 3	9591,14	6249,67	2908,19	Data Seragam
<i>Assembly</i> Seluruh Komponen 4	9673,4	6248,63	2823,87	Data Seragam

4.2.2 Uji Kecukupan data

Uji kecukupan data perlu dilakukan untuk memastikan bahwa jumlah data yang digunakan sudah mencukupi serta dapat merepresentasikan kondisi sistem secara menyeluruh. Dalam penelitian ini, uji kecukupan data dilakukan dengan tingkat kepercayaan sebesar 90% dan tingkat ketelitian sebesar 10%. Adapun rincian perhitungan uji kecukupan data *workstation* pemotongan kayu disajikan pada Tabel 4.33:

Tabel 4. 33 Uji Kecukupan Data Pemotongan Kayu

<i>Workstation</i>	X	X²
Pemotongan Kayu	652	425104
	941	885481
	857	734449
	927	859329
	794	630436
	679	461041
	737	543169
	809	654481
	883	779689
	949	900601
	742	550564
	673	452929
	676	456976
	814	662596
	770	592900
	825	680625
	708	501264
	537	288369
	926	857476
	922	850084
	601	361201
	564	318096
	476	226576

<i>Workstation</i>	X	X²
	824	678976
	829	687241
	574	329476
	921	848241
	536	287296
	536	287296
	917	840889
Total	22599	17632851

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{(n \sum (x_i^2) - \sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{\frac{2}{0,1} \sqrt{(30 \sum (17632851) - \sum 22599)^2}}{22599} \right)^2$$

$$N' = 7,56$$

Berdasarkan hasil perhitungan kecukupan data, diperoleh nilai $N' < N$ yaitu $7,56 < 30$. Hal tersebut menunjukkan bahwa data waktu pada *workstation* proses pemotongan kayu sudah mencukupi dan dapat digunakan dalam penelitian. Adapun hasil uji kecukupan data yang telah diolah ditunjukkan pada Tabel 4.34:

Tabel 4. 34 Hasil Kesuluruhan Uji Kecukupan Data

<i>Workstation</i>	N'	N	Hasil
Pemotongan Kayu	7,56	30	Data Mencukupi
Pengamplasan 1	19,52	30	Data Mencukupi
Pengamplasan 2	14,8	30	Data Mencukupi
Penghalusan Rangka Atas 1	24,96	30	Data Mencukupi
Penghalusan Rangka Atas 2	25,23	30	Data Mencukupi
Perakitan Rangka Atas 1	9,21	30	Data Mencukupi
Perakitan Rangka Atas 2	11,69	30	Data Mencukupi
Penghalusan Rangka Bawah 1	10,47	30	Data Mencukupi
Penghalusan Rangka Bawah 2	22,9	30	Data Mencukupi
Perakitan Rangka Bawah 1	1,68	30	Data Mencukupi

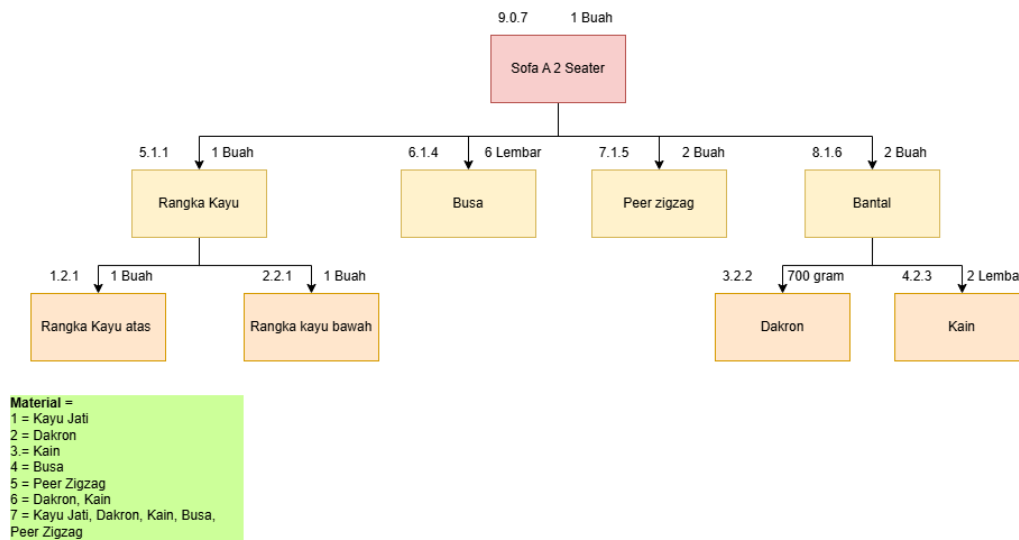
<i>Workstation</i>	<i>N'</i>	<i>N</i>	<i>Hasil</i>
Perakitan Rangka Bawah 2	1,72	30	Data Mencukupi
<i>Bleaching</i>	20,41	30	Data Mencukupi
Pewarnaan	5,84	30	Data Mencukupi
Pemotongan Busa	5,51	30	Data Mencukupi
Pembuatan Bantal 1	7,23	30	Data Mencukupi
Pembuatan Bantal 2	7,02	30	Data Mencukupi
<i>Assembly</i> Busa 1	24,19	30	Data Mencukupi
<i>Assembly</i> Busa 2	16,89	30	Data Mencukupi
<i>Assembly</i> Busa 3	15,47	30	Data Mencukupi
Pemotongan Kain	1,81	30	Data Mencukupi
Penjahitan Kain Sofa 1	2,36	30	Data Mencukupi
Penjahitan Kain Sofa 2	2,65	30	Data Mencukupi
Penjahitan Kain Sofa 3	2,22	30	Data Mencukupi
<i>Assembly</i> Seluruh Komponen 1	22,08	30	Data Mencukupi
<i>Assembly</i> Seluruh Komponen 2	29,24	30	Data Mencukupi
<i>Assembly</i> Seluruh Komponen 3	27,63	30	Data Mencukupi
<i>Assembly</i> Seluruh Komponen 4	29,03	30	Data Mencukupi

4.2.3 Membangun Model Konseptual

Model konseptual merupakan representasi alur proses yang digunakan untuk memberikan gambaran umum mengenai model simulasi. Model konseptual ini bertujuan untuk mempermudah proses pembuatan model simulasi. Pada penelitian ini model konseptual yang digunakan adalah *Operation Process Chart* (OPC). Menurut Muchlisin et al. (2022), OPC ini bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai aliran proses produksi sehingga setiap tahapan proses dapat diidentifikasi dan dilaksanakan secara berurutan tanpa ada langkah yang terabaikan.

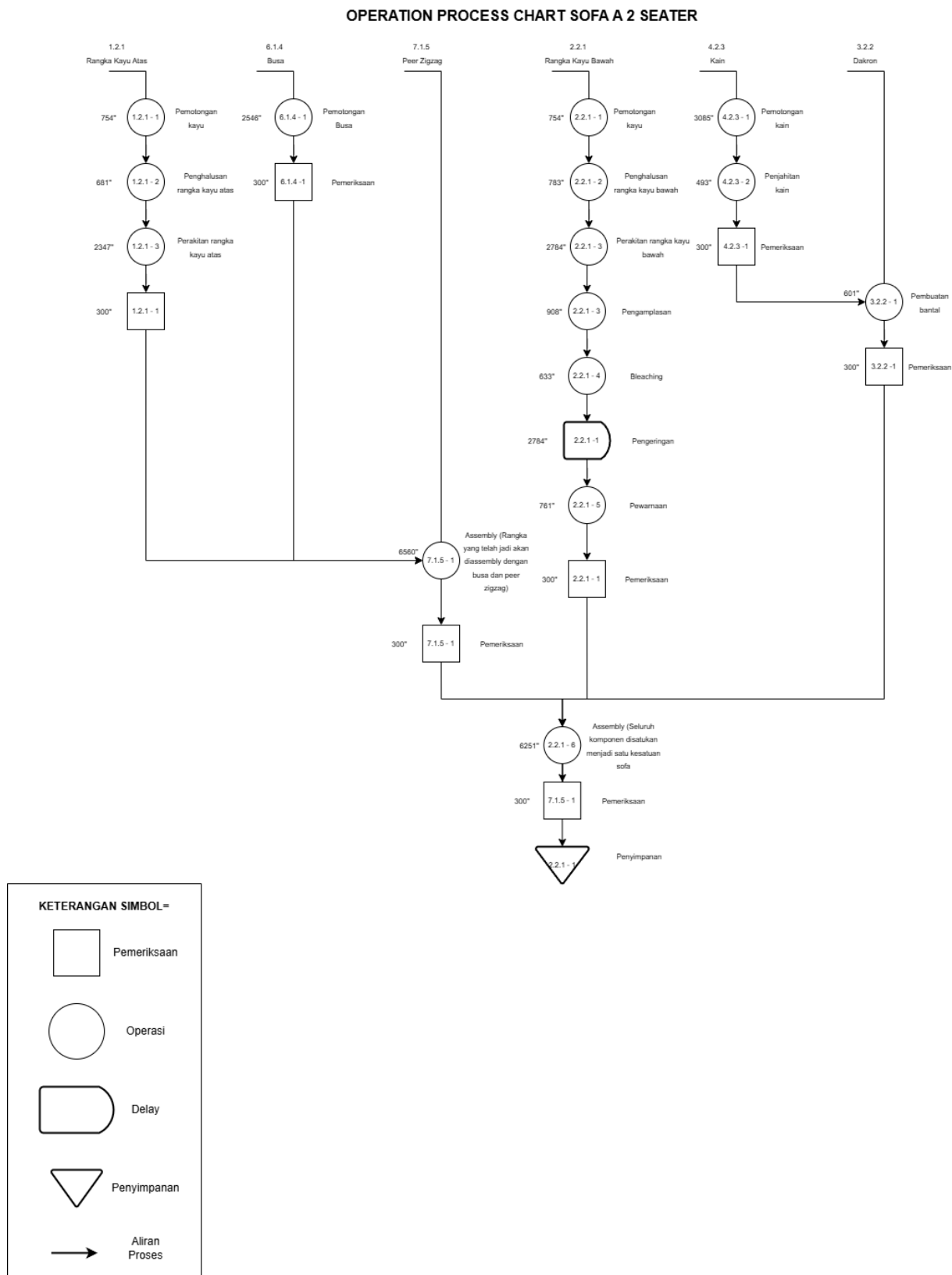
Sebelum menyusun OPC, langkah awal yang dilakukan adalah mengidentifikasi dan memetakan seluruh komponen penyusun produk melalui *Bill of Material* (BOM). Menurut B. N. Sari et al. (2018), BOM merupakan dokumen yang memuat daftar lengkap seluruh bahan baku, komponen, dan bagian penyusun produk secara terstruktur yang bertujuan untuk menunjukkan hubungan hierarki antar komponen, BOM juga menjelaskan kuantitas masing-

masing komponen yang dibutuhkan dalam proses perakitan hingga menjadi produk akhir. Adapun BOM produk Sofa A 2 Seater yang tertera pada Gambar 4.9:



Gambar 4. 9 BOM Produk Sofa A 2 Seater

Bedasarkan struktur BOM pada Gambar 4.9, dapat diidentifikasi seluruh kebutuhan material penyusun Sofa A 2 Seater secara mendetail. Informasi hierarki dan kuantitas material ini menjadi landasan utama untuk memetakan aliran proses di rantai produksi. Setiap komponen yang tertera pada BOM kemudian akan dibentuk ke dalam tahapan operasi, inspeksi, serta assembly. Pemetaan yang sistematis ini divisualisasikan menggunakan OPC, sehingga alur pengerjaan dari bahan baku awal hingga menjadi produk sofa dapat diidentifikasi dengan jelas. Adapun bentuk OPC untuk proses produksi Sofa A 2 Seater ditujukan pada Gambar 4.10 berikut:



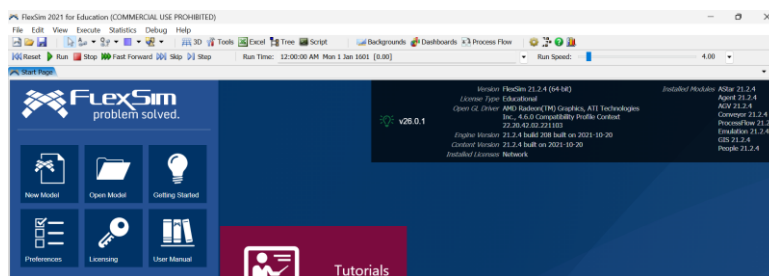
Gambar 4. 10 OPC Proses Produksi Sofa A 2 *Seater*

Bedasarkan OPC tersebut, aliran proses produksi Sofa A 2 *Seater* dipetakan secara rinci mulai dari awal pengerjaan seperti rangka kayu busa, dan kain. Setiap tahapan operasi dalam bagian ini juga dilengkapi dengan informasi waktu dalam satuan detik, yang diperoleh dari hasil perhitungan rata-rata 30 data pengamatan waktu proses pada tiap *workstation*. Seluruh kegiatan proses komponen tiap *workstation* yang terpisah pada akhirnya akan menjadi satu kesatuan pada *workstation assembly* seluruh komponen, sebelum produk Sofa A 2 *Seater* memasuki tahap penyimpanan dan siap didistribusikan ke *customer*

