

**PERANCANGAN STRATEGI MINIMASI *DEFECT* DENGAN  
PENDEKATAN SIMULASI MODEL *SYSTEM DYNAMICS*  
(Studi Kasus: PT. Nesia Pan Pacific Clothing)**

**TUGAS AKHIR**

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



Nama : Muhammad Rifki

No. Mahasiswa : 20522167


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

**2024**

## 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, 05 Juli 2024



(Muhammad Rifki)  
NIM 20522167

**SURAT BUKTI PENELITIAN****PT NESIA PAN PACIFIC CLOTHING**

Dusun Ketonggo RT01/RW02, Desa Kerjo Lor, Kecamatan Ngadirojo  
Kabupaten Wonogiri. Telp (021) – 3002 9057

**Surat Keterangan PKL**

Nomor : 248/NPC/HRD-NPC/XII/2023

Yang bertanda tangan dibawah ini Manager HRD PT Nesia Pan Pacific Clothing, menerangkan bahwa :

**Nama** : Muhammad Rifki

**NIM** : 20522167

**Program Studi** : Teknik Industri

Mahasiswa tersebut diatas telah melaksanakan PKL pada Oktober 2023 – Desember 2023 dalam rangka memenuhi penelitian tugas akhir di Universitas Islam Indonesia.

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya

Wonogiri, 29 Desember 2023

  
**Yuliawati**  
HRD Manager  


**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PERANCANGAN STRATEGI MINIMASI *DEFECT* DENGAN PENDEKATAN  
SIMULASI MODEL *SYSTEM DYNAMICS*  
(Studi Kasus: PT. Nesia Pan Pacific Clothing)**



**Yogyakarta, 31 Mei 2024**

**Dosen Pembimbing**

**(Dr. Ir. Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc., IPU.)**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI****PERANCANGAN STRATEGI MINIMASI *DEFECT* DENGAN PENDEKATAN  
SIMULASI MODEL *SYSTEM DYNAMICS*  
(Studi Kasus: PT. Nesia Pan Pacific Clothing)****TUGAS AKHIR**

Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Rifki

No. Mahasiswa : 20522167

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, 12 Juni 2024

**Tim Penguji**Dr. Ir. Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc., IPU.

Ketua

Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng., IPU.

Anggota I

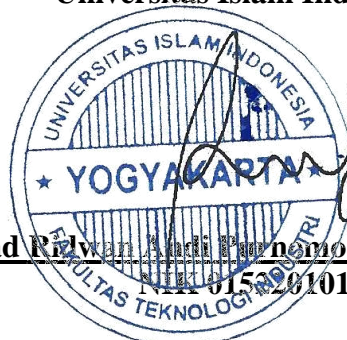
Dian Janari, S.T., M.T.

Anggota II

Mengetahui,

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

Ir. Muhammad Rizwan Audi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM



## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya Muhamad Isfriyadi dan Suriyah yang selalu mendoakan, memberi motivasi, dan pengorbanan yang tak ternilai kepada saya. Serta teman-teman terdekat yang senantiasa memberikan dorongan semangat selama berkuliah.

Saya ucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc., IPU. selaku dosen pembimbing tugas akhir ini sehingga penelitian ini dapat terselesaikan sebagaimana mestinya.

**MOTTO**

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya."  
-(Q.S. Al Baqarah: 286)

"Sesungguhnya yang takut kepada Allah di antara hamba-hamba-Nya, hanyalah para ulama (orang-orang yang berilmu)."  
-(Q.S. Fathir: 28)

“Wahai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah dan hendaklah setiap orang memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat). Bertakwalah kepada Allah. Sesungguhnya Allah Mahateliti terhadap apa yang kamu kerjakan.”  
- (Q.S. Al-Hasyr: 18)

“I don't care too much what happened in the past. I prefer to focus on what is coming next and I am really looking forward to it.”  
-Sebastian Vettel

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

*Alhamdulillah* rabbil'alamin, puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Perancangan Strategi Minimasi Defect dengan Pendekatan Simulasi Model System Dynamics (Studi Kasus: (Studi Kasus: PT. Nesia Pan Pacific Clothing)”** dengan baik dan tepat pada waktunya. Tidak lupa, shalawat serta salam selalu tecurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat yang telah menghantarkan umat manusia ke jalan yang diridhai Allah SWT.

Tugas akhir merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar sarjana strata-1 Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia. Dari tugas akhir yang dilaksanakan, penlis dapat mengetahui penerapan ilmu yang dipelajari di bangku kuliah dalam penelitian ilmiah.

Dalam penyusunan tugas akhir, penulis mendapatkan banyak bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku Ketua Jurusan Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Ir. Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc., IPU. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan serta bimbingannya selama penulisan mengerjakan tugas akhir.
5. Mr. Yuh Tae Oh selaku Direktur PT. Nesia Pan Pacific Clothing.
6. Bapak Wahyu Aris Setiawan, S.Kom selaku Manager Industrial Engineering PT Nesia Pan Pacific Clothing sekaligus pembimbing lapangan Kerja Praktik 1 yang telah memberikan kesempatan penulis untuk belajar dan melaksanakan kerja praktik di PT Nesia Pan Pacific Clothing.
7. Bapak Yusdhi Purnomo, S.T selaku Senior Staff Industrial Engineering Factory B dan C sekaligus pembimbing lapangan Kerja Praktik 2 di PT Nesia Pan Pacific Clothing yang telah memberi arahan dan bimbingan serta telah meluangkan waktunya untuk konsultasi dan pengambilan data pada saat melakukan Kerja Praktik pada bagian *Industrial Engineering* Factory C PT. Nesia Pan Pacific Clothing.
8. Segenap karyawan PT. Nesia Pan Pacific Clothing terkhusus pegawai *Factory C* yang telah memberikan izin dan bantuan selama penelitian berlangsung.
9. Kedua orang tua penulis Bapak Muhamad Isfiryadi dan Ibu Surijah yang telah memberikan doa, semangat, motivasi, dan kasih sayang yang diberikan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.
10. Keluarga Laboratorium Pemodelan dan Simulasi (Delsim) khususnya teman seperjuangan Hari Wibowo dan Naufal Zuhdi Yusuf atas bantuan yang diberikan khususnya pada saat pengerjaan tugas akhir ini.
11. Teman-Teman Seperjuangan yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang senantiasa berbagi ilmu dukungan, serta mendengarkan keluh kesah penulis.
12. Teman-Teman Teknik Industri Universitas Islam Indonesia khususnya angkatan 2020.

Yogyakarta, 5 Juli 2024

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized letters that appear to be 'M', 'R', and 'F'.

Muhammad Rifki

## ABSTRAK

PT. Nesia Pan Pacific Clothing merupakan perusahaan manufaktur dengan sistem *Make To Order* (MTO) yang berdasarkan data produksi pada bulan November - Desember 2023, *Factory C* menghadapi permasalahan dalam mencapai target tingkat *defect* yang diinginkan terutama pada *Line 9* untuk *item short pants buyer Target Style RWG2PW/PRK55X* dimana *defect rate* belum memenuhi target yang telah ditetapkan oleh *Inline QC*. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor yang menyebabkan kecacatan/*defect* pada produk *short pants RWG2PW/PRK55X* di *Line 9 Factory C* dan menemukan strategi minimasi *defect* pada produksi *Line 9 Factory C*. Perancangan strategi dilakukan menggunakan *Seven Tools* untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab *defect* dan digunakan juga *software Powersim* untuk memodelkan sistem produksi *Line 9 Factory C* dimana dapat melihat strategi yang dapat meminimasi *defect*. Berdasarkan metode *Seven Tools*, sebagian faktor penyebab kecacatan produk ketiga *defect* terbesar yaitu *Poor Shape*, *Open Seam*, dan *Broken Stitch* adalah untuk faktor *man* yaitu skill operator berbeda-beda dan kurangnya *training* pasca *defect*. Untuk faktor *method* yaitu penanganan tidak tepat, tidak mengikuti pola, dan tidak mengikuti langkah pengerjaan. Untuk faktor *machine* yaitu terjadinya kerusakan pada mesin/settingan *tension*. Berdasarkan simulasi Sistem Dinamis menggunakan *Powersim*, didapatkan strategi paling optimal dari segi pengeluaran dan penghematan biaya yaitu pemberlakuan *training* dan penambahan 3 petugas *Inline QC* dikarenakan penurunan *defect rate* paling besar diikuti dengan biaya penghematan yang besar.