4.2.4 Penentuan Uji Distribusi Data *Workstation*

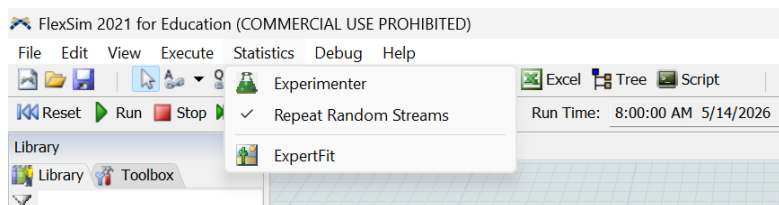
Penentuan uji distribusi data pada setiap data hasil pengamatan memanfaatkan fitur *Expertfit* yang tersedia pada *software* FlexSim 2021. *Expertfit* adalah *tools* yang digunakan untuk menentukan distribusi probabilitas statistik terbaik secara otomatis dan akurat sehingga dapat merepresentasikan kumpulan data input. Berikut merupakan tahapan dalam melakukan distribusi data:

1. Membuka *Software* FlexSim 2021



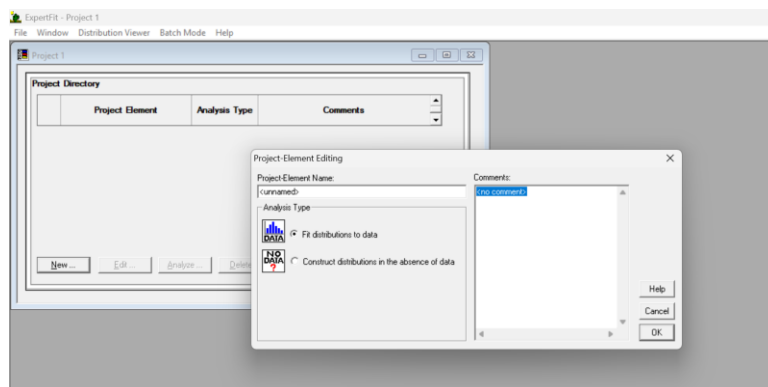
Gambar 4. 11 Menu Awal *Software* FlexSim 2021

2. Pada bagian atas, pilih menu *Statistics* dan kemudian pilih *Expertfit*.

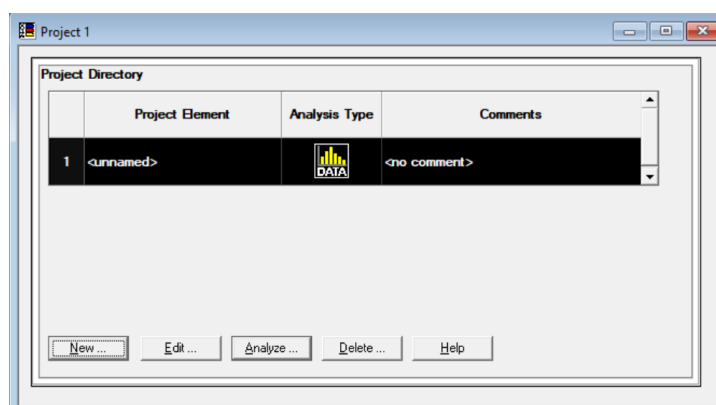


Gambar 4. 12 Menu *Expertfit*

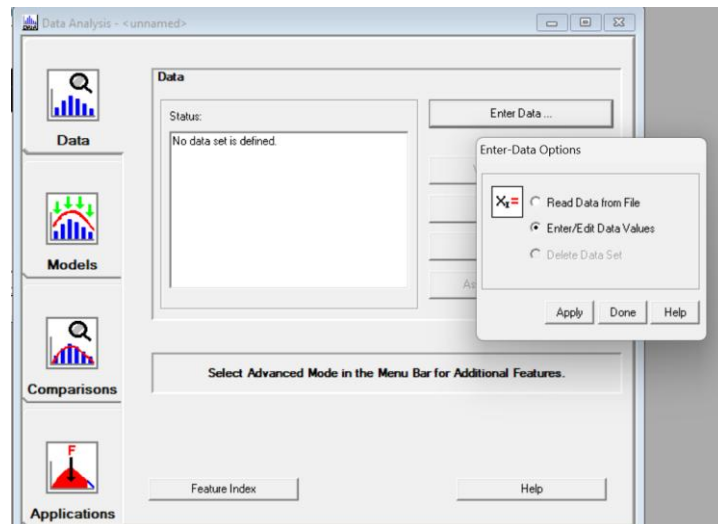
3. Langkah berikutnya, pilih menu *New* dan kemudian klik *Fit Distributions to Data*. Selanjutnya, pilih OK.

Gambar 4. 13 *Project Element Editing*

4. Pada bagian ini, pilih *Analyze*.

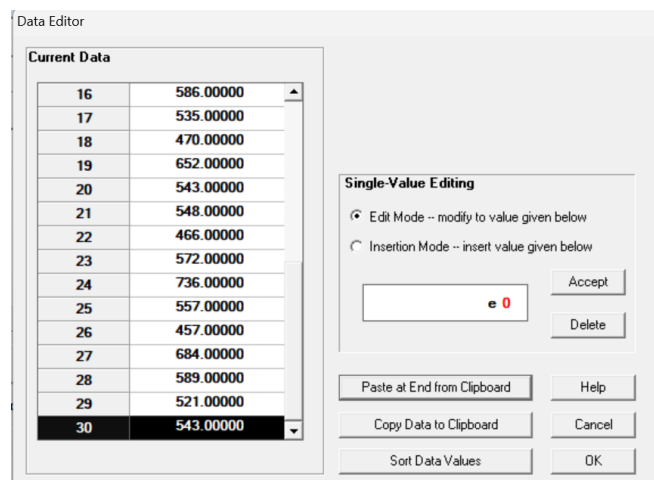
Gambar 4. 14 *Project Directory*

5. Selanjutnya, pada menu *Data* pilih menu *Enter Data*, kemudian klik *Enter/Edit Data Values*.



Gambar 4. 15 *Enter Data Options*

6. Pada bagian *Data Editor*, copy data waktu proses *workstation* yang terdapat pada *Excel* kemudian pilih *Paste at End From Clipboard*. Pastikan seluruh data telah muncul pada *Data Editor*, lalu pilih OK. Selanjutnya akan muncul tampilan *Data Summary Table* yang berisikan mulai dari mean, median, hingga varians. Lalu pilih *Done*.



Data-Summary Table

Data Characteristic	Value
Source file	<edited>
Observation type	Real valued
Number of observations	30
Minimum observation	457
Maximum observation	736
Mean	581.70000
Median	572.00000
Variance	6.331.66552
Coefficient of variation	0.13679
Skewness	0.23037

Copy
Print
Help
Done

Gambar 4. 16 Result Data Editor

7. Langkah selanjutnya, pilih menu *Models* kemudian klik *Automated Fitting*. Selanjutnya, *Expertfit* akan secara otomatis menentukan distribusi probabilitas yang sesuai. Setelah distribusi terpilih muncul, akan ditampilkan tiga rekomendasi distribusi dengan nilai *Relative Score* yang berbeda. Setelah itu, pilih *Done*.

The image shows two screenshots of the ExpertFit software interface. The top screenshot shows the 'Model Fitting' window with a 'Specified Models' list containing 'None' and buttons for 'Automated Fitting ...', 'Fit Individual Models ...', and 'View/Delete Models ...'. The bottom screenshot shows the 'Automated-Fitting Results' window, which displays a table of candidate models and their parameters.

Model	Relative Score	Parameters
1 - Log-Logistic(E)	80.65	Location: 215.75534 Scale: 358.47205 Shape: 7.81452
2 - Random Walk(E)	80.65	Location: 133.34414 Scale: 0.00230 Shape: 0.07364
3 - Erlang(E)	79.03	Location: 211.83839 Scale: 19.46640 Shape: 19

32 models are defined with scores between 0.00 and 80.65

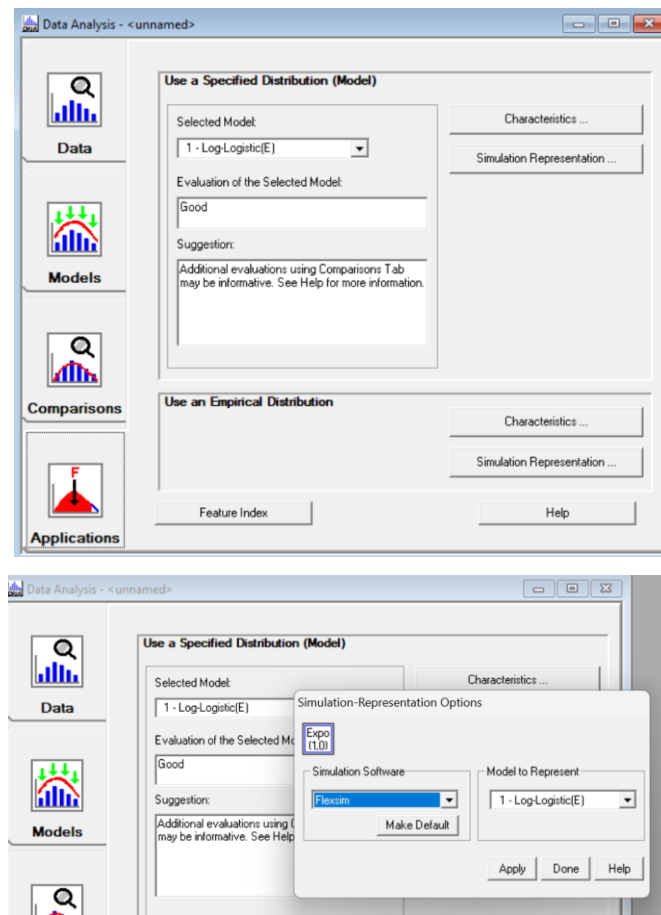
Absolute Evaluation of Model 1 - Log-Logistic(E)
Evaluation: Good
Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab might be informative.

Copy
Print
Help
Done

Gambar 4. 17 Result Automatted Fitting

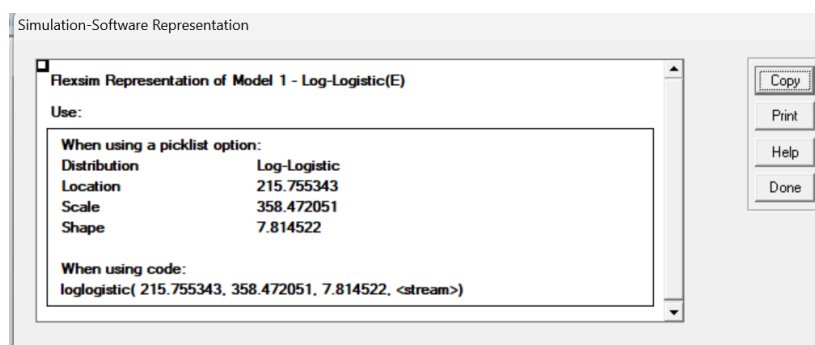
8. Selanjutnya, pada bagian *Applications* pilih distribusi dengan nilai *Relative Score* tertinggi yang tercantum pada *Selected Model*. Setelah itu, pilih *Simulation Software* yaitu FlexSim

dan pastikan pada bagian *Model to Represent* dipilih distribusi dengan *Relative Score* tertinggi, yaitu *Log-Logistic(E)*, kemudian klik *Apply*.



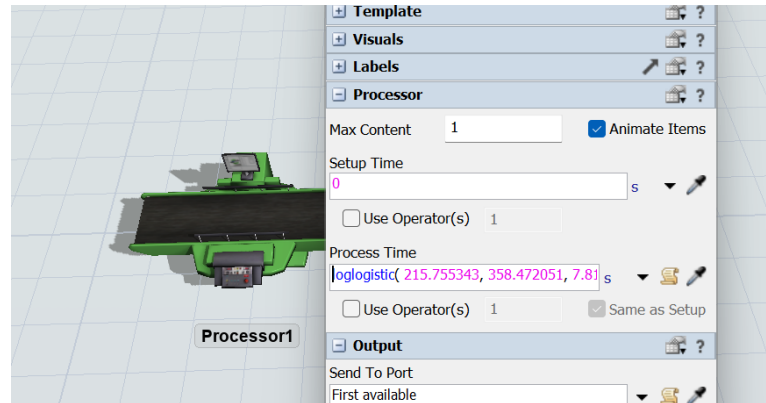
Gambar 4. 18 *Interface Data Analyst*

9. Data distribusi akan ditampilkan pada bagian *When using code* dan selanjutnya dapat diinputkan ke masing-masing waktu proses *workstation* pada setiap objek di FlexSim.



Gambar 4. 19 *Result Distribution*

10. Langkah berikutnya, data hasil *Expertfit* yang telah ditentukan dimasukkan ke objek pada masing-masing *workstation*. Klik objek yang akan diberikan distribusi, kemudian pilih menu *Processor*. Selanjutnya, pada bagian *Process Time* masukkan data *Expertfit* yang telah ditentukan sebelumnya.



Gambar 4. 20 *Input Process Time Workstation*

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan fitur *Expertfit*, diperoleh distribusi data sebagai berikut:

Tabel 4. 35 Hasil Pengolahan Data *Expertfit* Keseluruhan

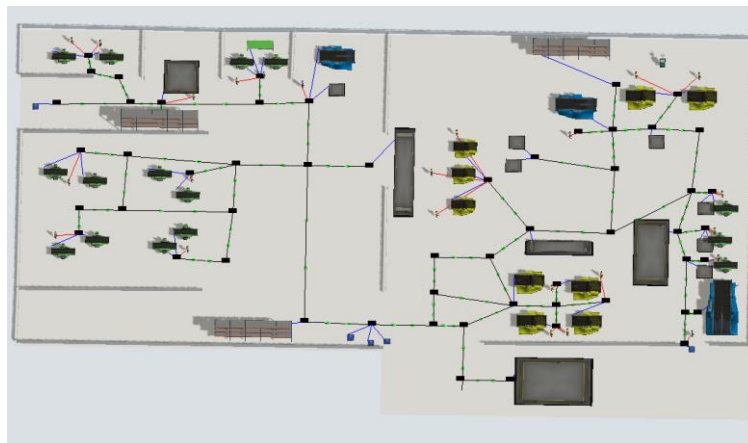
No	Aktivitas	Distribusi
1	Pemotongan Kayu	beta(469.182393, 950.318706, 1.048694, 0.730751, <stream>)
2	Pengamplasan 1	beta(562.541268, 1200.712467, 0.793665, 0.664094, <stream>)
3	Pengamplasan 2	beta(549.970841, 1183.594274, 1.246544, 0.949239, <stream>)
4	Penghalusan Rangka Atas 1	johnsonbounded(413.581926, 997.387860, 0.220706, 0.599144, <stream>)
5	Penghalusan Rangka Atas 2	erlang(184.084947, 63.306048, 8.000000, <stream>)
6	Perakitan Rangka Atas 1	johnsonbounded(372.349299, 2755.077853, -1.672047, 0.986228, <stream>)
7	Perakitan Rangka Atas 2	johnsonbounded(16.046946, 2961.763314, -1.780578, 1.043907, <stream>)

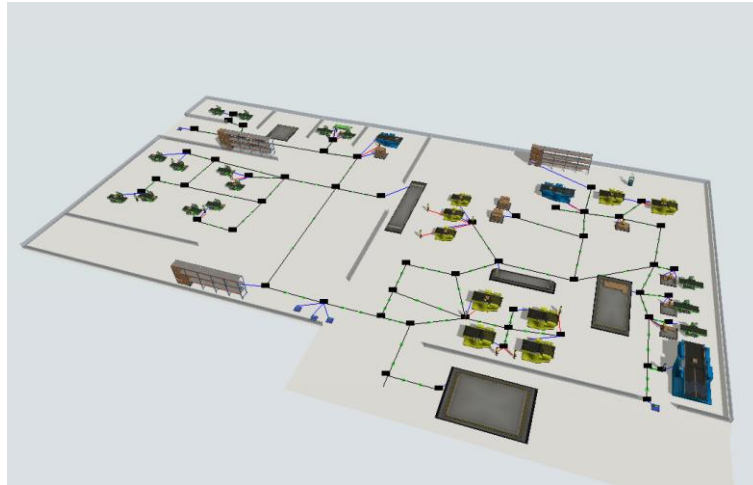
No	Aktivitas	Distribusi
8	Penghalusan Rangka Bawah 1	beta(580.837629, 1046.310466, 1.003274, 1.369599, <stream>)
9	Penghalusan Rangka Bawah 2	beta(462.888575, 1199.345101, 1.236191, 1.579925, <stream>)
10	Perakitan Rangka Bawah 1	beta(1661.350257, 3323.098538, 12.355107, 6.362460, <stream>)
11	Perakitan Rangka Bawah 2	beta(2449.219667, 3159.590146, 1.411559, 1.372786, <stream>)
12	<i>Bleaching</i>	beta(389.041168, 868.427924, 0.940899, 0.905857, <stream>)
13	Pewarnaan	erlang(505.549744, 36.383370, 7.000000, <stream>)
14	Pemotongan Busa	johnsonbounded(1926.158475, 3005.803571, -0.274932, 0.642211, <stream>)
15	Pembuatan Bantal 1	loglogistic(215.755343, 358.472051, 7.814522, <stream>)
16	Pembuatan Bantal 2	weibull(221.042089, 431.368871, 5.516638, <stream>)
17	<i>Assembly</i> Busa 1	johnsonbounded(3517.897028, 8780.868606, -0.283907, 0.523805, <stream>)
18	<i>Assembly</i> Busa 2	beta(3765.764639, 8694.689259, 1.308928, 1.003499, <stream>)
19	<i>Assembly</i> Busa 3	beta(4600.698179, 8671.559024, 0.724201, 0.777906, <stream>)
20	Pemotongan Kain	gamma(128.506747, 14.668478, 201.526928, <stream>)
21	Penjahitan Kain Sofa 1	beta(409.675567, 560.539286, 1.627996, 1.038937, <stream>)
22	Penjahitan Kain Sofa 2	johnsonbounded(336.076497, 575.794254, -0.971225, 1.173650, <stream>)

No	Aktivitas	Distribusi
23	Penjahitan Kain Sofa 3	johnsonbounded(288.329697, 566.626975, - 1.682068, 1.213329, <stream>)
24	Assembly Seluruh Komponen 1	johnsonbounded(15.677378, 9894.306399, - 0.917085, 1.361135, <stream>)
25	Assembly Seluruh Komponen 2	beta(2857.567457, 9713.999957, 1.330629, 1.344414, <stream>)
26	Assembly Seluruh Komponen 3	johnsonbounded(3.192570, 9821.004944, - 0.716885, 1.164269, <stream>)
27	Assembly Seluruh Komponen 4	johnsonbounded(10.737724, 9797.830231, - 0.634908, 1.058470, <stream>)

4.2.5 Membangun Model Simulasi Awal

Model simulasi awal disusun untuk menggambarkan sistem nyata berdasarkan data dan kondisi sistem produksi yang terdapat pada XYZ Furniture. Model tersebut dibuat menggunakan *software* FlexSim 2021. Simulasi ini bertujuan untuk memvisualisasikan proses produksi yang terjadi pada XYZ Furniture secara lebih jelas. Berikut merupakan model simulasi awal di XYZ Furniture seperti pada Gambar 4.21:





Gambar 4. 21 Model Simulasi Awal

4.2.6 Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi merupakan proses pemeriksaan untuk memastikan bahwa model yang dibangun telah sesuai dengan logika diagram alur sistem. Pada penelitian ini, verifikasi dilakukan dengan menjalankan simulasi pada *software* FlexSim. Apabila model simulasi dapat berjalan sesuai dengan sistem nyatanya, maka proses verifikasi dinyatakan valid. Proses ini bertujuan agar tidak terdapat kesalahan logika maupun alur proses model simulasi yang telah dibuat.

Setelah proses verifikasi selesai, tahap berikutnya adalah melakukan validasi yang bertujuan untuk memastikan bahwa model memiliki perilaku yang sama dengan sistem nyata. Validasi pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan hasil *output* proses produksi sofa A mulai dari kedatangan bahan baku hingga sofa telah dirakit dengan sempurna, apakah terdapat perbedaan antara model simulasi dengan sistem nyatanya. Proses validasi dilakukan menggunakan *statistical test* berupa uji kesamaan dua rata-rata, uji kesamaan dua variansi, dan uji *Chi-Square*. Hasil dari proses validasi ini digunakan untuk mengetahui tingkat kesesuaian model simulasi dengan kondisi sistem nyata. Berikut merupakan data hasil simulasi dan hasil *output* pada sistem nyata:

Tabel 4. 36 Data Hasil Simulasi Dan Data Sistem Nyata

Data ke -	Hasil Simulasi (Unit)	Sistem Nyata (Unit)	Data ke -	Hasil Simulasi (Unit)	Sistem Nyata (Unit)
1	2	2	16	2	3

2	3	5	17	2	1
3	3	4	18	1	4
4	3	2	19	2	3
5	1	1	20	4	2
6	3	2	21	3	3
7	3	3	22	2	3
8	3	2	23	3	2
9	3	2	24	6	3
10	3	3	25	1	3
11	3	4	26	4	4
12	2	1	27	2	2
13	3	5	28	3	3
14	3	5	29	2	1
15	2	1	30	3	3

Berdasarkan data hasil simulasi dan data sistem nyata pada Tabel 4.35, tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan nilai rata-rata dan standar deviasi yang diperlukan dalam pengujian *statistical test*. Perhitungan tersebut digunakan sebagai dasar untuk membandingkan kesesuaian antara model simulasi dengan sistem nyata. Hasil perhitungan *statistical test* tersebut disajikan sebagai berikut:

Tabel 4. 37 Perhitungan Rata-Rata dan Standar Deviasi

	Rata-Rata	Standar Deviasi	Jumlah Data
<i>Output Simulasi</i>	2,6667	0,758	30
<i>Output Nyata</i>	2,7333	1,363	30

Berikut merupakan perhitungan dan hasil validasi menggunakan *statistical test* yang terdiri dari uji kesamaan dua rata-rata, uji kesamaan dua variansi, dan *Chi square test*:

1. Uji Kesamaan Dua Rata-Rata

a. Menentukan Hipotesis

H0 : Hasil simulasi menunjukkan kesesuaian dengan kondisi sistem nyata

H1 : Hasil simulasi tidak menunjukkan kesesuaian dengan kondisi sistem nyata

b. Menetapkan Area Penerimaan

Daerah penerimaan yang digunakan ialah 95% atau $\alpha = 5\%$. Sehingga daerah penerimaannya yaitu:

H0 : Jika $-2,045 < T_{hitung} < T_{2,045}$

H1 : Jika $T_{hitung} < -2,045$ atau $T_{hitung} > 2,045$

c. Uji Statistik

$$Sp^2 = \frac{(n_1-1)v_1^2 + (n_2-1)v_2^2}{n_1+n_2-2} = 1,216092$$

$$T_{hitung} = \frac{\text{mean } 1 - \text{mean } 2}{\sqrt{SP^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} = -0,23414$$

d. Hasil Uji Kesamaan Dua Rata-Rata

Hasil uji kesamaan dua rata-rata menunjukkan nilai $-2,045 < T_{hitung} < T_{2,045}$ yaitu $-2,048 < -0,23414 < 2,048$ maka dapat disimpulkan bahwa hasil simulasi memiliki kesesuaian dengan sistem nyata. Oleh karena itu, H0 diterima dan model simulasi sama dengan sistem nyata.

2. Uji Kesamaan Dua variansi

a. Menentukan Hipotesis

H0 : Probabilitas seluruh kejadian dianggap sama, sehingga hasil simulasi sesuai dengan sistem nyata

H1 : Hasil simulasi tidak menunjukkan kesesuaian dengan kondisi sebenarnya.

b. Menetapkan Area Penerimaan

Daerah penerimaan yang digunakan ialah 95% atau $\alpha = 5\%$. Sehingga daerah penerimaannya yaitu

H0 : $F_{0,975}(29,29) < F_{hitung} < F_{0,025}(29,29)$

H1 : $F_{hitung} > F_{0,025}(29,29)$ atau $F_{hitung} < F_{0,975}(29,29)$

c. Uji Statistik

$$F_{hitung} = \frac{\text{standar deviasi } 1^2}{\text{standar deviasi } 2^2} = 0,309406$$

d. Hasil Uji Kesamaan Dua Variansi

Hasil uji kesamaan dua variansi menunjukkan bahwa nilai F_{hitung} berada pada daerah penerimaan H0, yaitu $0,475965 < 0,309406 < 2,100996$. Dengan demikian, H1

diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua variansi data tidak memiliki perbedaan signifikan.

3. Uji *Chi Square*

a. Menentukan Hipotesis

H0 : Seluruh probabilitas kejadian dianggap sama, sehingga hasil simulasi sesuai dengan sistem nyata.

H1 : Hasil simulasi tidak menunjukkan kesesuaian dengan kondisi produksi sebenarnya.

b. Menetapkan Area Penerimaan

Tingkat kepercayaan yang digunakan dalam pengujian adalah sebesar 95% dengan nilai signifikansi $\alpha = 5\%$. Oleh karena itu, daerah penerimaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

H0 : Chi Kuadrat Hitung < Chi Kuadrat Tabel

H1 : Chi Kuadrat Hitung > Chi Kuadrat Tabel

c. Uji Statistik

$$X^2_{0,05;29} = 42,577$$

$$X^2 = \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

O_i = Data Simulasi

E_i = Data sistem nyata

Tabel 4. 38 Perhitungan *Chi Square*

Data ke	Hasil	Sistem	<i>Chi Square</i>
-	Simulasi	Nyata	
	(Unit)	(Unit)	
1	2	2	0
2	3	5	0.8
3	3	4	0.25
4	3	2	0.5
5	1	1	0
6	3	2	0.5
7	3	3	0

Data ke -	Hasil Simulasi (Unit)	Sistem Nyata (Unit)	Chi Square
8	3	2	0.5
9	3	2	0.5
10	3	3	0
11	3	4	0.25
12	2	1	1
13	3	5	0.8
14	3	5	0.8
15	2	1	1
16	2	3	0.5
17	2	1	0.5
18	1	4	9
19	2	3	0.5
20	4	2	1
21	3	3	0
22	2	3	0.5
23	3	2	0.33
24	6	3	1.5
25	1	3	4
26	4	4	0
27	2	2	0
28	3	3	0
29	2	1	0.5
30	3	3	0
Total			25,23

Sehingga:

Tabel 4. 39 Hasil *Chi Square*

Chi Kuadrat Hitung	Chi Kuadrat Tabel
25,2333	42,577

d. Hasil Uji *Chi Square*

Hasil uji kesamaan *Chi Square* menunjukkan nilai Chi Kuadrat Hitung < Chi Kuadrat Tabel yaitu $25,233 < 42,577$. Hal tersebut menunjukkan bahwa H_0 diterima sehingga Probabilitas semua kejadian sama dan sesuai dengan sistem nyata.