Kata Kunci: *Seven Tools*, Sistem Dinamis, Powersim, Strategi, *Defect*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>1</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>SURAT BUKTI PENELITIAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Kajian Literatur .....	7
2.1.1 Pengendalian Kualitas Menggunakan Six Sigma/Lean Six Sigma .....	7
2.1.2 Pengendalian Kualitas Menggunakan Seven Tools .....	8
2.1.3 Simulasi Sistem Dinamis Menggunakan Powersim .....	11
2.2 Landasan Teori .....	16
2.2.1 Industri .....	16
2.2.2 Industri Garmen .....	17
2.2.3 Sistem.....	19
2.2.4 Model .....	19
2.2.5 System Thinking .....	20
2.2.6 Simulasi .....	20
2.2.7 Sistem Dinamis .....	21
2.2.8 Causal Loop Diagram .....	21
2.2.9 Stock Flow Diagram .....	22
2.2.10 Sistem Produksi .....	24

2.2.11	Pengendalian Kualitas.....	26
2.2.12	Seven Tools.....	27
2.2.13	Validasi dan Verifikasi .....	32
2.2.14	Powersim .....	37
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>		<b>38</b>
3.1	Subjek Penelitian .....	38
3.2	Objek Penelitian.....	38
3.3	Pengumpulan Data.....	38
3.4	Instrumen Penelitian .....	39
3.5	Alur Penelitian .....	39
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>		<b>46</b>
4.1	Profil Perusahaan .....	46
4.2	Visi dan Misi Perusahaan .....	50
4.3	Pengolahan Data .....	51
4.3.1	Seven Tools.....	51
4.3.2	Powersim (Model Awal).....	67
4.3.3.	Powersim (Perbaikan Model) .....	88
<b>BAB V PEMBAHASAN.....</b>		<b>105</b>
5.1	Analisis Hasil <i>Seven Tools</i> .....	106
5.2	Analisis Model dan Simulasi Awal .....	108
5.3	Analisis Model dan Simulasi Perbaikan .....	109
5.4	Kekurangan Penelitian .....	112
<b>BAB VI PENUTUP.....</b>		<b>114</b>
6.1	Kesimpulan .....	114
6.2	Saran .....	115
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>116</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>120</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>State of Arts</i> .....	13
Tabel 2. 2 Keterangan <i>Stock Flow Diagram</i> .....	22
Tabel 2. 3 Aturan Uji Validasi .....	36
Tabel 4. 1 <i>Defect Clasification List</i> .....	51
Tabel 4. 2 <i>Check Sheet Line 9 Factory C Style RWG2PW/PRK55X</i> .....	53
Tabel 4. 3 Stratifikasi <i>Line 9</i> .....	58
Tabel 4. 4 <i>Control Chart Line 9</i> .....	60
Tabel 4. 5 Diagram Pareto <i>Line 9</i> .....	62
Tabel 4. 6 Contoh Gambar <i>Defect</i> .....	64
Tabel 4. 7 Aspek Penjelasan <i>Fishbone 3 Defect Terbesar Line 9</i> .....	65
Tabel 4. 8 Aspek Penjelasan <i>Fishbone Defect Line 9 Umum</i> .....	67
Tabel 4. 9 Klasifikasi <i>Boundary Diagram</i> .....	67
Tabel 4. 10 Data Produksi <i>Line 9</i> .....	68
Tabel 4. 11 Data <i>Defect Inline BS OS PS Line 9</i> .....	69
Tabel 4. 12 Data <i>Defect Endline BS OS PS Line 9</i> .....	70
Tabel 4. 13 Data <i>Defect Endline Lain Line 9</i> .....	71
Tabel 4. 14 Data Target Produksi per Operator <i>Line 9</i> .....	72
Tabel 4. 15 Data <i>QTY Accept Line 9</i> .....	72
Tabel 4. 16 Variabel <i>Stock Flow Diagram Line 9</i> .....	75
Tabel 4. 17 Formulasi Variabel <i>Stock Flow Diagram</i> .....	76
Tabel 4. 18 Hasil Simulasi Model Awal.....	78
Tabel 4. 19 Data <i>Output Historis dan Simulasi Jumlah Defect</i> .....	80
Tabel 4. 20 <i>Mean dan SD (V) untuk Uji Kesamaan Dua Rata-Rata</i> .....	81
Tabel 4. 21 <i>Mean dan SD (V) untuk Uji Kesamaan Dua Variansi</i> .....	83
Tabel 4. 22 <i>Chi Square Test untuk Uji Chi Square</i> .....	85
Tabel 4. 23 Hasil Uji Validitas Model.....	87
Tabel 4. 24 Rumus Variabel <i>Training</i> .....	89
Tabel 4. 25 Hasil Simulasi Pemberlakuan <i>Training</i> .....	89
Tabel 4. 26 Hasil Simulasi Penambahan 1 Petugas <i>Inline QC</i> .....	92
Tabel 4. 27 Hasil Simulasi Penambahan 2 Petugas <i>Inline QC</i> .....	94
Tabel 4. 28 Hasil Simulasi Penambahan 3 Petugas <i>Inline QC</i> .....	96
Tabel 4. 29 Hasil Simulasi Pemberlakuan <i>Training + Penambahan 1 Petugas Inline QC</i> ..	99
Tabel 4. 30 Hasil Simulasi Perbaikan Pemberlakuan <i>Training + Penambahan 2 Petugas Inline QC</i> .....	101
Tabel 4. 31 Hasil Simulasi Perbaikan Pemberlakuan <i>Training + Penambahan 3 Petugas Inline QC</i> .....	103
Tabel 5. 1 Solusi <i>Fishbone Diagram 3 Defect Terbesar</i> .....	107
Tabel 5. 2 Solusi <i>Fishbone Diagram Defect Umum</i> .....	108
Tabel 5. 3 Strategi Minimasi <i>Defect</i> .....	110
Tabel 5. 4 Asumsi Total Biaya Pengeluaran Perbaikan .....	111
Tabel 5. 5 Asumsi Penghematan Bahan Baku.....	112
Tabel 5. 6 Asumsi Sisa Biaya Penghematan .....	112

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 <i>Short Pants</i> RWG2PW/PRK55X .....	2
Gambar 1. 2 Grafik <i>Defect Rate Line 9 Factory C</i> .....	3
Gambar 2. 1 Sistem dan Subsistem .....	19
Gambar 2. 2 Klasifikasi Model Sistem.....	20
Gambar 2. 3 <i>Causal Loop Diagram</i> .....	22
Gambar 2. 4 <i>Stock Flow Diagram</i> .....	23
Gambar 2. 5 <i>Job Shop</i> .....	25
Gambar 2. 6 <i>Flow Shop</i> .....	26
Gambar 2. 7 <i>Check Sheet</i> .....	28
Gambar 2. 8 Stratifikasi.....	28
Gambar 2. 9 Histogram .....	29
Gambar 2. 10 <i>Scatter Diagram</i> .....	30
Gambar 2. 11 <i>Control Chart</i> .....	30
Gambar 2. 12 Diagram Pareto .....	31
Gambar 2. 13 <i>Fishbone Diagram</i> .....	32
Gambar 2. 14 Hubungan antara Validasi dan Verifikasi.....	32
Gambar 2. 15 Tingkat Kepercayaan Model vs <i>Cost</i> .....	33
Gambar 2. 16 Grafik Daerah Penerimaan Uji Kesamaan Dua Rata-Rata .....	34
Gambar 2. 17 Grafik Daerah Penerimaan Uji Kesamaan Dua Variansi .....	35
Gambar 2. 18 Grafik Daerah Penerimaan Uji <i>Chi Square</i> .....	36
Gambar 2. 19 Powersim .....	37
Gambar 3. 1 Alur Penelitian Keseluruhan.....	39
Gambar 3. 2 Alur Penelitian <i>Seven Tools</i> .....	41
Gambar 3. 3 Alur Penelitian Sistem Dinamis.....	43
Gambar 4. 1 Logo Perusahaan.....	46
Gambar 4. 2 Struktur Organisasi PT. Nesia Pan Pacific Clothing .....	47
Gambar 4. 3 <i>Bussiness Process</i> PT. Nesia Pan Pacific Clothing .....	47
Gambar 4. 4 Alur Produksi PT. Nesia Pan Pacific Clothing.....	49
Gambar 4. 5 <i>Layout</i> PT. Nesia Pan Pacific Clothing .....	50
Gambar 4. 6 Histogram <i>Line 9</i> .....	59
Gambar 4. 7 <i>Scatter Diagram Line 9</i> .....	60
Gambar 4. 8 Hasil <i>Control Chart Line 9</i> .....	61
Gambar 4. 9 Diagram Pareto <i>Line 9</i> .....	63
Gambar 4. 10 <i>Fishbone 3 Defect Terbesar Line 9</i> .....	64
Gambar 4. 11 <i>Fishbone Defect Line 9 Umum</i> .....	66
Gambar 4. 12 <i>Causal Loop Diagram Line 9</i> .....	74
Gambar 4. 13 <i>Stock Flow Diagram Line 9</i> .....	75
Gambar 4. 14 Grafik Hasil Simulasi Model Awal .....	79
Gambar 4. 15 Daerah Kritis Uji Kesamaan Dua Rata-Rata .....	82
Gambar 4. 16 Hasil Uji Kesamaan Dua Rata-Rata .....	83
Gambar 4. 17 Daerah Kritis Uji Kesamaan Dua Variansi.....	84
Gambar 4. 18 Hasil Uji Kesamaan Dua Variansi.....	85
Gambar 4. 19 Daerah Kritis <i>Chi Square</i> .....	87
Gambar 4. 20 Hasil Uji <i>Chi Square</i> .....	87
Gambar 4. 21 <i>Stock Flow Diagram Model Perbaikan</i> .....	88
Gambar 4. 22 Penambahan Variabel <i>Training</i> .....	89

Gambar 4. 23 <i>Gauge</i> Pemberlakuan <i>Training</i> .....	89
Gambar 4. 24 Grafik Hasil Simulasi Perbaikan Pemberlakuan <i>Training</i> .....	91
Gambar 4. 25 <i>List Box</i> Penambahan Petugas <i>Inline QC</i> .....	92
Gambar 4. 26 Grafik Hasil Simulasi Perbaikan Penambahan 1 Petugas <i>Inline QC</i> .....	94
Gambar 4. 27 Grafik Hasil Simulasi Perbaikan Penambahan 2 Petugas <i>Inline QC</i> .....	96
Gambar 4. 28 Grafik Hasil Simulasi Perbaikan Penambahan 3 Petugas <i>Inline QC</i> .....	98
Gambar 4. 29 <i>Gauge</i> Kombinasi Pemberlakuan <i>Training</i> & <i>List Box</i> Penambahan Petugas <i>Inline QC</i> .....	99
Gambar 4. 30 Grafik Hasil Simulasi Perbaikan Pemberlakuan <i>Training</i> + Penambahan 1 Petugas <i>Inline QC</i> .....	101
Gambar 4. 31 Hasil Simulasi Perbaikan Pemberlakuan <i>Training</i> + Penambahan 2 Petugas <i>Inline QC</i> .....	103
Gambar 4. 32 Grafik Hasil Simulasi Perbaikan Pemberlakuan <i>Training</i> + Penambahan 3 Petugas <i>Inline QC</i> .....	105

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Industri merupakan salah satu hal yang dapat mendukung perkembangan perekonomian di Indonesia, salah satunya adalah industri sandang (garmen) yang merupakan salah satu industri terbesar yang mencatatkan pertumbuhan tinggi pada triwulan III tahun 2019 sebesar 15,08 persen. Capaian tersebut melampaui pertumbuhan ekonomi 5,02 persen di periode yang sama. (Kemenperin, 2019).