4. Kesimpulan Hasil *Statistical Test*

Berdasarkan hasil pengujian validasi yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan dari masing-masing metode pengujian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.40:

Tabel 4. 40 Kesimpulan Hasil *Statistical Test*

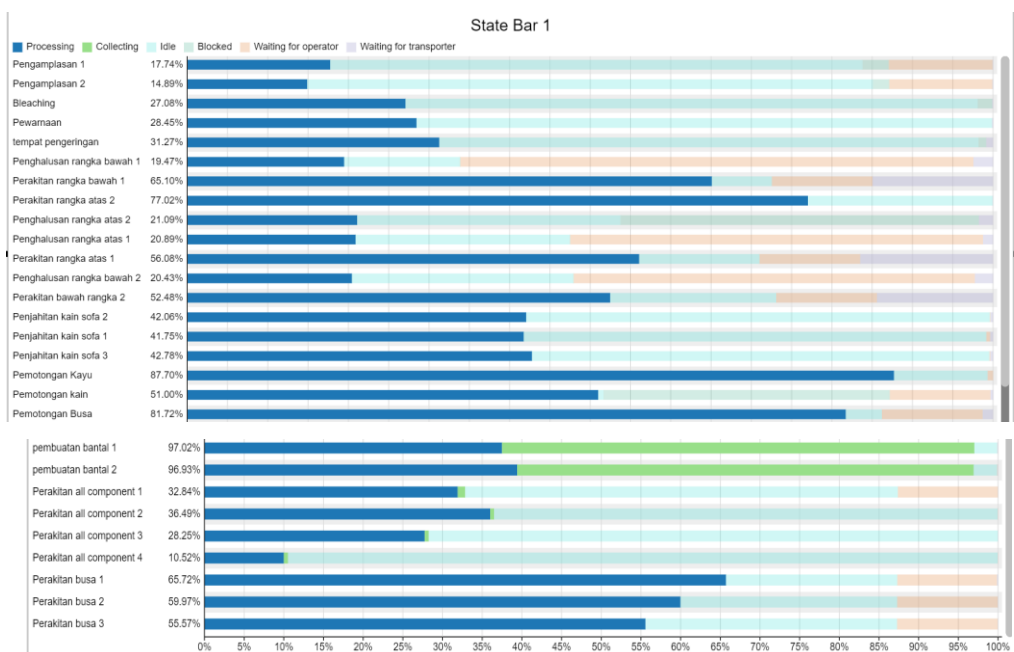
Uji Validasi	Hasil
Uji Kesamaan Dua Rata-Rata	H_0 Diterima
Uji Kesamaan Dua Variansi	H_0 Ditolak
Uji <i>Chi Square</i>	H_0 Diterima

Berdasarkan hasil keseluruhan pengujian validasi yang telah dilakukan, diperoleh bahwa uji kesamaan dua rata-rata dan uji *Chi-Square* menunjukkan hasil H_0 diterima, sedangkan uji kesamaan dua variansi ditolak. Diterimanya H_0 pada uji kesamaan dua rata-rata menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara rata-rata *output* produksi sistem nyata dengan model simulasi.

Karena variabel utama yang dalam penelitian ini adalah *output* produksi, model telah mampu merepresentasikan sistem yang sebenarnya. Sebuah model dianggap valid untuk serangkaian kondisi eksperimental jika akurasi model tersebut berada dalam rentang akurasi yang dapat diterima, yaitu tingkat akurasi yang diperlukan dari model tersebut untuk tujuan penggunaannya (Sargent, 2013). Meskipun uji kesamaan dua variansi ditolak akibat keterbatasan model dalam mereplikasi seluruh *noise* di lapangan, hal ini dapat ditoleransi. Hal ini sejalan dengan pandangan Banks et al. (2010) yang menyatakan bahwa model simulasi merupakan bentuk penyederhanaan dari sistem nyata, sehingga wajar apabila model kehilangan beberapa sumber keacakan. Dengan demikian, jika uji rata-rata sudah menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara sistem nyata dan model, model tersebut sudah cukup kuat untuk digunakan dalam desain eksperimen dan pemilihan alternatif

4.2.7 Membangun Model Eksperimen

Setelah model simulasi dijalankan dan permasalahan pada proses produksi XYZ Furniture dapat diidentifikasi, tahap selanjutnya adalah menyusun model eksperimen dalam bentuk beberapa skenario. Skenario tersebut bertujuan untuk memberikan usulan perbaikan guna mengoptimalkan proses produksi pada pembuatan Sofa A. Adapun rincian analisis *summary report* yang didapatkan dari *software* FlexSim sebagai salah satu acuan dalam membangun model eksperimen:



Gambar 4. 22 *Dashboard* Proses Produksi

Berdasarkan data *dashboard* hasil simulasi selama 8 jam operasional, terlihat adanya ketidakseimbangan aliran kerja aliran kerja yang memicu penumpukan barang setengah jadi yang cukup tinggi pada titik-titik tertentu. Penumpukan tersebut akibat dari *bottleneck* pada *workstation* kritis yang memiliki waktu proses yang tinggi yakni *assembly* busa, pemotongan kayu, dan *assembly* seluruh komponen. Lebih lanjut, munculnya waktu tunggu akibat *blocked* yang signifikan pada area tertentu juga mengindikasikan bahwa *workstation* lanjutan gagal mengimbangi laju *supply* material.

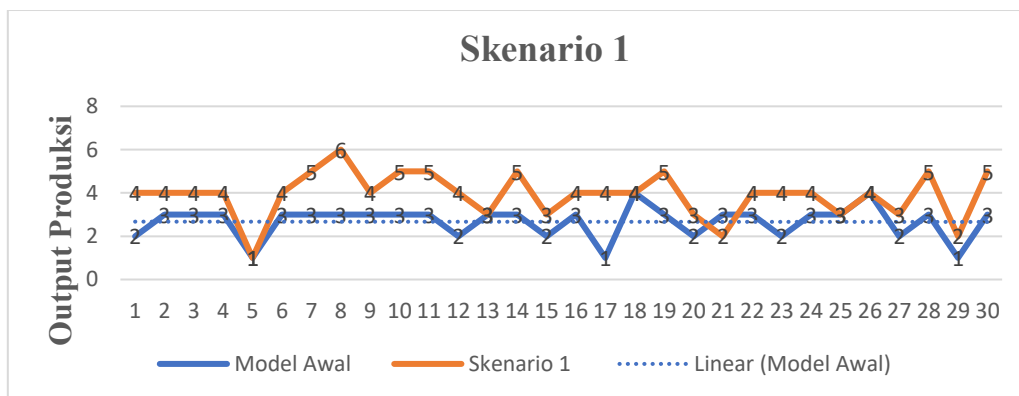
Melalui kejadian diskrit ini, teridentifikasi dengan jelas bahwa sistem produksi tersebut sangat membutuhkan penambahan *workstation* dan penyesuaian kapasitas *workstation* untuk

meminimalkan *delay* dan meluncurkan laju penyelesaian sofa. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari bagian produksi XYZ Furniture, kapasitas produksi Sofa A 2 *Seater* dapat dicapai minimal 5 unit per hari. Dengan jumlah hari kerja yang diasumsikan sebanyak 312 hari per tahun, dengan kapasitas produksi tahunan dapat dicapai yaitu sebesar 1560 unit.

Berdasarkan hasil simulasi model awal, kapasitas produksi yang mampu dicapai hanya sebesar 832 unit per tahun atau sebesar 53%. Hal ini menunjukkan adanya *gap* sebesar 47% yang mengindikasikan bahwa sistem produksi saat ini belum mampu beroperasi secara optimal, sehingga diperlukan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi dan kapasitas produksi. Adapun beberapa skenario perbaikan dirancang untuk meminimalkan *delay* serta meningkatkan kelancaran proses produksi sofa:

1. Skenario 1

Pada model skenario 1, dilakukan perubahan jumlah *workstation* pada proses *Assembly* busa yang awalnya 3 buah menjadi 4 buah. Pemilihan skenario tersebut menunjukkan bahwa *workstation assembly* busa merupakan salah titik kritis dalam aliran produksi. Selain itu, penumpukan material terjadi secara signifikan hal tersebut menandakan bahwa kondisi *workstation assembly* busa belum mampu mengimbangi laju kedatangan material, sehingga penambahan satu *workstation* pada area ini diharapkan dapat mengurangi antrian dan meningkatkan hasil produksi secara keseluruhan. Adapun hasil eksperimen dari model skenario 1 ditujukan pada Gambar 4.23:



Gambar 4. 23 Grafik Hasil Perbandingan Model Awal Dengan Model Skenario 1

Tabel 4. 41 Data *Summary* Perbandingan Model Awal Dengan Model Skenario 1

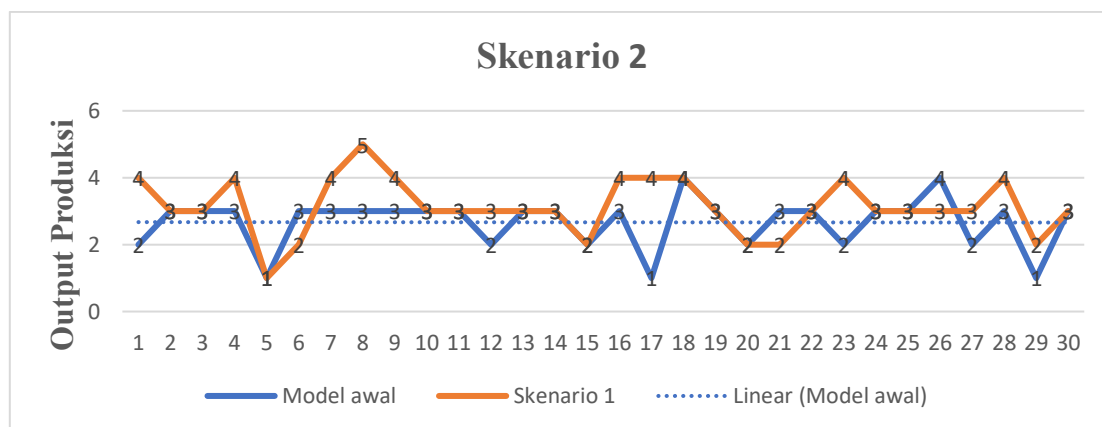
	Model Awal	Skenario 1
Jumlah data (n)	30	30

Rata-Rata	2.67	3.9
Total <i>Output</i>	80 Unit	117 Unit

Berdasarkan Gambar 4.23 dan Tabel 4.41 hasil eksperimen skenario 1, dapat diketahui dengan penambahan jumlah *workstation* pada proses *assembly* busa mampu meningkatkan *output* produksi dibandingkan model awal. Model awal dengan rata-rata *output* sebesar 2,67 dengan total *output* 80, sedangkan skenario 1 meningkat dengan rata-rata 3,9 dengan total *output* 117.

2. Skenario 2

Pada model skenario 2, dilakukan perubahan jumlah *workstation* pada proses *Assembly* busa dan *Assembly* seluruh komponen. Perubahan yang diterapkan yaitu penambahan *workstation Assembly* busa menjadi 4 dan *workstation Assembly* seluruh komponen menjadi 5. Skenario ini dipilih karena selain *bottleneck* pada *assembly* busa, hasil simulasi juga mengidentifikasi bahwa *workstation assembly* seluruh komponen mengalami *staytime* yang tinggi. Kondisi ini mengindikasikan adanya dua titik *bottleneck* yang saling terkoneksi, sehingga skenario 2 dirancang untuk menangani keduanya secara bersamaan dengan menambahkan *workstation* pada kedua area tersebut. Adapun hasil eksperimen dari model skenario 2:



Gambar 4. 24 Grafik Hasil Perbandingan Model Awal Dengan Model Skenario 2

Tabel 4. 42 Data *Summary* Perbandingan Model Awal Dengan Model Skenario 2

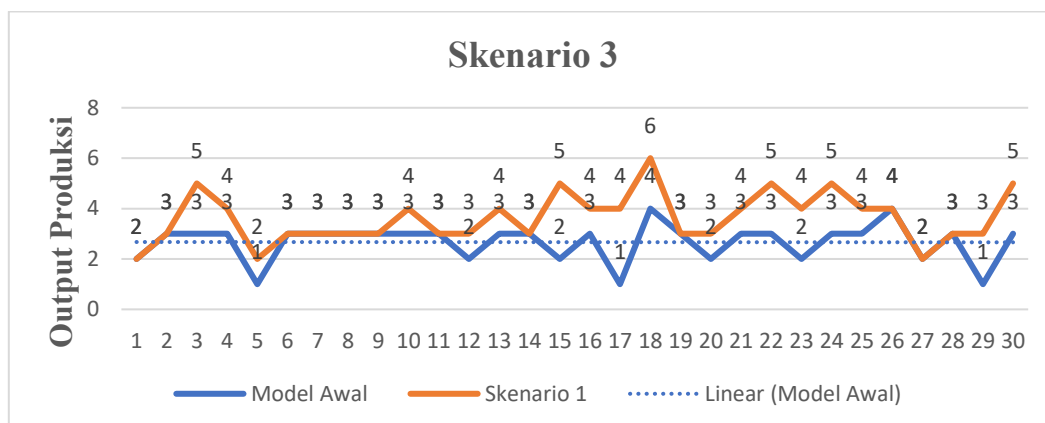
Model Awal	Skenario 2
------------	------------

Jumlah data (n)	30	30
Rata-Rata	2.67	3.13
Total <i>Output</i>	80 Unit	94 Unit

Berdasarkan Gambar 4.24 dan Tabel 4.42 hasil eksperimen skenario 2, dapat diketahui bahwa penambahan jumlah *workstation* pada proses *assembly* busa dan *assembly* seluruh komponen mampu meningkatkan *output* produksi dibandingkan dengan model awal. Model awal dengan rata-rata *output* sebesar 2,67 dengan total *output* 80, sedangkan skenario 2 meningkat dengan rata-rata 3,13 dengan total *output* 94.