Aspek pengendalian kualitas merupakan hal penting dalam mendukung kelancaran kegiatan produksi suatu perusahaan manufaktur seperti perusahaan garmen. Aspek pengendalian kualitas dapat membantu perusahaan mempertahankan dan meningkatkan kualitas produk dengan mengendalikan tingkat kecacatan produk untuk mencapai hasil terbaik melalui perbaikan berkelanjutan. Pengendalian kualitas sangat penting dan harus dilaksanakan agar perusahaan mewaspadaai adanya penyimpangan-penyimpangan dalam proses produksi yang dapat menimbulkan kesalahan sehingga kemungkinan terjadinya kecacatan produksi dapat diminimalisir dan dihindarkan seminimal mungkin. Menurut Bustami dan Nurlaela (2006), produk cacat/*defect* adalah produk yang dihasilkan pada saat proses produksi, dimana produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan.

PT. Nesia Pan Pacific Clothing merupakan perusahaan dibidang industri garmen yang memproduksi pakaian jadi dengan bahan baku berupa *fabric* dan *accecories* dengan alur produksi *flow shop* atau bisa disebut dengan *mass production* (produksi massal). Aliran *flow shop* menurut (Buffa, Elwood S., & Sarin, 1996) dibagi menjadi dua jenis yaitu *pure flow shop* dan *general flow shop*. Dari dua jenis tersebut, PT. Nesia Pan Pacific Clothing menganut sistem *pure flow shop* dimana pekerjaan akan mengalir pada lini produksi yang sama dan tidak dimungkinkan adanya variasi pekerjaan. Aliran *flow shop* menurut Fogarty (1991) dibagi menjadi empat jenis yaitu *continuous flow*, *dedicated repetitive flow*, *batch flow*, dan *mixed model repetitive flow*. Dari keempat jenis tersebut, PT. Nesia Pan Pacific

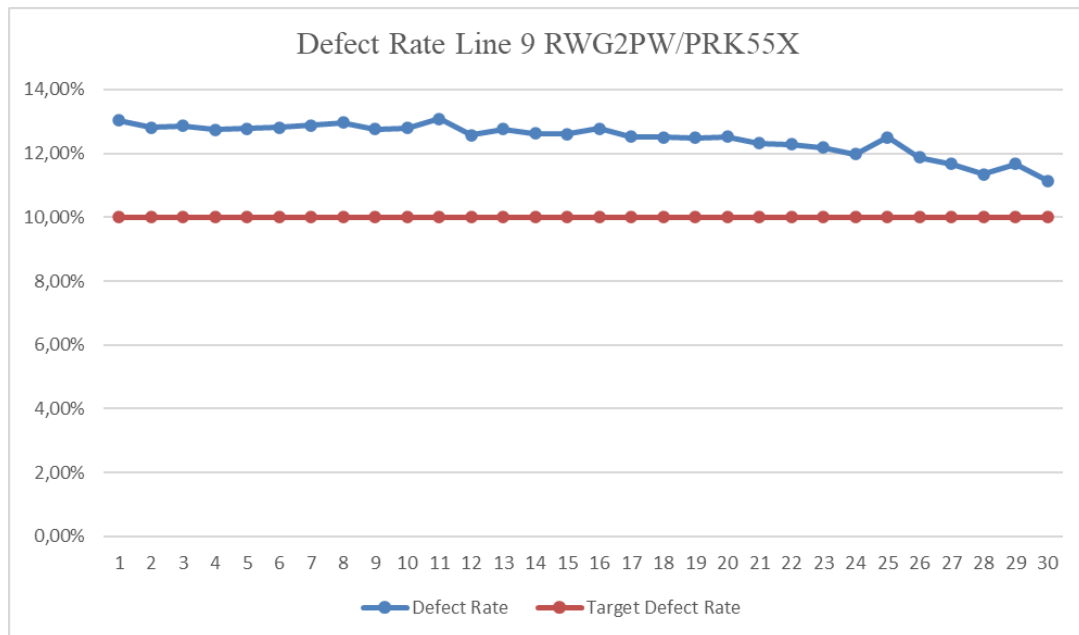
Clothing menganut alur produksi *dedicated repetitive flow* dimana satu lini produksi hanya memproduksi satu tipe produk namun terdapat variasi seperti warna produk.

PT. Nesia Pan Pacific Clothing merupakan perusahaan manufaktur dengan sistem *Make To Order* (MTO) yang dimana perusahaan akan melakukan produksi pakaian sesuai permintaan dari *buyer* seperti Target, Old Navy, GAP, Columbia, Under Armour, dan sebagainya. *Material* akan dipersiapkan dan direncanakan oleh tim *Production and Order* (PNO) untuk dilanjutkan ke *factory* yang akan melaksanakan aktivitas produksi sesuai permintaan *buyer*.

Berdasarkan data yang didapat pada bulan November - Desember 2023, Factory C menghadapi permasalahan dalam mencapai target tingkat *defect* yang diinginkan terutama pada *Line 9*. Berikut pada Gambar 1.1 merupakan hasil produksi *Factory C Line 9* yang akan menjadi objek penelitian yaitu *item short pants buyer Target Style RWG2PW/PRK55X*:



Gambar 1. 1 *Short Pants RWG2PW/PRK55X*



Gambar 1. 2 Grafik *Defect Rate Line 9 Factory C*

Dapat dilihat dari grafik pada Gambar 1.2 bahwa *defect rate* belum memenuhi target yang telah ditetapkan oleh *Inline QC* yaitu sebesar  $\pm 10\%$  dan pada periode terakhir dapat dilihat bahwa *defect rate* terjadi sebesar 11,15%. Sehingga perlu dilakukan perancangan strategi minimasi *defect* untuk *Line 9 Factory C* pada produk *short pants RWG2PW/PRK55X* yang memiliki tingkat penurunan minimal 1,15%. Salah satu metode pengendalian kualitas adalah *Seven Tools*. *Seven Tools* menurut Magar & Shinde (2014) terdapat tujuh alat yang dapat digunakan sebagai alat pengendalian kualitas dalam statistik yang paling sederhana dalam menyelesaikan masalah yaitu *Check Sheet* (Lembar Periksa), *Stratifikasi*, *Histogram*, *Scatter Diagram*, *Control Chart*, *Diagram Pareto* dan *Fishbone Diagram*. Perancangan strategi juga dilakukan dengan metode simulasi Sistem Dinamis menggunakan *Software Powersim*. Sistem Dinamis menurut Prahasta (2018) adalah pendekatan yang digunakan untuk memahami tingkah laku model sistem yang bersifat kompleks di dalam suatu interval waktu tertentu dengan menggunakan komponen-komponen *stock*, *flow*, *feed-back loop* internal, dan *time delay*.

Berdasarkan uraian diatas, diharapkan dengan melakukan penelitian ini *defect rate* diharapkan dapat menurun untuk mencapai target. Dengan menurunnya tingkat *defect* maka diharapkan juga biaya operasional menurun.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, berikut dapat dirumuskan permasalahan:

1. Mengidentifikasi faktor utama yang menjadi penyebab dari cacat hasil produksi?
2. Bagaimana strategi untuk menurunkan persentase cacat produk pada PT. Nesia Pan Pacific Clothing?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian menjawab rumusan masalah. Berikut adalah contoh tujuan penelitian:

1. Mengetahui faktor yang menyebabkan kecacatan/*defect* pada produk *short pants* RWG2PW/PRK55X di *Line 9 Factory C*
2. Mendapatkan strategi untuk menurunkan persentase kecacatan/*defect* produk pada *Line 9 Factory C* PT. Nesia Pan Pacific Clothing.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Berikut merupakan manfaat dari penelitian ini untuk perusahaan:

1. Menyelesaikan permasalahan dan merancang strategi yang dihadapi perusahaan mengenai kecacatan produk sesuai dengan kapasitas ilmu Teknik industri yaitu metode *Seven Tools*.
2. Menggunakan Simulasi Powersim dalam merancang strategi menurunkan *defect rate*.

Berikut merupakan manfaat dari penelitian ini untuk akademik:

1. Memperoleh pengalaman meneliti atau menyelesaikan masalah dalam sebuah perusahaan yang berguna untuk meningkatkan kemampuan dan keterampilan sesuai dengan bidang keilmuan Teknik Industri serta memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri.
2. Memperoleh pengalaman penelitian dalam melakukan implementasi keilmuan metode *Seven Tools* dan penggunaan simulasi dengan *software* Powersim guna merancang strategi minimasi *defect*.

### **1.5 Batasan Penelitian**

Berikut merupakan batasan penelitian dengan bertujuan agar fokus penelitian terjaga dengan baik:

1. Tempat penelitian dilaksanakan di PT. Nesia Pan Pacific Clothing dengan waktu pengambilan data dilaksanakan pada bulan Oktober – Desember 2023 berbarengan dengan pelaksanaan Kerja Praktik.
2. Fokus penelitian untuk meminimasi *defect*.