3. Skenario 3

Pada model skenario 3 memodifikasi jumlah *workstation* pada tahap penghalusan dan perakitan rangka atas, dengan menambah jumlah *workstation* yang awalnya 2 menjadi 3. Skenario ini dipilih karena proses pengerjaan rangka menjadi salah satu penyebab terhambatnya aliran produksi, sehingga penambahan *workstation* pada proses penghalusan dan perakitan rangka atas diharapkan dapat memperlancar aliran material ke produksi berikutnya. Adapun hasil pengujian untuk model skenario tersebut disajikan sebagai berikut:



Gambar 4. 25 Grafik Hasil Perbandingan Model Awal Dengan Model Skenario 3

Tabel 4. 43 Data *Summary* Perbandingan Model Awal Dengan Model Skenario 3

	Model Awal	Skenario 3
Jumlah data (n)	30	30
Rata-Rata	2.67	3,63

Total <i>Output</i>	80 Unit	109 Unit
---------------------	---------	----------

Berdasarkan Gambar 4.25 dan Tabel 4.43 hasil eksperimen skenario 3, dapat diketahui bahwa penambahan jumlah *workstation* pada proses penghalusan dan perakitan rangka atas mampu meningkatkan *output* produksi dibandingkan dengan model awal. Model awal dengan rata-rata *output* sebesar 2,67 dengan total *output* 80, sedangkan skenario 3 meningkat dengan rata-rata 3,63 dengan total *output* 109.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis *Output* Simulasi pada Model Awal

Model awal merupakan representasi kondisi awal proses produksi Sofa A pada XYZ Furniture. Model tersebut dinyatakan telah sesuai dengan sistem nyata setelah melalui proses verifikasi dan validasi. Verifikasi dilakukan dengan menjalankan model simulasi melalui *software* FlexSim serta memastikan bahwa *flowchart* sudah sesuai dengan yang ada pada XYZ Furniture. Sementara itu, validasi dilakukan menggunakan statistical test yang meliputi uji kesamaan dua rata-rata, uji kesamaan dua variansi, dan uji *Chi-square*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada uji kesamaan dua rata-rata dan uji *Chi-square*, H_0 diterima, sedangkan pada uji kesamaan dua variansi diperoleh hasil H_0 ditolak. Meskipun demikian, secara keseluruhan model simulasi tetap dinyatakan valid dan telah sesuai dengan kondisi sistem nyata. Berikut merupakan rata-rata dan standar deviasi antara *output* produksi sistem nyata dengan *output* hasil simulasi:

Tabel 5. 1 Hasil Perbandingan *Output* Proses Produksi

	<i>Output</i> Proses produksi	<i>Output</i> Hasil Simulasi
Rata-Rata	2.73	2.67
Standar Deviasi	1.363	0.758
Jumlah data	30	30
Total Produksi (30 hari kerja)	82 Unit	80 Unit

Berdasarkan Tabel 5.1 dapat diketahui bahwa rata-rata *output* produksi sistem sebesar 2,73, sedangkan rata-rata *output* hasil simulasi sebesar 2,67. Selain itu, total produksi pada sistem nyata sebanyak 82 unit dan hasil simulasi sebanyak 80 unit. Perbedaan nilai tidak terlalu signifikan sehingga menunjukkan bahwa model mampu merepresentasikan kondisi sistem nyata dengan baik. Oleh karena itu, model awal dinyatakan valid dan dapat digunakan untuk melakukan eksperimen pengembangan skenario perbaikan berikutnya.

5.2 Desain Eksperimen Dan Pemilihan Alternatif

Berdasarkan model skenario yang telah dibuat, tahap berikutnya merupakan pengujian untuk mengetahui tingkat efektivitas model skenario serta memastikan adanya perbedaan yang signifikan antara *output* produksi model awal dengan beberapa model skenario yang telah dirancang. Pengujian dilakukan dalam dua tahap, yaitu uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Bonferroni.

Setelah pengujian statistik selesai dilakukan, pembahasan dilanjutkan dengan analisis hasil desain eksperimen untuk menentukan skenario alternatif terbaik berdasarkan peningkatan *output* produksi yang dihasilkan. Selanjutnya dilakukan analisis finansial untuk mengevaluasi kelayakan ekonomi dari masing-masing skenario perbaikan yang diusulkan, serta diakhiri dengan analisis konsekuensi yang mempertimbangan implikasi operasional dari penerapan setiap skenario di XYZ Furniture.

5.2.1 Uji ANOVA

Uji ANOVA *single factor* digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata *output* produksi yang signifikan diantara keempat kelompok. Adapun rincian data *output* produksi antara model awal dengan beberapa skenario yang sudah dibuat:

Tabel 5. 2 Perbandingan Data Model Awal Dengan Skenario

No	Model Awal (Unit)	Skenario 1 (Unit)	Skenario 2 (Unit)	Skenario 3 (Unit)
1	2	4	4	2
2	3	4	3	3
3	3	4	3	5
4	3	4	4	4
5	1	1	1	2
6	3	4	2	3
7	3	5	4	3
8	3	6	5	3
9	3	4	4	3
10	3	5	3	4
11	3	5	3	3
12	2	4	3	3

No	Model Awal (Unit)	Skenario 1 (Unit)	Skenario 2 (Unit)	Skenario 3 (Unit)
13	3	3	3	4
14	3	5	3	3
15	2	3	2	5
16	3	4	4	4
17	1	4	4	4
18	4	4	4	6
19	3	5	3	3
20	2	3	2	3
21	3	2	2	4
22	3	4	3	5
23	2	4	4	4
24	3	4	3	5
25	3	3	3	4
26	4	4	3	4
27	2	3	3	2
28	3	5	4	3
29	1	2	2	3
30	3	5	3	5

Adapun tahapan dalam melakukan uji ANOVA:

1. Menentukan Hipotesis

H0 : Tidak ada terdapat perbedaan rata-rata *output* produksi antara model awal, skenario 1, skenario 2, dan skenario 3

H1 : Terdapat perbedaan rata-rata *output* produksi yang signifikan antara model awal, skenario 1, skenario 2, dan skenario 3

2. Menentukan Tingkat Signifikansi

Tingkat kepercayaan yang digunakan dalam pengujian adalah sebesar 95 % dengan nilai signifikansi sebesar 5%

3. Kriteria Pengujian

H0 : Apabila $F_{hitung} < F_{crit}$ atau $P-value > 0,05$

H1 : Apabila F hitung > F crit atau *P-value* < 0,05

4. Hasil Uji ANOVA

Tabel 5. 3 Hasil Uji ANOVA

Sumber Variansi	SS	df	MS	Fhitung	<i>P-value</i>	F crit
<i>Between Groups</i>	26.866667	3	8.9555556	10.40926	4.06E-06	2.682809
<i>Within Groups</i>	99.8	116	0.8603448			
<i>Total</i>	126.66667	119				

5. Kesimpulan

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa nilai F hitung (10,409) > F crit (2,683), sehingga H0 ditolak atau H1 diterima. Maka, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata *output* produksi yang signifikan antara model awal, skenario 1, skenario 2, dan skenario 3. Oleh karena itu, pengujian dilanjutkan dengan uji Bonferroni untuk mengidentifikasi pasangan kelompok mana yang berbeda secara signifikan.

5.2.2 Skenario 1

Pada model skenario 1, dilakukan penambahan jumlah *workstation* pada proses *assembly* busa yang awalnya 3 menjadi 4. Penambahan 1 unit *workstation* diharapkan dapat mendistribusikan beban kerja secara lebih merata pada proses *assembly* busa yang memiliki waktu pengerjaan yang relatif lama. Adapun rincian hasil perbandingan model awal dengan model skenario 1 ditunjukkan oleh Tabel 5.4:

Tabel 5. 4 Hasil Perbandingan Model Awal dengan Model Skenario 1

No	Model Awal (Unit)	Skenario 1 (Unit)	No	Model Awal (Unit)	Skenario 1 (Unit)
1	2	4	16	3	4
2	3	4	17	1	4
3	3	4	18	4	4
4	3	4	19	3	5
5	1	1	20	2	3
6	3	4	21	3	2

No	Model Awal (Unit)	Skenario 1 (Unit)	No	Model Awal (Unit)	Skenario 1 (Unit)
7	3	5	22	3	4
8	3	6	23	2	4
9	3	4	24	3	4
10	3	5	25	3	3
11	3	5	26	4	4
12	2	4	27	2	3
13	3	3	28	3	5
14	3	5	29	1	2
15	2	3	30	3	5
Total				80	117

Adapun tahapan dalam melakukan uji Bonferroni antara model awal dengan skenario 1:

1. Menentukan hipotesis

H0 : Tidak terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan antara model awal dengan model skenario 1

H1 : Terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan antara model awal dan model skenario 1

2. Tingkat signifikansi

Tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95% dengan nilai signifikansi $\alpha = 5\%$

$$\alpha \text{ Bonferroni} = \frac{\alpha}{n} = \frac{0,05}{3} = 0,0167$$

3. Menentukan Derajat Kebebasan

$$\begin{aligned} Df &= n - 1 \\ &= 30 - 1 \\ &= 29 \end{aligned}$$

4. Kriteria Pengujian

H0 : $P(T \leq t) \text{ Two-tail} > \alpha/n$

H1 : $P(T \leq t) \text{ Two-tail} < \alpha/n$

5. Hasil Uji Bonferroni

Tabel 5. 5 Hasil Uji Bonferroni Skenario 1

	Model Awal	Skenario 1
<i>Mean</i>	2.666666667	3.9
<i>Variance</i>	0.574712644	1.12758621
<i>Observations</i>	30	30
<i>Pearson Correlation</i>	0.514023524	
<i>Hypothesized Mean Difference</i>	0	
<i>df</i>	29	
	-	
<i>t Stat</i>	7.222846655	
<i>P(T<=t) one-tail</i>	2.97196E-08	
<i>t Critical one-tail</i>	1.699127027	
<i>P(T<=t) two-tail</i>	5.94392E-08	
<i>t Critical two-tail</i>	2.045229642	
<i>α/n</i>	0.016666667	

6. Kesimpulan

Hasil pengujian antara *output* model awal dengan *output* model skenario 1 diketahui bahwa nilai $P(T \leq t)$ *Two-tail* (5.94392E-08) < α/n (0,0167) sehingga H_0 ditolak atau H_1 diterima, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antara *output* model awal dengan *output* model skenario 1.

5.2.3 Skenario 2

Pada model skenario 2, dilakukan penambahan jumlah *workstation* pada proses *assembly* busa yang awalnya 3 menjadi 4 dan penambahan *workstation assembly* seluruh komponen dari 4 menjadi 5. Penambahan pada kedua *workstation* tersebut bertujuan untuk menangani dua titik lemah sekaligus yang bertujuan untuk mengurangi penumpukan pekerjaan dan *process time* serta memperlancar *assembly* seluruh komponen agar aliran produksi lebih efektif. Adapun rincian hasil perbandingan model awal dengan model skenario 2 ditunjukkan oleh Tabel 5.6:

Tabel 5. 6 Hasil Perbandingan Model Awal dengan Model Skenario 2

No	Model Awal (Unit)	Skenario 2 (Unit)	No	Model Awal (Unit)	Skenario 2 (Unit)
1	2	4	16	3	4
2	3	3	17	1	4
3	3	3	18	4	4
4	3	4	19	3	3
5	1	1	20	2	2
6	3	2	21	3	2
7	3	4	22	3	3
8	3	5	23	2	4
9	3	4	24	3	3
10	3	3	25	3	3
11	3	3	26	4	3
12	2	3	27	2	3
13	3	3	28	3	4
14	3	3	29	1	2
15	2	2	30	3	3
Total				80	94

Adapun tahapan dalam melakukan uji Bonferroni antara model awal dengan skenario 2:

1. Menentukan hipotesis

H0 : Tidak terdapat rata-rata *output* produksi yang signifikan antara dua kelompok yang dibandingkan

H1 : Terdapat perbedaan rata-rata *output* produksi yang signifikan antara dua kelompok yang dibandingkan

2. Tingkat signifikansi

Tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95% dengan nilai signifikansi $\alpha = 5\%$

$$\alpha \text{ Bonferroni} = \frac{\alpha}{n} = \frac{0,05}{3} = 0,0167$$

3. Menentukan derajat kebebasan

$$\begin{aligned} \text{Df} &= n - 1 \\ &= 30 - 1 \end{aligned}$$

= 29

4. Kriteria Pengujian

$H_0 : P(T \leq t) \text{ Two-tail} > \alpha/n$

$H_1 : P(T \leq t) \text{ Two-tail} < \alpha/n$

5. Hasil Uji Bonferroni

Tabel 5. 7 Hasil Uji Bonferroni Skenario 2

	Model Awal	Skenario 2
<i>Mean</i>	2.666666667	3.133333333
<i>Variance</i>	0.574712644	0.740229885
<i>Observations</i>	30	30
<i>Pearson</i>		
<i>Correlation</i>	0.334831004	
<i>Hypothesized</i>		
<i>Mean Difference</i>	0	
<i>df</i>	29	
<i>t Stat</i>	-2.72759795	
<i>P(T ≤ t) one-tail</i>	0.00535869	
<i>t Critical one-tail</i>	1.699127027	
<i>P(T ≤ t) two-tail</i>	0.01071738	
<i>t Critical two-tail</i>	2.045229642	
<i>α/n</i>	0.016666667	

6. Kesimpulan

Hasil pengujian antara *output* model awal dan *output* model skenario 2 menunjukkan bahwa nilai $P(T \leq t) \text{ Two-tail}$ (0.01071738) $< \alpha/n$ (0,0167) , maka H_0 ditolak atau H_1 diterima. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara *output* model awal dengan *output* model skenario 2.