3. Fokus penelitian pada produksi departemen *sewing Factory C Line 9* untuk produksi *Short Pants Target Style RWG2PW/PRK55X*.
4. Tidak memperhitungkan biaya dikarenakan keterbatasan data, hanya mempergunakan asumsi.
5. Asumsi model sistem berdasarkan data yang telah diberikan oleh perusahaan.
6. Pengambilan data dilakukan dengan berbasis pada data produksi *Line 9* dan hasil wawancara dengan *stakeholder* terkait.
7. Proses analisis data bersifat kualitatif dan kuantitatif dengan membutuhkan *software Powersim 9*.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan adalah gambaran mengenai isi yang dibahas pada laporan Tugas Akhir ini, yang mana dibagi menjadi enam pokok bahasan yaitu sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini memberikan gambaran umum tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian.

### **BAB II KAJIAN LITERATUR**

Kajian literatur meliputi penelitian sebelumnya yang serupa dengan topik penelitian saat ini. Untuk menunjukkan bahwa topik penelitian tugas akhir memenuhi syarat dan kriteria, bab ini melakukan penelitian literatur deduktif dan induktif.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang objek penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini, teknik pengumpulan data dan flowchart atau diagram alir penelitian.

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab ini akan membahas data yang telah diperoleh. Metode yang telah ditetapkan juga dibahas dimana hasil yang diperoleh juga akan dianalisis dari data yang diolah.

### **BAB V PENGUJIAN SISTEM DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisikan pengujian sistem model simulasi, yang menganalisis hasil penelitian dan menunjukkan bahwa model penelitian sesuai dengan sistem nyata. Analisis ini menjawab pertanyaan awal masalah.

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini mencakup kesimpulan dan rekomendasi. Kesimpulan memberikan ringkasan singkat hasil penelitian yang telah dilakukan, dan pembahasan menjawab rumusan masalah. Saran mencakup gagasan penulis untuk meningkatkan penelitian yang serupa dari penelitian sebelumnya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Literatur**

Terdapat beberapa penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai berikut:

##### **2.1.1 Pengendalian Kualitas Menggunakan *Six Sigma/Lean Six Sigma***

Penelitian tentang pengendalian kualitas menggunakan *Six Sigma/Lean Six Sigma* telah dilakukan oleh peneliti di skala nasional maupun internasional dengan objek penelitian yang berbeda-beda. Kebanyakan penelitian yang telah dilakukan berobjek pada sebuah industri manufaktur seperti penelitian-penelitian berikut:

Penelitian yang dilakukan oleh Merlina Fitri Anggamawarti, Pratikto, dan Yeni Sumantri (2022) berisi tentang penerapan *Six Sigma-DMAIC* pada proses pembuatan MU5-TJ, cacat pada *cartridge case* memberikan kontribusi yang signifikan terhadap produk cacat, yaitu mencapai 48,6%. Perbaikan dilakukan dengan penerapan *auto-control* setiap 15 menit oleh operator, pengaturan *heading* dan *necking*, *edge turning*, dan pengukuran kecepatan alat berat. Perbaikan tersebut terbukti meningkatkan level sigma dari 3,24 menjadi 3,45 dan menghemat biaya sebesar Rp62.372.824,00.

Penelitian yang dilakukan oleh Bagus Anggarda Jaya dan Mulyono (2022) berisi tentang bagaimana cara mengurangi produk cacat pada PT XYZ yang merupakan perusahaan garmen dengan mengetahui tingkat kualitas produk yang dicapai atau tingkat six sigma yang dihasilkan dan faktor apa saja yang menyebabkan produk cacat. Hasil penelitian tingkat kualitas produk perusahaan berada pada tingkat sigma 3,9 dengan nilai DPMO sebesar 8311 menunjukkan perusahaan mempunyai nilai kompetitif yang sesuai dengan rata-rata industri di Indonesia. Faktor yang menjadi penyebab produk cacat adalah mesin, manusia, bahan, dan metode. Rekomendasi yang diberikan adalah dengan melakukan perawatan secara berkala, memberikan sanksi tegas kepada operator yang lalai dan terburu-buru, memberikan pelatihan kepada operator, memberikan pelatihan kepada supervisor operator, membuat Standar Operasional

Prosedur dan instruksi kerja yang rinci, meningkatkan pengendalian kualitas. dalam pemilihan bahan baku.

Penelitian yang dilakukan oleh Katon Muhammad, Kuku Winarso, dan Ida Lumintu (2020) berisi tentang lini produksi PT XYZ yang merupakan perusahaan pakan ternak terindikasi memiliki permasalahan yaitu cacat produk yang diakibatkan oleh proses produksi dan juga proses penyimpanan bahan baku dan bahan jadi di perusahaan. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan adalah pemasangan *blower* dan juga alat pengatur temperatur udara pada bagian penyimpanan perusahaan, melakukan perancangan eksperimen secara bertahap untuk pemilihan bahan baku yang terbaik dengan mempertimbangkan permasalahan kualitas produk yang diproduksi dan yang ketiga ditingkatkannya jadwal cleaning pada bagian *cooler*, *spoting* dan juga *rotex* pada mesin produksi untuk meminimasi penyebab terjadinya cacat.

Penelitian yang dilakukan oleh Pingkan Ingrid Piay, Helena Juliana Kristina, dan Carla Olyvia Doaly (2021) berisi tentang penggunaan metode *Lean Six Sigma* untuk mengurangi produk cacat dan meningkatkan produktivitas PT. X dengan tahapan DMAIC. Hasil yang didapatkan dari analisis pengolahan data yang dilakukan dapat diketahui bahwa *defect*, *waiting* dan *inventory* adalah tiga kesalahan yang paling sering terjadi. Untuk *total lead time* yaitu 8.055 detik dan nilai PCE proses produksi yaitu 24,15% yang artinya proses belum *Lean*. Kemudian setelah dilakukan perbaikan, *total lead time* berkurang menjadi 5.245 detik dan nilai PCE meningkat menjadi 37,08% yang artinya proses produksi sudah menuju *Lean*.

### **2.1.2 Pengendalian Kualitas Menggunakan *Seven Tools***

Penelitian tentang pengendalian kualitas menggunakan *Seven Tools* telah dilakukan oleh peneliti di skala nasional maupun internasional dengan objek penelitian yang berbeda-beda. Kebanyakan penelitian yang telah dilakukan berobjek pada sebuah industri manufaktur seperti penelitian-penelitian berikut:

Penelitian yang dilakukan oleh Somadi, Benowo Seto Priambodo, Putu Rimyanthi Okarini (2020) berisi tentang evaluasi kerusakan barang dalam proses pengiriman dengan studi kasus pada PT. Titipan Mahakam Express dengan tujuan untuk mengetahui barang yang mengalami kerusakan pada proses pengiriman dan faktor penyebab terjadinya kerusakan barang, serta upaya yang dilakukan untuk mengurangi kerusakan barang. Hasil dari penelitian ini menyebutkan penyebab terjadinya kerusakan barang adalah kurangnya jumlah SDM, kurangnya skill mengemudi, driver mengejar waktu, kualitas material packaging kurang bagus, barang terguncang saat perjalanan, keterbatasan jumlah armada, biaya transportasi mahal, tidak

adanya pelatihan dan SOP kerja. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah perekrutan SDM berpengalaman, pengawasan pada proses bongkar muat, pemberian estimasi waktu perjalanan, karyawan mentaati peraturan kerja, pelatihan peningkatan kemampuan SDM, pemberian perintah kerja sesuai job description, penambahan jumlah armada, penghematan biaya transportasi, perawatan dan perbaikan mesin kendaraan secara berkala, menggunakan material packaging yang kuat, melakukan penyusunan barang dengan benar ketika muat barang.

Penelitian yang dilakukan oleh Rian Prasetyo dan Yoga Kusuma Bakhti (2022) bertujuan untuk mengendalikan kualitas produk pakaian anak dengan metode Seven Tools di CV. XYZ yang dimana berdasarkan observasi jumlah defect pada bulan Januari 2021 untuk produk pakaian anak cukup banyak yaitu 51,03% dari total produksi. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan terdapat 13 jenis defect yang berbeda. Defect Broken Stitch menjadi yang paling banyak dengan jumlah presentase 45,2%. Berdasarkan pengendalian kualitas menggunakan peta kendali p, terdapat data yang melewati batas atas dan batas bawah, yaitu pada observasi 1, 3, 9, 10, dan 12, dikarenakan operator masih menyesuaikan dengan produk baru yaitu pakaian anak. Untuk analisis menggunakan Fishbone diagram dapat diketahui penyebab defect yaitu dari faktor manusia, metode, material, dan mesin.

Penelitian yang dilakukan oleh Rosyidi, Izzah, dan Najahi (2020) berisi tentang penerapan metode *Seven Tools* dalam menurunkan kecacatan pada produk kopi olahan CV. Graha Rejeki Indonesia Lamongan. Metode seven tools akan digunakan untuk mengidentifikasi sumber kecacatan pada produk kopi; hasil analisis tabel *Check Sheet* menunjukkan bahwa terdapat tiga jenis kecacatan. Dari histogram, distribusi data kecacatan terbesar adalah wadah kemasan yang rusak sebanyak 1252 item. Nilai peta kontrol P adalah UCL 0,2993 dan LCL - 0,1525, masing-masing berada di batas kontrol. Jenis cacat yang paling dominan, WKR, adalah 53,97 persen, menurut diagram pareto. Nilai -7,380 untuk perhitungan korelasi dengan Scater diagram menunjukkan bahwa ada hubungan negatif antara cacat wadah kemasan rusak dan bubuk kopi kasar. Faktor manusia, mesin, metode, dan material adalah penyebab kecacatan WKR yang paling umum, menurut hasil analisis Fishbone diagram dan RCA. Perbaikan meliputi pergantian kemampuan, briefing operator, pelatihan, dan perawatan mesin agar kondisi mesin terjaga.