5.2.4 Skenario 3

Pada model skenario 3, dilakukan penambahan jumlah *workstation* perakitan dan penghalusan rangka atas dari 2 menjadi 3. Pemilihan skenario 3 dipilih karena kapasitas di *workstation* tersebut tidak mampu mengimbangi *input* yang masuk serta meningkatkan penggunaan sumber daya secara keseluruhan agar *bottleneck* dapat diminimalisir. Adapun rincian hasil perbandingan model awal dengan model skenario 3 disajikan oleh Tabel 5.8:

Tabel 5. 8 Hasil Perbandingan Model Awal dengan Model Skenario 3

No	Model Awal (Unit)	Skenario 3 (Unit)	No	Model Awal (Unit)	Skenario 3 (Unit)
1	2	2	16	3	4
2	3	3	17	1	4
3	3	5	18	4	6
4	3	4	19	3	3
5	1	2	20	2	3
6	3	3	21	3	4
7	3	3	22	3	5
8	3	3	23	2	4
9	3	3	24	3	5
10	3	4	25	3	4
11	3	3	26	4	4
12	2	3	27	2	2
13	3	4	28	3	3
14	3	3	29	1	3
15	2	5	30	3	5
Total				80	109

Adapun rincian tahapan dalam melakukan uji Bonferroni antara model awal dengan Skenario 3:

1. Menentukan hipotesis

H0 : Tidak terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan antara model awal dengan model skenario 3

H1 : Terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan antara model awal dan model skenario 3

2. Tingkat signifikansi

Tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95% dengan nilai signifikansi $\alpha = 5\%$

$$\alpha_{\text{Bonferroni}} = \frac{\alpha}{n} = \frac{0,05}{3} = 0,0167$$

3. Menentukan Daerah Penerimaan

$$\begin{aligned} Df &= n - 1 \\ &= 30 - 1 \end{aligned}$$

= 29

4. Kriteria Pengujian

$H_0 : P(T \leq t) \text{ Two-tail} > \alpha/n$

$H_1 : P(T \leq t) \text{ Two-tail} < \alpha/n$

5. Hasil Uji Bonferroni

Tabel 5. 9 Hasil Uji Bonferroni Skenario 3

	Model Awal	Skenario 3
<i>Mean</i>	2.666667	3.633333333
<i>Variance</i>	0.574713	0.998850575
<i>Observations</i>	30	30
<i>Pearson Correlation</i>	0.424779	
<i>Hypothesized Mean Difference</i>	0	
<i>df</i>	29	
<i>t Stat</i>	-5.49064	
<i>P(T<=t) one-tail</i>	3.25E-06	
<i>t Critical one-tail</i>	1.699127	
<i>P(T<=t) two-tail</i>	6.49E-06	
<i>t Critical two-tail</i>	2.04523	
<i>α/n</i>	0.016667	

6. Kesimpulan

Hasil pengujian antara *output* model awal dan *output* model skenario 3 menunjukkan bahwa nilai $P(T \leq t) \text{ Two-tail} (6.49E-06) < \alpha/n (0,0167)$ sehingga H_0 ditolak atau H_1 diterima. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara *output* model awal dengan *output* model skenario 3.

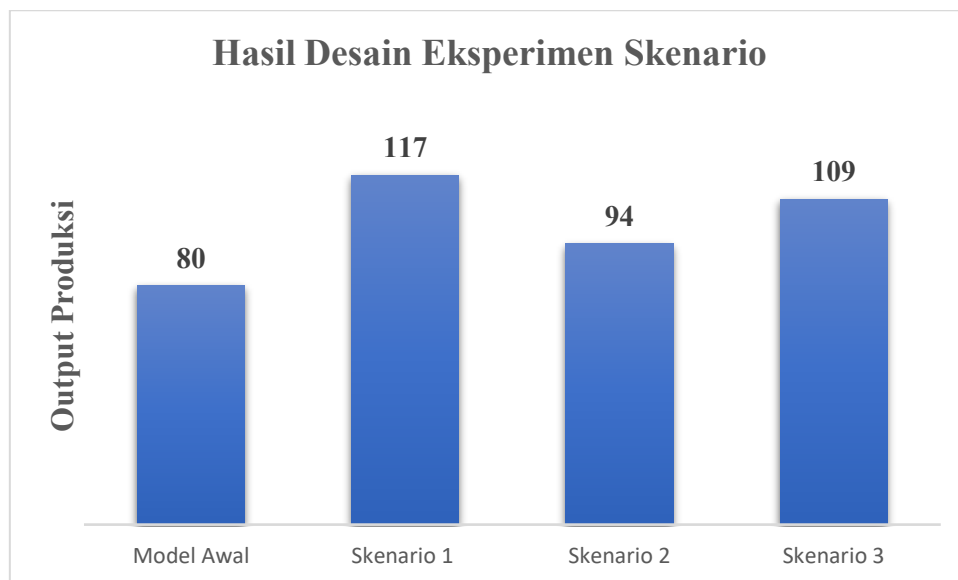
5.2.5 Analisis Hasil Desain Eksperimen Dan Pemilihan Alternatif

Analisis dilakukan berdasarkan hasil desain eksperimen yang telah dijalankan pada setiap skenario untuk mengetahui pengaruh perubahan sistem terhadap peningkatan *output* produksi. Selain itu, dilakukan pula analisis finansial untuk menilai kelayakan ekonomi dari masing-masing skenario perbaikan yang diusulkan. Pemilihan alternatif terbaik juga mempertimbangkan seperti peningkatan *output* produksi, kebutuhan investasi, serta kesesuaian penerapan skenario terhadap kondisi operasional XYZ Furniture.

Setelah dilakukan desain eksperimen dan pemilihan alternatif, diperoleh perbandingan total *output* produksi dari 30 hari kerja antara sistem nyata dengan model skenario sebagai berikut:

Tabel 5. 10 Persentase Peningkatan Skenario Alternatif

Skenario	Total <i>Output</i> Model Awal	Total <i>Output</i> Alternatif Skenario	Persentase Peningkatan
Skenario 1	80 unit	117 unit	46,25%
Skenario 2	80 unit	94 unit	17,5%
Skenario 3	80 unit	109 unit	36,25%



Gambar 5. 1 Hasil Desain Eksperimen Skenario

Berdasarkan hasil desain eksperimen pada Gambar 5.1 dan Tabel 5.10 diketahui bahwa seluruh skenario alternatif mampu meningkatkan total *output* produksi dibandingkan dengan model awal. Skenario 1 menghasilkan peningkatan *output* tertinggi, yaitu dari 80 menjadi 117 produk atau meningkat 46,25%. Sementara itu skenario 2 menghasilkan *output* sebesar 94 produk dengan peningkatan sebesar 17,5% dan skenario 3 menghasilkan *output* sebesar 109 produk atau meningkat sebesar 36,25%. Dengan demikian skenario 1 dapat dipakatan sebagai skenario yang optimal dalam meningkatkan *output* produksi dibandingkan skenario lainnya.

Berdasarkan hasil wawancara dengan bagian produksi XYZ Furniture, kapasitas minimal produksi Sofa A 2 *Seater* adalah 5 unit per hari. Dengan asumsi jumlah hari kerja sebanyak 312 hari, maka kapasitas produksi maksimal yaitu 1560 unit/tahun. Nilai tersebut digunakan sebagai acuan untuk mengevaluasi tingkat ketercapaian kapasitas produksi pada model awal dan setiap skenario perbaikan yang diusulkan. Persentase ketercapaian kapasitas dihitung dengan membandingkan jumlah *output* tahunan terhadap kapasitas maksimal. Adapun rincian persentase ketercapaian model awal dengan skenario yang diusulkan:

Tabel 5. 11 Persentase Ketercapaian Kapasitas

Model	Kapasitas/tahun	% Ketercapaian
Kapasitas Maksimal	1560 unit	100%
Model Awal	832 unit	53%
Skenario 1	1217 unit	78%
Skenario 2	978 unit	63%
Skenario 3	1134 unit	73%

Berdasarkan Tabel 5.11 Dapat diketahui bahwa model awal hanya mampu mencapai 53% dari kapasitas maksimal produksi yaitu sebesar 832 unit pertahun dari kapasitas maksimal 1.560 unit/tahun. Setelah diterapkan skenario perbaikan terjadi peningkatan pada seluruh skenario dimana skenario 1 menghasilkan ketercapaian tertinggi sebesar 78% dengan total 1.217 unit per tahun, diikuti skenario 3 sebesar 73% dengan 1.134 unit per tahun, dan skenario 2 sebesar 63% dengan 978 unit per tahun. Perlu dicatat bahwa tidak tercapainya kapasitas 100% pada seluruh skenario bukan semata-mata disebabkan oleh keterbatasan sistem produksi Sofa A 2 *Seater*, melainkan juga dipengaruhi oleh adanya produk lain yang turut diproduksi di XYZ Furniture sehingga kapasitas rantai pabrik, sumber daya manusia, serta peralatan tidak hanya dialokasikan untuk Sofa A 2 *Seater* saja, tetapi juga digunakan untuk memenuhi pesanan produk lainnya. Oleh karena itu, ketercapaian kapasitas pada kisaran 78% untuk skenario terbaik sudah merupakan hasil yang cukup optimal mengingat pembagian beban produksi yang ada di XYZ Furniture.

5.2.6 Konsekuensi Tiap Skenario

Berdasarkan tiga model skenario yang telah diusulkan, selanjutnya dilakukan pemilihan skenario terbaik yang dinilai efektif dan efisien untuk diterapkan di XYZ Furniture. Apabila setiap skenario diterapkan, maka masing-masing skenario akan menimbulkan konsekuensi yang berbeda. Adapun rincian konsekuensi tiap skenario akan ditunjukkan pada Tabel 5.12:

Tabel 5. 12 Konsekuensi Tiap Skenario

Model Skenario	Output Produksi	Konsekuensi
Skenario 1	Model Awal = 80 unit Skenario 1 = 117 unit	Penambahan 1 <i>workstation assembly</i> busa dapat dilakukan dengan memanfaatkan area produksi yang tersedia di XYZ Furniture. Penambahan lini relatif mudah untuk direalisasikan karena tidak memerlukan perubahan besar pada tata letak lantai produksi. Namun, perusahaan perlu memastikan ketersediaan bahan baku seperti busa dan lem secara konsisten agar peningkatan kapasitas <i>workstation</i> dapat berjalan optimal
Skenario 2	Model Awal = 80 unit Skenario 2 = 94 unit	Penambahan <i>workstation</i> pada dua titik sekaligus, yaitu <i>assembly</i> busa dan <i>assembly</i> seluruh komponen, menangani dua titik <i>bottleneck</i> sekaligus, peningkatan <i>output</i> tidak setinggi dua skenario lainnya. Meskipun demikian, peningkatan kapasitas pada kedua stasiun <i>assembly</i> tersebut justru menimbulkan dampak baru berupa kondisi <i>underload</i> , di mana <i>workstation</i> tersebut lebih banyak berada dalam status <i>idle</i> akibat tertahan oleh laju pada <i>workstation</i> - <i>workstation</i> sebelumnya.
Skenario 3	Model Awal = 80 unit Skenario 3 = 109 unit	Penambahan 1 <i>workstation</i> pada proses penghalusan dan perakitan rangka atas mampu meningkatkan <i>output</i> produksi secara signifikan. Usulan terhadap skenario 3 difokuskan pada

Model	Output	Konsekuensi
Skenario	Produksi	
		aspek pemerataan beban kerja dan kelancaran aliran material secara keseluruhan di lantai produksi. Keunggulan utama pada skenario ini adalah untuk menekan fluktuasi beban kerja yang tinggi dan meminimalkan akumulasi antrean <i>workstation</i> pada perakitan dan penghalusan rangka atas. Dengan aluran aliran material yang stabil menciptakan <i>bottleneck</i> akibat variabilitas waktu proses dapat lebih diminimalisir.