Penelitian yang dilakukan oleh Anam dan Jufriyanto (2022) berisi tentang pengendalian kualitas di UMKM Tempe Lestari yang merupakan salah satu usaha mikro yang bergerak dibidang manufaktur dengan memproduksi tempe. Kecacatan pada produk yang di produksi

diantaranya, cacat di makan tikus, cacat ukuran dan cacat matang tidak tepat waktu. Hal tersebut dikarenakan beberapa faktor yakni, manusia, metode, lingkungan, material dan mesin, maka dari itu perlu perbaikan pada pengendalian kualitas. Dari hasil dan pembahasan dapat diketahui, kecacatan paling dominan ada pada cacat matang tidak tepat waktu sebanyak 275 pcs dengan presentase 43,9% di bulan februari 2022. Penyebabnya yakni, faktor lingkungan, material, dan metode. Hubungan antara jumlah produksi dan jumlah kecacatan memiliki korelasi positif dengan hasil  $r$  0,7442 yang berarti memiliki hubungan kuat.

Penelitian yang dilakukan oleh Dwiki Prawita dan Erni Puspanantasari Putri (2022) berisi tentang pengendalian kualitas pada produksi pamflet dikarenakan sering kali menemui kendala berupa banyaknya produk cacat berupa ukuran yang sesuai dengan standar, adanya bercak tinta, tinta blur, dan tinta luntur. Dengan menggunakan *Seven Tools*, rekomendasi yang dapat diberikan adalah melakukan perawatan mesin secara teratur, apabila terdapat komponen atau bagian dari mesin yang perlu diganti maka pergantian komponen tersebut harus segera dilakukan. Selanjutnya memberikan arahan dan pelatihan terhadap para pekerja mengenai mesin, metode produksi produk, dan karakteristik dari bahan baku yang digunakan.

Penelitian yang dilakukan oleh Didin Sjarifudin dan Hibarkah Kurnia (2022) berisi tentang pendekatan PDCA dengan *Seven Tools* dikarenakan pada produksi garmen dengan produk jaket pria masih menemukan produk dengan kualitas yang kurang baik dan persentasi cacat yang tinggi. Penelitian ini menemukan bahwa faktor penyebab kerusakan tersebut adalah faktor manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan. Sedangkan upaya perbaikan tertuang dalam tahapan *Action* yaitu dengan 5W+1H. Hasil dari perbaikan tersebut berdampak pada pengurangan cacat *finishing* dari 17,8% menjadi 11,8% yang berarti terjadi penurunan cacat sebesar 33,7% setiap bulannya pada bagian *finishing*.

Penelitian yang dilakukan oleh Prabaswari dan Susilo (2020) berisi tentang pengendalian kualitas pada salah satu produk PT. Bothwell Indonesia yaitu rak kecil dikarenakan proses produksinya yang memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi karena produk mempunyai sekrup dan terpisah bagian-bagian kecil yang kemudian disatukan. Dengan menggunakan metode *Seven Tools*, Berdasarkan hasil analisis kecacatan produk yang mempunyai nilai paling tinggi adalah jenis cacat cat tidak rata dengan jumlah produk 7 buah. Berikutnya disusul oleh jenis cacat kotor sebanyak lima buah, pecah/retak sebanyak tiga buah. Berdasarkan hasil tersebut analisis dan pembahasan produk Chippendale yang termasuk dalam kendali mutu terkendali.

Hal ini dikarenakan jika dilihat secara statistik jumlah produk yang cacat tidak melebihi atau menjadi kurang dari batas kendali.

### **2.1.3 Simulasi Sistem Dinamis Menggunakan Powersim**

Penelitian terkait sistem dinamis menggunakan Powersim sudah banyak dilakukan oleh peneliti di skala nasional maupun internasional dengan objek penelitian yang berbeda-beda. Kebanyakan penelitian yang telah dilakukan berobjek pada fenomena-fenomena yang terjadi seperti penelitian-penelitian berikut:

Penelitian yang dilakukan oleh Nyimas Desy Rizkiyah dan Robiyatul Adawiyah (2020) membahas tentang perhitungan biaya pengeluaran impor produk elektronik dari pelabuhan ke gudang importir. Teknik simulasi dengan menggunakan program Powersim digunakan untuk menghitung biaya pengeluaran tersebut. Hasil simulasi menunjukkan biaya pengeluaran pada tahun 2020 sebesar Rp3.115.260.500 meningkat menjadi Rp8.080.183.433 pada tahun 2030. Penelitian ini penting untuk memperkirakan harga produk yang wajar dan kompetitif di pasar.

Penelitian yang dilakukan oleh A Škraba, B Vavtar, V Stanovov, E Semenkin dan R Stojanović (2021) berisi tentang pengembangan sistem untuk parameterisasi model Difusi Bass pada Data Covid-19. Model berkelanjutan dikembangkan dengan prinsip dinamika sistem disajikan. Parameter model disesuaikan agar sesuai dengan data genetik algoritma dalam alat simulasi Powersim. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa modelnya sederhana dengan mampu memprediksi pertumbuhan dengan kurva berbentuk S dengan akurasi tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh O V Baryshnikova, V A Kukartsev, V S Tynchenko, V V Kukartsev, V N Mymlikov dan N N Dzhioeva (2020) berisi tentang pembahasan konstruksi model simulasi-dinamis untuk proses manufaktur detail di sebuah bengkel. Model ini memperhitungkan probabilitas cacat selama operasi dan menyediakan visualisasi perubahan dalam proses manufaktur. Artikel juga menggambarkan proses kerja bengkel selama 8 jam dan mencakup antarmuka manajemen untuk memasukkan data dan melihat hasil. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa model simulasi-dinamis yang dikonstruksi dapat memvisualisasikan perubahan dalam proses manufaktur detail di bengkel. Eksperimen yang dilakukan memungkinkan penarikan kesimpulan berdasarkan data yang tersedia dan perbandingan hasil eksperimen.

Penelitian yang dilakukan oleh Tjandra Chrimadha, Livia Rossila Tanjung, dan Sutrisno (2021) berisikan tentang budidaya ternak lele yang menghadapi masalah dimana semakin hari bahan pakan ternak semakin mahal, sehingga perlu ditemukan alternatif yaitu berupa

suplementasi tanaman *duckweed* dengan merencanakan target produksi dan mengevaluasi kinerja pertumbuhan ikan budidaya menggunakan *software* Powersim. Berdasarkan hasil simulasi Powersim, Suplementasi *duckweed* dalam hitungan menit dapat diterapkan untuk mengkompensasi pengurangan pelet dalam budidaya ikan lele. Pengurangan pelet hingga 40% dianggap sebagai penerapan optimal, yang mana efisiensi pakan dapat diperoleh hingga 26,4% sementara tingkat produksi ikan hanya menurun sebesar 18,59 %, yang memberikan perpanjangan durasi budidaya yang dapat diterima.

Tabel 2. 1 *State of Arts*

No.	Penulis, Tahun	Judul	Metode		
			Sistem Dinamis (Powersim)	<i>Seven Tools</i>	<i>Six Sigma/Lean Six Sigma</i>
1	Anggamawarti, Praktikto, dan Sumantri (2022)	<i>The Application of Six Sigma-DMAIC Method to Reduce Defects and Improve the Cartridge Case Process in Ammunition Company</i>			√
2	Jaya dan Mulyono (2022)	Analisa Produk Cacat Menggunakan Metode <i>Six Sigma</i> pada Perusahaan Garmen			√
3	Muhammad, Winarso, dan Lumintu (2020)	Peningkatan Kualitas Produk dan Minimasi Pemborosan Dengan Menggunakan Pendekatan <i>Six Sigma</i> Pada Perusahaan Pakan Ternak			√
4	Piay, Kristina, dan Doaly (2021)	Pengurangan Jumlah Produk Cacat pada Produksi <i>Glasses Box</i> dengan Metode <i>Lean Six Sigma</i>			√
5	Somadi, Priambodo, dan Okarini (2020)	Evaluasi Kerusakan Barang dalam Proses Pengiriman dengan Menggunakan Metode <i>Seven Tools</i>		√	
6	Prasetyo dan Bakhti (2022)	Pengendalian Kualitas Produk Pakaian Anak pada Industri <i>Garment</i> dengan Metode <i>Seven Tools</i>		√	
7	Rosyidi, Izzah, dan Najahi (2020)	<i>Seven Tools</i> untuk Menurunkan Kecacatan pada Produk Kopi		√	
8	Anam dan Jufriyanto (2022)	Implementasi Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode <i>Seven Tools</i> di UMKM Tempe Lestari		√	

9	Prawita dan Puspantastari (2022)	Analisa Pengendalian Kualitas Produk Guna Meminimalkan <i>Defect</i> Pada CV. Cipta Mandiri Sukses	√
10	Sjarifudin dan Kurnia (2022)	<i>The PDCA Approach with Seven Quality Tools for Quality Improvement Men's Formal Jackets in Indonesia Garment Industry</i>	√
11	Prabaswari dan Susilo (2020)	<i>Analysis of quality control of chippendale furniture products using seven tools approach (case study of PT. Bothwell Indonesia)</i>	√
12	Rizkiyah dan Adawiyah (2020)	Analisis biaya pengeluaran produk impor elektronik dari pelabuhan ke gudang importer dengan analisis rantai pasok dan Model Sistem Dinamis menggunakan Powersim	√
13	A Škraba, B Vavtar, V Stanovov, E Semenkin dan R Stojanović (2020)	<i>Parametrization of bass diffusion model on COVID-19 first wave data</i>	√
14	O V Baryshnikova1, V A Kukartsev, V S Tynchenko, V V Kukartsev, V N Mymlikov dan N N Dzhioeva (2020)	<i>Simulation-dynamic model of the details manufacturing process in the workshop</i>	√
15	Chrismadha, Tanjung, dan Sutrisno (2021)	<i>Use of minute duckweed (Lemna perpusilla) for supplemental feed in catfish (Clarias sp.) culture: determination of the optimal proportion using powersim simulation</i>	√

---

16	Muhammad Rifki (2024)	Perancangan Strategi Minimasi Defect dengan Pendekatan Simulasi Model <i>System Dynamics</i> (Studi Kasus: (Studi Kasus: PT. Nesia Pan Pacific Clothing)	√	√
----	--------------------------	--	---	---

---

Berdasarkan *state of arts* pada Tabel 2.1, Terdapat perbedaan antara penelitian terdahulu dengan penelitian ini. Pada penelitian terdahulu tidak terdapat penelitian langsung yang akan mengkolaborasikan antara metode *Seven Tools* dengan Sistem Dinamis menggunakan Powersim untuk mendapatkan strategi minimasi/penurunan *defect* produksi. Metode *Seven Tools* akan digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya *defect* produksi dan bagaimana implementasi perbaikannya. Sedangkan metode simulasi Sistem Dinamis menggunakan Powersim akan menggambarkan sistem produksi *Line 9* untuk mencari strategi yang diperlukan dalam menurunkan tingkat *defect* produksi.