5.2.7 Analisis Finansial Tiap Skenario

Analisis finansial dilakukan untuk mengevaluasi kelayakan implementasi skenario perbaikan yang direkomendasikan berdasarkan hasil desain eksperimen. Analisis finansial ini didasarkan pada hasil wawancara dan beberapa asumsi mengingat keterbatasan data keuangan aktual XYZ Furniture. Asumsi yang digunakan seperti Upah Minimum Kabupaten (UMK) Klaten tahun 2026, serta peralatan produksi yang umum dipasaran.

Biaya investasi yang diperhitungkan mencakup pengadaan *workstation* baru beserta peralatan pendukungnya, biaya pemasangan, dan instalasi. Setiap skenario memiliki kebutuhan investasi yang berbeda sesuai.

1. Skenario 1

Skenario 1 melakukan penambahan 1 *workstation assembly* busa. Investasi yang dibutuhkan mencakup pengadaan peralatan *staples gun*, meja kerja, pisau, dan lem. Adapun rincian investasi untuk skenario 1:

Tabel 5. 13 Biaya Investasi Skenario 1

Komponen Biaya	Jumlah	Harga
<i>Staples gun</i>	1 Buah	Rp 1.500.000
Pisau	1 buah	Rp 30.000
Meja Kerja	1 Buah	Rp 400,000
Lem	8 Liter/Bulan	Rp 875.000
Biaya Instalasi dan Pemasangan	1 Paket	Rp 750.000

Komponen Biaya	Jumlah	Harga
Total		Rp 3.555.000

2. Skenario 2

Skenario 2 melakukan penambahan masing-masing 1 *workstation* yaitu pada *assembly* busa dan *assembly* seluruh komponen. Investasi yang dibutuhkan mencakup pengadaan peralatan *staples gun*, meja kerja, pisau, dan lem. Rincian kebutuhan investasi yang diperlukan pada penerapan skenario 2 disajikan sebagai berikut:

Tabel 5. 14 Biaya Investasi Skenario 2

Komponen Biaya	Jumlah	Harga
<i>Staples gun</i>	2 Set	Rp 3.000.000
Pisau	2 buah	Rp 60.000
Meja Kerja	2 Set	Rp 800.000
Lem	12 Liter/Bulan	Rp 1.200.000
Biaya Instalasi dan Pemasangan	2 Paket	Rp 1.500.000
Total		Rp 6.560.000

3. Skenario 3

Skenario 3 melakukan penambahan masing-masing 1 *workstation* yaitu pada perakitan dan penghalusan rangka atas. Investasi yang dibutuhkan mencakup pengadaan peralatan mesin serut kayu, meja kerja, alat bor, penggaris, dan pensil. Adapun komponen investasi yang diperlukan dalam skenario 3 dapat ditunjukkan pada rincian berikut:

Tabel 5. 15 Biaya Investasi Skenario 3

Komponen Biaya	Jumlah	Harga
Mesin serut kayu	1 buah	Rp 1.500.000
Meja kerja	2 buah	Rp 800.000
Penggaris	1 buah	Rp 10.000
Pensil	1 buah	Rp 2.500
Mesin bor	1 buah	Rp 350.000

Komponen Biaya	Jumlah	Harga
Gergaji tangan	1 buah	Rp 1.500.000
Biaya Intalasi dan Pemasangan	1 paket	Rp 500.000
Total		Rp 4.662.500

4. Biaya operasional Tambahan

Selanjutnya terdapat biaya operasional tambahan yang akan terus ada akibat penambahan *workstation* dan operator. Karena data gaji operator perusahaan bersifat *confidential*, maka dalam penelitian ini digunakan asumsi berdasarkan UMK Klaten tahun 2026 sebesar Rp2.538.691. Jumlah operator dan besaran gaji operator pada setiap skenario dapat dilihat pada rincian berikut:

Tabel 5. 16 Gaji Operator Masing Masing Skenario

Skenario	Jumlah Operator	Gaji Operator/Bulan	Gaji Operator/Tahun
Skenario 1	1	Rp2.538.691	Rp 30.464.000
Skenario 2	2	Rp 5.077.382	Rp 60.928.584
Skenario 3	1	Rp2.538.691	Rp 30.464.000

Berdasarkan Tabel 5.16 dapat diketahui bahwa skenario 2 memiliki biaya operasional tambahan terbesar karena membutuhkan 2 operator dengan total biaya gaji sebesar Rp 5.077.382 per bulan atau Rp 60.928.584 per tahun. Sementara itu untuk skenario 1 dan skenario 3 hanya memerlukan tambahan 1 operator dengan gaji sebesar Rp 2.538.691 per bulan atau Rp 30.464.000 per tahun, sehingga biaya operasional tambahan yang dikeluarkan relatif lebih rendah dibandingkan skenario 2.

5. Proyeksi Pendapatan Tambahan

Berikutnya adalah pendapatan tambahan diperoleh dari peningkatan *output* produksi setiap skenario dibandingkan dengan kondisi model awal. Berdasarkan hasil simulasi, model awal menghasilkan 80 unit dalam simulasi 30 hari kerja dengan asumsi total hari kerja sebesar 312 hari, sedangkan setiap skenario menghasilkan *output* yang berbeda-beda. Perhitungan proyeksi tambahan pendapatan pertahun dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Proyeksi Pendapatan/Tahun} = (\text{Output Skenario} - \text{Output Model Awal}) \times \text{Margin Keuntungan/Unit} \times (312/30) \text{ tahun}$$

Dalam penelitian ini, harga jual Sofa A 2 *Seater* sebesar Rp6.982.070 per unit. Sedangkan margin keuntungan bersifat confidential, sehingga digunakan asumsi sebesar Rp 2.000.000 per unit. Dengan demikian, proyeksi pendapatan tambahan diperoleh dari selisih output antara skenario dengan model awal, yang kemudian dikalikan dengan keuntungan per unit. Adapun rincian hasil perhitungan pendapatan tambahan pada masing-masing skenario disajikan pada Tabel 5.17

Tabel 5. 17 Rincian Pendapatan Tambahan

Parameter	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Total <i>output</i> Simulasi (30 hari kerja)	117 unit	94 unit	109 unit
Total <i>Output</i> Simulasi /Tahun	1217 unit	978 unit	1134 unit
Total <i>output</i> model awal (30 hari kerja)	80 unit	80 unit	80 unit
Total <i>Output</i> Model Awal/Tahun	832 unit	832 unit	832 unit
Peningkatan <i>output</i> /Tahun	385 unit	146 unit	302 unit
Estimasi peningkatan <i>output</i>	46,25%	17,5%	36,25%
Margin keuntungan/ unit	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000
Proyeksi tambahan pendapatan/tahun	Rp 769.600.000	Rp 291.200.000	Rp 603.200.000

Selanjutnya *net profit* tahunan diperoleh dari selisih antara proyeksi pendapatan tambahan dengan biaya operasional yang ditimbulkan oleh masing-masing skenario.

$$\text{Net Profit./Tahun} = \text{Total Pendapatan} - \text{Biaya Operasional Tambahan}$$

$$\% \text{ Kenaikan} = \left(\frac{\text{Net Profit Skenario} - \text{Net Profit Model Awal}}{\text{Net Profit Model Awal}} \right) \times 100\%$$

Adapun rincian perhitungan *net profit* tahunan untuk masing-masing skenario beserta peningkatannya:

Tabel 5. 18 *Net Profit* Antar Skenario

Model	Total pendapatan/ Tahun (Rp)	Biaya Operasional Tambahhan/ Tahun	<i>Net</i> <i>profit</i>/Tahun (Rp)	% Kenaikan
Model Awal	1.664.000.000	0	1.664.000.000	0%
Skenario 1	2.433.600.000	Rp 30.464.000	2.403.136.000	44%
Skenario 2	1.955.200.000	Rp 60.928.584	1.894.271.416	14%
Skenario 3	2.267.200.000	Rp 30.464.000	2.236.736.000	34%

Berdasarkan Tabel 5.18, dapat diketahui bahwa seluruh skenario mengalami peningkatan *net profit* dibandingkan model awal. Skenario 1 memberikan hasil terbaik dengan *net profit* sebesar Rp 2.403.136.000 atau meningkat 44% dari kondisi awal, sehingga menjadi skenario yang paling optimal untuk diterapkan. Sementara itu skenario 3 juga menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan sebesar 34%, sedangkan skenario 2 memiliki peningkatan paling rendah sebesar 14% akibat biaya operasional tambahan yang lebih besar dibandingkan skenario lainnya. Maka, penambahan *workstation* pada skenario 1 dinilai paling efektif karena mampu meningkatkan *output* produksi dan keuntungan perusahaan dengan biaya yang relatif lebih kecil. Namun, perlu digaris bawahi bahwa komponen biaya pengurang pada perhitungan *net profit* ini hanya berfokus pada tambahan gaji operator. Komponen biaya seperti *overhead* pabrik mencakup listrik, air, dan, *maintenance* mesin tidak dimasukkan kedalam perhitungan karena adanya keterbatasan akses terhadap data finansial internal perusahaan secara menyeluruh.

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pemodelan dan simulasi menggunakan *software* FlexSim, kondisi sistem produksi Sofa A 2 *Seater* di XYZ Furniture belum berjalan secara optimal, dimana rata-rata *output* produksi hanya 2 hingga 3 unit perhari atau setara dengan 832 unit pertahun, angka ini hanya mencapai 53% dari kapasitas maksimal sebesar 1560 unit per tahun. Hasil analisis simulasi mengidentifikasi adanya ketidakseimbangan aliran kerja yang menyebabkan penumpukan barang setengah jadi akibat tiga *workstation* kritis yang menjadi sumber *bottleneck* utama, yaitu proses *assembly* busa, perakitan dan penghalusan rangka atas, dan *assembly* seluruh komponen, yang pada akhirnya memperpanjang *leadtime* produksi secara keseluruhan.
2. Berdasarkan hasil desain eksperimen, tiga skenario perbaikan yang diusulkan seluruhnya terbukti mampu meningkatkan *output* produksi dibandingkan model awal. Skenario 1 yaitu penambahan dari 3 menjadi 4 *workstasion assembly* busa menghasilkan peningkatan tertinggi sebesar 46,25% dari 80 menjadi 117 unit dalam 30 hari kerja atau setara dengan 1217 unit pertahun dengan investasi sebesar Rp 3.555.000. Skenario 2 yaitu penambahan 1 *workstation assembly* busa dan 1 *workstation assembly* seluruh perakitan menghasilkan sebesar 17,5% dari 80 menjadi 94 unit setara 978 unit pertahun dengan investasi sebesar Rp 6.560.000. Sedangkan pada skenario 3 yaitu penambahan *workstation* perakitan dan penghalusan rangka atas dari 2 menjadi 3 unit. Skenario 3 menghasilkan peningkatan sebesar 36,25% dari 80 menjadi 109 unit atau setara dengan 1134 unit per tahun dengan nilai investasi mencapai Rp 4.662.500. Dari ketiga skenario tersebut, skenario 1 terpilih sebagai rekomendasi terbaik karena mampu menghasilkan peningkatan *output* tertinggi dengan *net profit* sebesar Rp 2.403.136.000 per tahun atau meningkat 44% dari kondisi awal dengan kebutuhan investasi paling minim.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Bagi XYZ Furniture
 - a. Perusahaan dapat mempertimbangkan untuk mengimplementasikan Skenario 1 sebagai usulan perbaikan.
 - b. Perusahaan perlu memastikan ketersediaan bahan baku secara konsisten agar peningkatan kapasitas *workstation* dapat berjalan dengan optimal.
2. Bagi Peneliti Selanjutnya
 - a. Memperluas cakupan penelitian pada seluruh lini produk XYZ Furniture, tidak hanya Sofa A 2 *Seater*, sehingga gambaran optimal sistem produksi yang dihasilkan lebih menyeluruh.
 - b. Guna mendapatkan hasil simulasi dan analisis finansial yang lebih tepat, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan data historis perusahaan secara menyeluruh meliputi kedatangan bahan baku dan rincian biaya produksi yang bertujuan agar meminimalkan penggunaan asumsi pada pemodelan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andayati, D., & Yusuf, M. (2019). Sistem Informasi Produksi Untuk Meningkatkan Kualitas Sistem Manufaktur dan Jasa. *Jurnal Teknologi*, 12(1), 87–92.
- Arfah, M. (2022). Analisa *Line Balancing* Untuk Meningkatkan Produksi Rempeyek. *Buletin Utama Teknik*, 18(1), 1410–4520.
- Arvyanda, R., Fernandito, E., & Landung, P. (2023). Analisis Pengaruh Perbedaan Bahasa dalam Komunikasi Antarmahasiswa. *Jurnal Harmoni Nusa Bangsa*, 1(1), 67–80. <http://stipram.co.id>
- Banks, J., Carson II, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2010). *Discrete-event System Simulation* (5th ed.). Prentice Hall.
- Chasanah, S. I., Ganesha, D., Yuliana, & Apriani, E. (2025). Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Beban Kerja Mental pada Apoteker dan Asisten Apoteker. *Jurnal Teknik Industri Dan Manufaktur*, (2), 123–131.
- Collins, A. J., Koehler, M., & Lynch, C. J. (2024). *Methods That Support the Validation of Agent-Based Models: An Overview and Discussion*. *The Journal Of Artificial Societies And Social Simulation*, 27(1), 1–32. <https://doi.org/10.18564/jasss.5258>
- Dio, R., Aulia Agung Dermawan, & Putera, D. A. (2023). Optimalisasi Jumlah Permintaan dan Produksi CV. XYZ Menggunakan Software Simulasi Flexsim. *Journal Of Industrial And Manufacture Engineering*, 7(1), 59–68. <https://doi.org/10.31289/jime.v7i1.9398>
- Fonseca i Casas, P. (2023). *A Continuous Process for Validation, Verification, and Accreditation of Simulation Models*. *Mathematics*, 11(4), 1–25. <https://doi.org/10.3390/math11040845>
- Fortunella, A., Pambudi Tama, I., & Eunike, A. (2014). *Simulation Model of Production System with System Dynamics to Support Production Capacity Planning*. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri*, 3(2), 256–267.
- Hatamian, A., Levine, L., Oskouie, H. E., & Sarrafzadeh, M. (2025). *Exploring the Impact of Dataset Statistical Effect Size on Model Performance and Data Sample Size Sufficiency*. 1–6. <http://arxiv.org/abs/2501.02673>
- Herliana, S., Aina, Q., Zuraida, U., Qorina, S., & Lawiyah, N. (2023). *Enhancing competitiveness in Indonesia's furniture craft industry: A Five Porter analysis*. *International Journal of Applied Business and International Management (IJABIM)*, 8(3), 461–475. <https://doi.org/10.32535/ijabim.v8i3.269>
- Hermawan, R. (2019). Pengoptimalan Produksi Produk pada Perusahaan CV. Sandy Persada di Kota Banjar Dengan Menggunakan Metode Largest Candidate Rules. *Jurnal Media Teknologi*, 06(01), 37–52.
- Hidayat, L., Molina, P., & Gunawan, F. E. (2024). *Application of Discrete-Event Simulation to Increase Machine Availability-A Case Study in Cigarette Filter Manufacturing*. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8, 3521–3531.
- Julia, A., Alfareza, D., Novianti, D., Supriyono, F., & Baharudin, P. (2022). Pengamatan Terhadap Pegawai Bengkel untuk menentukan waktu baku menggunakan metode *Work Sampling*. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 3(1), 63–64.
- Kampa, A., Gołda, G., & Paprocka, I. (2017). *Discrete event simulation method as a tool for improvement of manufacturing systems*. *Computers*, 6(1), 1–9. <https://doi.org/10.3390/computers6010010>