## **2.2 Landasan Teori**

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai landasan teori yang digunakan dalam menunjang penelitian ini.

### **2.2.1 Industri**

Industri secara makro merupakan seluruh sektor yang mampu menciptakan nilai tambah dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu industri penghasil barang dan industri penghasil jasa. Secara mikro merupakan sekumpulan perusahaan yang mampu memproduksi barang-barang yang homogen atau dapat disubstitusi secara dekat. (Hasibuan, 1994). Dalam Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1984 Pasal 1 tentang Perindustrian disebutkan bahwa “Industri adalah kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah, bahan baku, dan/atau barang setengah jadi menjadi barang dengan nilai yang lebih tinggi untuk penggunaannya, termasuk kegiatan rancang bangun dan perekayasaan industri”. Ditinjau dari wujud proses produksinya, suatu industri atau pabrik dapat dikelompokkan menjadi 5 jenis yaitu (Ali, 2011):

#### **1. Industri Proses (Proses Kimia)**

Industri proses sering kali menggunakan proses kimia, yaitu sistem produksi yang proses produksinya menggunakan sifat kimia berupa proses kimia seperti reaksi berbagai unsur.

#### **2. Industri Manufaktur**

Industri manufaktur merupakan industri dengan proses mengubah bahan mentah menjadi produk fisik melalui serangkaian operasi yang memakan energi, yang masing-masing menghasilkan perubahan sifat fisik atau kimia bahan tersebut.

#### **3. Industri Perakitan**

Industri perakitan dicirikan oleh proses perakitan, khususnya kombinasi komponen menjadi produk akhir. Komponen perakitan tidak harus diproduksi oleh Anda tetapi dapat disediakan oleh perusahaan mitra.

#### **4. Industri Transportasi**

Industri transportasi dicirikan oleh proses produksi yang lebih mengarah pada penciptaan perpindahan barang atau jasa.

#### **5. Industri Jasa**

Proses produksi pada sektor jasa dicirikan oleh produk dan jasa yang disediakan tidak dalam bentuk konkrit melainkan dalam bentuk abstrak. Produk industri jasa hanya dapat dirasakan dalam bentuk informasi, keamanan, layanan kesehatan, penyiapan data informasi yang diperlukan, dan lain-lain.

### 2.2.2 Industri Garmen

Industri garmen merupakan salah satu industri manufaktur pengolahan yang bergerak untuk memenuhi kebutuhan sandang (Suseno, 2022). Industri garmen adalah industri yang memproduksi pakaian jadi dan peralatan garmen dalam jumlah yang sangat besar (produksi massal) sesuai pesanan (*buyer order*) atau memesan sendiri sesuai standar mutu yang telah ditetapkan sebelumnya. Pakaian siap pakai berbahan tekstil untuk pria, wanita, anak-anak, dan bayi. Bahan bakunya adalah kain tenun atau kain rajutan dan produknya antara lain kemeja, blus, gaun, kaos oblong, kaos polo, pakaian olah raga, pakaian dalam dan lain-lain. (Damai, Dewi, & Suharti, 2016).

Secara garis besar di dalam sebuah industri garmen, struktur organisasi yang terbentuk terdiri atas (Widihastuti, 2017):

1. Direktur (*Director*)

Direktur merupakan orang yang mengelola atau memimpin sebuah pabrik atau perusahaan garmen. Seorang direktur biasanya adalah pemilik perusahaan, rekanan, atau karyawan yang dipercaya untuk menjadi *general manager* perusahaan pakaian. Orang-orang yang memegang posisi ini berada di tingkat paling atas dalam struktur organisasi industri pakaian.

2. Departemen Teknologi Informasi (*IT-Department*)

Departemen Teknologi Informasi (IT) merupakan departemen yang bertanggung jawab terhadap segala sesuatu urusan di bidang teknologi informasi pada pabrik garmen tersebut.

3. Departemen Keuangan (*Finance*)

Departemen keuangan merupakan departemen yang bertanggung jawab dalam bidang keuangan pada industri garmen, seperti mengurus pembayaran dengan metode L/C (*Letter of Kredit*), Biaya (*Cost*), dan lain-lain yang terkait dengan keuangan.

4. Departemen Pengiriman (*Shipping*)

Departemen pengiriman merupakan departemen yang bertanggung jawab pada urusan pengiriman produk hasil produksi kepada pemesan (*buyer*).

5. Departemen Sumber Daya Manusia (*Human Resources*)

Departemen sumber daya manusia merupakan departemen yang bertugas dalam

6. Manajer Pemasaran (*Marketing Manager*)

Manajer pemasaran merupakan seseorang yang bertanggung jawab dalam menangani hal terkait pemasaran di industri garmen.

7. Kepala Merchandiser (*Chief Merchandiser*)  
Kepala merchandiser merupakan seseorang yang bertanggung jawab atas proses *merchandising*, mulai dari penerimaan pesanan hingga produk yang diminta dikirimkan kepada pembeli atau pemesan.
8. Asisten Merchandiser dan Sampel (*Assistant Merchandiser and Sampling*)  
Asisten merchandiser merupakan bagian yang membantu kepala merchandiser dan menyiapkan sampel sesuai dengan spesifikasi order yang telah ditentukan
9. Manajemen Produksi (*Production Management*)  
Manajemen produksi merupakan bagian yang bertanggung jawab dalam menangani pengelolaan produksi pakaian. Proses produksi dapat dimulai segera setelah sampel disetujui oleh *buyer*.
10. Order Produksi (*Production Orders*)  
Order produksi merupakan bagian yang bertanggung jawab atas produksi sesuai dengan spesifikasi dan standar yang telah ditentukan oleh *buyer* atau pelanggan. Bagian ini bekerja sama dengan manajemen produksi dan sampel untuk memastikan bahwa produk dibuat sesuai dengan permintaan.
11. QA (*Quality Assurance*)  
QA merupakan bagian yang bertanggung jawab untuk memastikan bahwa produk dan kualitasnya sesuai dengan standar spesifikasi order yang telah ditentukan.
12. Departemen Pemeliharaan dan Perbaikan (*Maintenance/Repair Department*)  
Departemen pemeliharaan dan perbaikan merupakan departemen yang bertanggung jawab pada pemeliharaan dan perbaikan semua peralatan produksi pada perusahaan garmen dengan tugasnya dibantu oleh bagian *Technical* dan *Machine/Equipment*.
13. Departemen Produksi (*Production Department*)  
Departemen produksi merupakan departemen yang bertanggung jawab atas semua proses produksi, mulai dari *pattern/marker* (pembuatan pola/marker), *cutting* (memotong), *sewing/knitting* (menjahit), *finishing* (penyelesaian), *pressing* (pengepresan), *packing* (pengemasan), dan *delivery* (pengiriman).
14. QC (*Quality Control*)  
QC merupakan bagian yang bertanggung jawab pada hal pengendalian kualitas dan pemeriksaan pada hasil produksi industri garmen tersebut.
15. Pembelian (*Purchasing*)

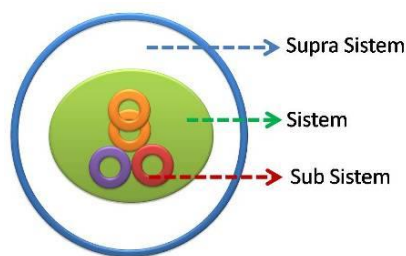
Pembelian merupakan bagian yang berhubungan pada proses pembelian kebutuhan industri garmen tersebut.

#### 16. Operasional/Pendukung (*Operational/Supporting*)

Operasional/pendukung merupakan bagian yang bertanggung jawab untuk membantu bagian lain perusahaan dalam hal ketenagakerjaan, penyediaan fasilitas, dan pengaturan arus barang.

### 2.2.3 Sistem

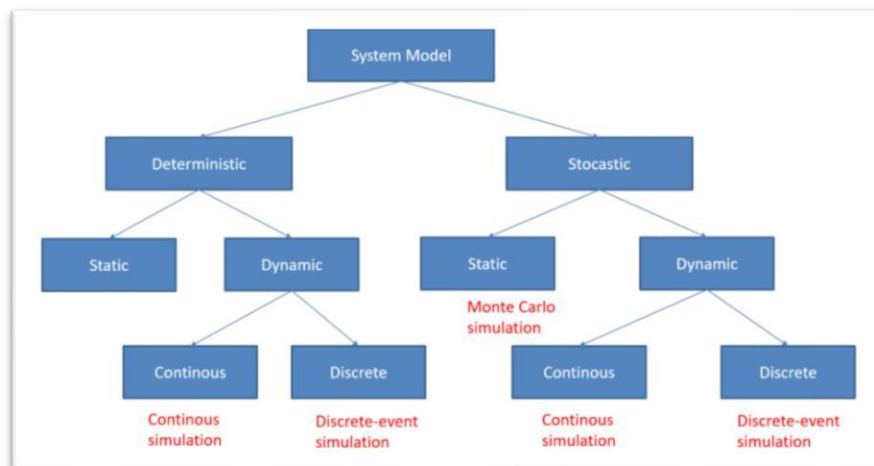
Sistem merupakan sekumpulan atau kumpulan elemen, komponen atau variabel yang terorganisir, saling berinteraksi, saling bergantung dan terintegrasi. (Subatri, 2012). Oleh karena itu, ada tiga elemen penting yang terkait dengan sistem yakni elemen atau objek, interaksi atau saling ketergantungan, dan tujuan. Apabila salah satunya tidak dimiliki maka itu tidak bisa dikatakan sebuah sistem. Suatu unsur yang terbagi menjadi unsur-unsur yang lebih kecil disebut subsistem.



Gambar 2. 1 Sistem dan Subsistem  
(Asrad Rahim, 2008)

### 2.2.4 Model

Model merupakan representasi dunia nyata dalam bentuk yang teoretis dan disederhanakan. Model bukan alat untuk menjelaskan, tapi bisa digunakan untuk membantu merumuskan teori. (Severin & Tankard, 2008). Model sangat membantu dalam analisis dan desain sistem, sehingga pembuatan model mempermudah proses analisis. Model sistem diklasifikasikan dalam kategori berikut pada Gambar 2.2:



Gambar 2. 2 Klasifikasi Model Sistem

### 2.2.5 System Thinking

Menurut Jay Forester dalam (Prahasta, 2018) *system thinking* merupakan disiplin manajemen yang berkonsentrasi pada pemahaman terhadap suatu sistem dengan cara mengamati hubungan-hubungan dan/atau interaksi-interaksi yang terjadi di antara komponen-komponen pembentuk (model) sistem yang bersangkutan. *System thinking* juga dapat dianggap sebagai bahasa atau elemen yang dapat digunakan untuk mengkomunikasikan (aspek-aspek) kompleksitas suatu sistem berikut saling ketergantungan yang terdapat di antara komponen-komponennya (Daniel, 2000):

- a. Berfokus pada saling-kebergantungan
- b. Menawarkan bahasa “visual”
- c. Menambah presisi
- d. Memaksakan “keeksplisitan” pada model-model mental
- e. Memungkinkan pemeriksaan dan penyelidikan
- f. Memberikan pandangan yang lebih menyeluruh

### 2.2.6 Simulasi

Simulasi merupakan metode yang digunakan dalam perancangan suatu gambaran terhadap sistem industri atau usulan sistem sehingga pemodel dapat melihat perilaku sistem (Arifin, 2009). Metode simulasi dipilih karena metode simulasi dapat menganalisis suatu sistem yang belum ada tanpa membangun sistem, tanpa mengganggu sistem, tanpa merusak sistem, memberikan keleluasaan bagi pemodel dalam melakukan eksperimen (Nurdiansyah et al., 2018). Simulasi digunakan untuk penyelesaian karena mereka dapat mengurangi biaya, waktu, dan tenaga, tidak merusak alam karena trial and error, dan lebih mampu menilai kinerja sistem

kompleks dengan lebih akurat, dan dapat digunakan sebagai alat pengambil keputusan. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah yang ada di perusahaan, diperlukan suatu model simulasi.

Adapun berikut adalah beragam jenis simulasi yang dapat muncul karena banyaknya karakteristik sistem yang ada di sekeliling kita:

1. Simulasi Sistem Dinamis
2. Simulasi Sistem Diskrit
3. Simulasi Sistem Kontinu
4. Simulasi Sistem Probabilistik

### **2.2.7 Sistem Dinamis**

Sistem dinamis merupakan sebuah disiplin ilmu yang digagas oleh Professor dari Massachusetts Institute of Technology (MIT) yaitu Jay W. Forester pada tahun 1956. Sistem dinamis merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk memahami tingkah laku model sistem yang bersifat kompleks di dalam suatu interval waktu tertentu dengan menggunakan komponen-komponen *stock*, *flow*, *feed-back loop* internal, dan *time delay*. (Prahasta, 2018). Simulasi pada sistem dinamis dijalankan dengan tiga prinsip, yaitu:

1. Sebab Akibat (*cause-effect*)
2. Umpan Balik (*feedback*)
3. Tunda (*delay*).

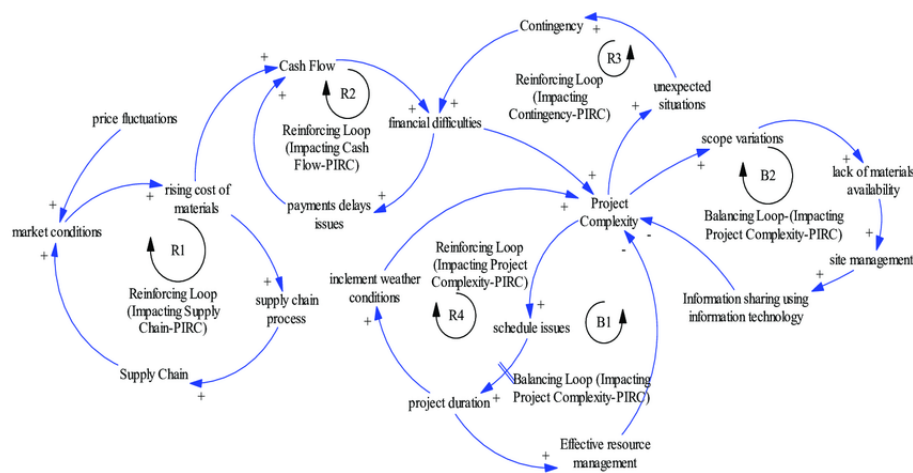
Hubungan sebab akibat dalam sistem (konseptualisasi sistem) biasanya digambarkan melalui *Causal Loop Diagram* (CLD) sehingga memudahkan pemodel dalam berpikir sistemik (*system thinking*). Hubungan timbal-balik sangat beragam perilakunya pada sistem nyata maupun simulasi. Sedangkan, tunda/*delay* terjadi dimanapun pada sistem nyata. (Utomo et al., 2005).

### **2.2.8 Causal Loop Diagram**

*Causal Loop Diagram* merupakan diagram yang menggambarkan bagaimana variabel-variabel dalam sistem saling berkaitan dengan hubungan sebab-akibat. *Causal Loop Diagram* merupakan grafik yang menunjukkan struktur yang menunjukkan bagaimana variabel berinteraksi satu sama lain. Setiap hubungan kausal memiliki polaritas positif (+) atau negatif (-) yang menunjukkan perubahan variabel independen dibandingkan dengan perubahan variabel dependen. Loop terbentuk untuk menunjukkan adanya feedback antar variabel. *Feedback* positif memperkuat dan *feedback* negatif menyeimbangkan. (Sterman, 2000).

Berikut merupakan beberapa keuntungan dari pendekatan model CLD menurut Mawengkang et al., (2020), yaitu:

- a. Mengajukan untuk menghindari pemikiran sempit dengan melihat masalah secara menyeluruh (cakupan dan waktu).
- b. Untuk meningkatkan dasar pemikiran, rantai sebab akibat menjadi lebih jelas.
- c. Dengan memungkinkan komunikasi yang efektif, kerja sama tim akan lebih baik.
- d. Membantu mengeksplorasi opsi kebijakan dan keputusan sehingga konsekuensinya dapat diantisipasi lebih awal
- e. memungkinkan keberadaan posisi yang baik untuk membuat keputusan.



Gambar 2. 3 Causal Loop Diagram

(Sumber: Jahan, et al., 2022)

### 2.2.9 Stock Flow Diagram

*Stock Flow Diagram* merupakan tahapan lebih lanjut setelah membuat model konseptual atau CLD dengan simbol khusus untuk variabelnya. Pada SFD, perhitungan matematis untuk variabel dilakukan. SFD dibuat berdasarkan CLD yang telah dibuat. *Stock Flow Diagram* terdiri dari variabel *stock-flow*, *auxiliary*, dan *constant*. (Purnomo, et al., 2020). Berikut merupakan simbol-simbol dari *Stock Flow Diagram* (SFD) pada Tabel 2.2:

Tabel 2. 2 Keterangan *Stock Flow Diagram*

Variabel	Simbol	Keterangan
----------	--------	------------



### 2.2.10 Sistem Produksi

Sistem produksi adalah pengolahan sumber daya menjadi barang atau jasa dengan tujuan meningkatkan efisiensi dan produktivitas proses produksi (Hari, 2004). Menurut Bertrand et al. (1990), sistem manufaktur diklasifikasikan berdasarkan tipenya, diantaranya adalah *make-to-order*, *make-to-stock*, *assemble-to-order* dan *engineering-to-order* yang akan dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. *Make-to-order* (MTO)

Produk yang dibuat dengan metode *make-to-order* dibuat sesuai dengan permintaan pelanggan, tanpa peramalan kebutuhan produksi. Jenis MTO dibagi menjadi MTO repetitif dan MTO non-repetitive berdasarkan kemungkinan pelanggan mengulangi order dengan spesifikasi yang sama dalam waktu singkat. Sebaliknya, MTO non-repetitive biasanya dipesan dalam jumlah kecil dan dilakukan hanya sekali.