- Kolny, D., Kaczmar-Kolny, E., & Dulina, L. (2023). *Modeling and simulation of the furniture manufacturing and assembly process in the arena simulation software. Technologia i Automatyzacja Montażu*, 119(1), 13–22. <https://doi.org/10.7862/tiam.2023.1.2>
- Lewicki, W., Niekurzak, M., & Wróbel, J. (2024). *Development of a Simulation Model to Improve the Functioning of Production Processes Using the FlexSim Tool. Applied Sciences (Switzerland)*, 14(16). <https://doi.org/10.3390/app14166957>
- Limardi, L., Carrolline, K. F., Hamidi, K., & Wilujeng Nugroho, H. (2024). Analisa Komparatif Model dari Sistem Supermarket Menggunakan FlexSim. *Scientific Literacy Innovation And Technology Journal (SINOVITECH)*, 14–20. <https://ejurnal.yarukom.com/index.php/SinoviTech>
- Mofokeng, P. N., Tijani, O., Swanepoel, J., & Nenzhelele, T. (2024). *A Discrete-Event Simulation for Optimising Cutting Process Productivity in Furniture Manufacturing Production. Journal of Information Systems Engineering and Management*, 2025(49s), 2468–4376. <https://www.jisem-journal.com/>
- Muchlisin, M., Ramadhandy, R. P., Rosyid, R. F., & Sugito, S. M. (2022). Usulan Perbaikan Metode Kerja Pada Produksi Mur di PT Tiga Sinar Mandiri Dengan Man and Machine Chart. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 3(1), 65–70.
- Nayla, S., Bambino, A. M., Kamilah, N., & Fitrahuddin, A. S. (2024). Analisis Pengukuran Kerja Dalam Menentukan Waktu Baku Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja pada Proses Packing Sepatu Menggunakan Metode *Stopwatch Time Study di Warehouse Melstore.jkt Tapos, Depok*. 12(2), 103–113.
- Nurma Heitasari, D., Warcono Adi, T., Kurniati, U., Logistik Migas, P., & Energi dan Mineral Akamigas, P. (2022). Optimalisasi *Warehousing Operation* Dengan Metode *Discrete Event Simulation* Pada *Third Logistics Company*. *Jurnal Teknik Industri ITN Malang*, 21–29.
- Nurul, M., Alfari, I., Lisna Maulindah, R., Andrian, A. S., & Andesta, D. (2023). Analisis Simulasi Antrian Pada Proses Produksi Mesin *Cutting* di PT. Gloster Furniture Menggunakan Software Arena. *Jurnal Sistem Dan Teknik Industri*, 4(1), 17–22.
- Pahmi, A.M.(2021). Pendekatan Pemodelan Sistem: Proses Optimasi dan Pemanfaatan Mesin di Pabrik Produksi Menggunakan Model Simulasi *Lean Manufacturing*. *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri*, 2(2), 116–121. <https://doi.org/10.37373/jenius.v2i2.132>
- Promprasansuk, S., Ritthong, W., & Vorarat, S. (2025). *Analysis and improvement of PCB manufacturing efficiency using discrete-event simulation: An electrical industry use case. Journal of Applied Research on Science and Technology (JARST)*, 1–7. <https://doi.org/10.60101/jarst.2024.261490>
- Ramdhani, A. Y., Anna Tul Munikhah, I., Windu Arini, R., & Saepullah, A. (2022). Peningkatan Performansi Proses Produksi Konveksi dengan *Software Simulasi Flexsim* 2019. *Jurnal Trinistik*, 1(2), 58–64. <https://doi.org/10.20895/trinistik.v1i2.712>
- Rayyan Permana, A., Yusuf Siregar, W., Nugraha, D., Faris, A., & Giffari, M. H. (2025). Optimalisasi DIstribusi Rantai Pasok Sayuran Segar Melalui *Discrete Event Simulation* : Studi Literatur Berbasis Kasus DIstribusi Hortikultura di Kota Cirebon, Jawa Barat. *Neraca Akuntansi Manajemen, Ekonomi*, 25(1), 1–11. <https://doi.org/10.8734/mnmae.v1i2.359>

- Rinaldi, M., Kurniawan, D., & Zaini, E. (2016). Usulan Perbaikan Proses Produksi Pada Lantai Produksi Roland Chair Menggunakan Konsep *Lean Manufacturing*. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 4(2), 171–182.
- Sargent, R. G. (2013). *Verification and Validation Of Simulation Models*. *Journal of Simulation*, 7(1), 12–24. <https://doi.org/10.1057/jos.2012.20>
- Sari, B. N., Komarudin, O., Padilah, T. N., & Nurhusaeni, M. (2018). *Bill Of Material (BOM) Pada Sistem Inventori Kawasan Berikat Untuk Pelacakan Material Movement*. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 10(3), 323–330. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v10i3.381.323-330>
- Sari, M. S., & Zefri, M. (2019). Pengaruh Akuntabilitas, Pengetahuan, dan Pengalaman Pegawai Negeri Sipil Beserta Kelompok Masyarakat (Pokmas) Terhadap Kualitas Pengelola Dana Kelurahan Di Lingkungan Kecamatan Langkapura. *Jurnal Ekonomi*, 21(3), 308–316.
- Schutz, J., Sauvey, C., Nițu, E. L., & Gavriluță, A. C. (2025). *A Practical and Sustainable Approach to Industrial Engineering Discrete-Event Simulation with Free Mathematical and Programming Software*. *Sustainability (Switzerland)*, 17(9), 1–55. <https://doi.org/10.3390/su17093973>
- Stephani, W. F., & Nuradhi, M. (2024). Perancangan Ruangan Pamer dan Produk Furnitur Dengan Pendekatan Desain Multifungsi Oleh Hanani Studio. 9(2), 17–31.
- Vázquez-Serrano, J. I., Peimbert-García, R. E., & Cárdenas-Barrón, L. E. (2021). *Discrete-event simulation modeling in healthcare: A comprehensive review*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), 1–20. <https://doi.org/10.3390/ijerph182212262>
- Widiatmoko, R., & Santosa, A. (2015). Perancangan Furniture pada Hunian Kost Pekerja di Kawasan Surabaya Timur. *Jurnal Intra*, 4, 63–72.
- Wiraghani, S. R., & Prasnowo, M. A. (2017). Perancangan dan Pengembangan Produk Alat Potong Sol Sandal. *Teknika : Engineering and Sains Journal*, 1(1), 73–76.
- Zhou, Y., Zhu, Y., & Wong, W. K. (2023). *Statistical tests for homogeneity of variance for clinical trials and recommendations*. *Contemporary Clinical Trials Communications*, 33, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.conctc.2023.101119>
- Zhu, X., Zhang, R., Chu, F., He, Z., & Li, J. (2014). *A Flexsim-based Optimization for the Operation Process of Cold-Chain Logistics Distribution Centre*. *Journal Of Applied Research And Technology*, 12, 270–278.

LAMPIRAN

1. Surat Penelitian

 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA	FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI Gedung RI, Blok Mestor Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia Jl. Sekeloa Selatan 1 No. 1 Yogyakarta 55184 T. (0274) 8918400 F. (0274) 8918407 E. info@uii.ac.id W. www.uii.ac.id
No : 07/Kaprod.TLSI/20/Prodi.TLSI/IV/2025 Hal : Permohonan Pengambilan Data Lam: 1 Halm.	
Kepada Yth : Direktur Ajeg Mebel Di tempat	
<i>Assalamu 'alaikum Wr. Wb</i> Sehubungan dengan pelaksanaan Penelitian Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia dengan Ketua Tim Peneliti Ir. Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc., IPM, ASEAN Eng., kami mengajukan permohonan izin pengambilan data untuk keperluan penelitian yang akan dilakukan oleh:	
1. Nama : Muh Rifi Dwi Nugraha NIM : 22522093 2. Nama : Muhammad Dava Aji NIM : 22522125 3. Nama : Amanda Trixie Aisyaviar NIM : 22522130 4. Nama : Daffa Allamsyah NIM : 22522141 5. Nama : Demas Rakha Freeporta NIM : 22522306 6. Nama : Bintang Nairah Yuan NIM : 23522114 7. Nama : Alan Baya Kusuma NIM : 23522266	
Adapun metode pengambilan data akan dilakukan melalui observasi dan wawancara langsung kepada pihak-pihak yang terlibat langsung dalam proses produksi dan pemasaran perusahaan. Data yang diperoleh nantinya akan digunakan sebagai bahan analisis dalam penyusunan penelitian mahasiswa yang bersangkutan.	
Demikian surat ini kami sampaikan. Atas perhatian dan kerja samanya, kami ucapkan terima kasih. <i>Wassalamu 'alaikum Wr. Wb</i>	
Yogyakarta, 1 Desember 2025 Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana,  Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo (S.T., M.Sc., Ph.D., IPM)	



Daftar Topik Penelitian

No	Topik Penelitian	Nama Mahasiswa
1	Analisis Produktivitas Menggunakan Metode <i>Objective Matrix (OMAX)</i> Di Industri Mebel Ajeg yang Tujuan untuk mengukur dan mengevaluasi tingkat produktivitas perusahaan guna mengetahui area yang perlu ditingkatkan	Bintang Nairah Yuan dan Alan Bayu Kusuma
2	Peramalan Bahan Baku Mebel Ajeg dengan <i>Markov Chain Monte Carlo (MCMC)</i> . Tujuan penelitian ini adalah untuk memprediksi kebutuhan bahan baku secara lebih akurat agar perusahaan dapat merencanakan persediaan dengan optimal.	Amanda Trixie Alyaviar
3	Optimisasi Proses Produksi Mebel Ajeg dengan Metode Simulasi <i>Discrete Event Simulation (DES)</i> . Tujuan penelitian ini adalah untuk mensimulasikan aliran proses produksi sehingga dapat ditemukan skenario terbaik guna meningkatkan efisiensi.	Daffa Allamsyah
4	Optimisasi Proses Produksi Mebel Ajeg dengan Metode <i>Value Stream Mapping (VSM)</i> . Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pemborosan dalam proses produksi dan merancang perbaikan yang dapat mempercepat <i>lead time</i> .	Demas Rakha Freeporta
5	Penentuan Strategi Pemasaran Toko Mebel Ajeg dengan Metode SWOT, BSC, Dan QSPM. Tujuan penelitian ini adalah untuk merumuskan strategi pemasaran yang paling prioritas berdasarkan analisis internal dan eksternal perusahaan	
6	Penentuan KPI Mebel ABC dengan Metode BSC Dan AHP. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan indikator kinerja utama yang paling relevan agar perusahaan dapat memantau dan meningkatkan performanya.	Muh Rifki Dwi Nugraha dan Amanda Trixie Alyaviar
7	Pengendalian Kualitas Mebel Ajeg Dengan Six Sigma Dan FMEA. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi penyebab cacat produk dan merancang tindakan perbaikan guna menurunkan tingkat kegagalan.	Muh Rifki Dwi Nugraha Dan Muhammad Dava Aji

2. Foto Kegiatan