#### 2. *Make-to-stock* (MTS)

Memproduksi barang untuk persediaan adalah tujuan dari tipe *make-to-stock*. Jika ada pembeli, produk dikirimkan kepada mereka. Tipe produksi ini memungkinkan perencanaan dan pengendalian kapasitas produksi. Karena ada stok produk siap pakai dan permintaan yang telah diprediksi sebelumnya, permintaan dapat langsung dipenuhi

#### 3. *Assemble-to-order* (ATO)

Pada tipe ini, perusahaan sudah menyiapkan bagian-bagian yang dibutuhkan untuk membuat produk yang diinginkan oleh pelanggan. Jika pelanggan melakukan pemesanan, bagian atau sub-rakitan akan dirakit sesuai dengan keinginan pelanggan.

#### 4. *Engineering-to-order* (ETO)

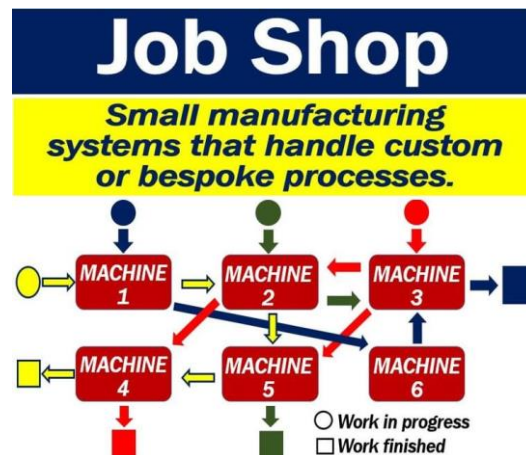
Dalam kasus ini, pelanggan meminta perusahaan untuk membuat produk dari desain yang disesuaikan dengan keinginan pelanggan.

Sebaliknya, menurut Fogarty (1991) sistem manufaktur diklasifikasikan sistem produksi menjadi tiga berdasarkan aliran proses: usaha kerja, usaha aliran, dan usaha tetap dengan penjelasan sebagai berikut:

#### 1. *Job shop*

Bergantung pada permintaan pasar, berbagai jenis produk dibuat dalam sistem *job shop*. Sistem manufaktur dengan aliran produksi yang tidak searah disebut *jobshop*. Produk dapat kembali ke work center yang telah dilewati melalui *jobshop*, dan aliran ini digunakan untuk membuat produk yang sesuai dengan keinginan pelanggan. Produk dengan spesifikasi

khusus dibuat di Jobshop. Proses yang dialami setiap produk berbeda-beda di setiap work center karena Jobshop memiliki beberapa work center dengan peralatan yang berbeda. Proses produksi menentukan bagaimana peralatan disusun, sehingga sistem produksi disebut memiliki tata letak yang didasarkan pada proses. Karakteristik sistem ini digambarkan oleh sekumpulan pekerjaan yang masing-masing memiliki satu atau lebih operasi. Tujuan sistem adalah untuk memaksimalkan pelaksanaan beberapa ukuran agar dapat tercapai.



Gambar 2. 5 Job Shop

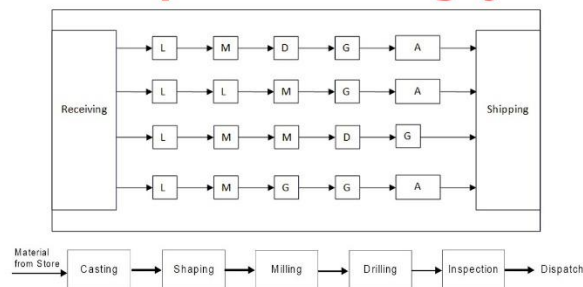
## 2. Flow shop

*Flow shop* biasanya disebut *product layout*, karena proses produksinya mengikuti alur yang berurutan atau searah. Terdapat 4 jenis *flow shop* yaitu *continuous flow*, *dedicated repetitive flow*, *mixed-model repetitive flow*, dan *intermittent/batch flow*. Definisi mereka adalah sebagai berikut:

- *Continuous Flow* merupakan teknik untuk mengurangi ukuran lot dalam proses manufaktur. Ukuran lot yang lebih kecil membantu proses pemasangan dan membuatnya lebih cepat, dan aliran proses akan meningkat seiring dengan ukuran lot yang lebih kecil. Tidak seperti aliran kontinu, tujuan aliran kontinu adalah untuk mengurangi kemacetan dan mengoptimalkan lini produksi. Namun, aliran kontinu memiliki kemampuan untuk menurunkan jumlah pekerjaan yang sedang dilakukan (WIP).
- *Dedicated Repetitive Flow* merupakan proses yang terus memproduksi satu jenis produk tertentu, tetapi memungkinkan variasi, seperti perbedaan warna. Sistem produksi ini unik karena material akan diproses di beberapa stasiun kerja, masing-masing dengan waktu proses yang hampir sama dan peralatan yang dirancang khusus untuk melakukan satu atau beberapa proses produksi.

- *Batch flow* merupakan sistem produksi yang menghasilkan dua atau tiga jenis barang secara bersamaan. Setup memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perubahan dari satu produk ke produk lainnya, jadi ukuran batch produksi harus ditentukan untuk mengurangi waktu proses per unit. Kecuali dua atau lebih produk diproduksi di fasilitas yang sama, aliran batch memiliki fungsi yang sama dengan aliran kontinu atau berulang. Untuk setiap produk, manufaktur biasanya berlangsung beberapa jam atau beberapa hari karena waktu setting yang lama di batch flow shop. Ketika biaya proses tinggi, batch flow digunakan. Ini terjadi meskipun item tidak diproduksi secara terus menerus. Produksi batch flow sering digunakan untuk membuat barang-barang dengan permintaan rendah, rakitan, dan barang-barang nondiskret seperti obat.
- *Mixed-Model Repetitive Flow* merupakan jenis aliran produksi yang digunakan untuk membuat dua atau lebih jenis produk sekaligus. Namun, waktu setup yang diperlukan untuk berubah dari satu produk ke produk lain sangat singkat karena proses produksi untuk beberapa produk sekaligus menggunakan peralatan yang sama dan karyawan yang dapat melakukan banyak pekerjaan.

### Flow Shop Manufacturing System



Gambar 2. 6 *Flow Shop*

### 3. *Fixed shop*

*Fixed site* adalah produksi yang membawa bahan, alat dan pekerja langsung ke lokasi tempat produk akan dibuat, karena ukuran produk yang akan dihasilkan besar. Contoh produk tersebut ditemukan pada konstruksi, pembangunan jalan, pembuatan kapal dll.

#### 2.2.11 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah sebuah usaha yang dilakukan untuk mempertahankan kualitas suatu produk yang dihasilkan, sehingga suatu produk dapat sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan oleh perusahaan (Assauri, 1998).

Berdasarkan pada waktu pengendalian, dikenal tiga macam pengendalian yaitu:

### 1. Pengendalian sebelum proses (*preventive control*)

Pengendalian ini dilakukan agar produksi dapat berjalan sesuai dengan rencana, meliputi pemeriksaan terhadap rencana produksi, desain produksi, mesin atau peralatan yang digunakan, bahan baku atau penolong, dan tenaga kerja.

### 2. Pengendalian pada saat proses berlangsung

Tujuan pengendalian ini adalah untuk mengawasi proses produksi agar dapat segera diperbaiki jika terjadi penyimpangan dari prosedur operasi standar (SOP) perusahaan.

### 3. Pengendalian setelah proses (*repressive control*)

Pengendalian ini digunakan untuk mencegah kesalahan yang terjadi selama proses produksi agar dapat dijadikan evaluasi untuk masa mendatang.

Pengendalian kualitas pada umumnya terdapat empat langkah yaitu:

1. Menerapkan standar, seperti standar prestasi kerja, keamanan, biaya, dan produk.
2. Menilai kesesuaian, yaitu dengan membandingkan masalah produk atau jasa yang dibuat dengan standar yang telah ditetapkan.
3. Bertindak bila diperlukan, yaitu mengevaluasi masalah dan sumbernya melalui elemen seperti pemasaran, perancangan, rekayasa, produksi, dan pemeliharaan yang berdampak pada kepuasan pelanggan.
4. Merencanakan perbaikan, yaitu mengembangkan upaya-upaya yang dapat terus menerus memperbaiki standar biaya, prestasi, dan keamanan

#### **2.2.12 Seven Tools**

*Seven Tools* adalah tujuh alat pengendalian kualitas dalam statistik yang paling sederhana dalam menyelesaikan masalah (Magar & Shinde, 2014). Alat-alat ini baik dikembangkan di Jepang atau diperkenalkan di Jepang oleh Guru Kualitas seperti Deming dan Juran. Kaoru Ishikawa telah menyatakan bahwa 7 alat ini dapat digunakan untuk menyelesaikan 95 persen dari semua masalah. Alat-alat ini telah menjadi fondasi kebangkitan industri Jepang yang menakjubkan setelah perang dunia kedua. Ketujuh alat tersebut adalah *Check Sheet* (Lembar Periksa), Stratifikasi, Histogram, *Scatter Diagram*, *Control Chart*, Diagram Pareto dan *Fishbone Diagram*. Berikut merupakan penjelasan tiap alat *Seven Tools*:

##### 1. *Check Sheet*

*Check Sheet* merupakan alat pengumpulan data yang dalam bentuk tabel yang berisikan terkait jumlah data barang yang diproduksi dan ketidaksesuaian produk dengan jumlah yang dihasilkan nya (Heizer & Render, 2014). Berikut merupakan contoh dari *check sheet* pada

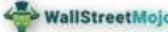
Gambar 2.7:

**Check Sheet**

**Vehicle Breakdown Maintenance Check Sheet**

Name of operator: David Sheet Number: 12  
Date: 04-Nov-2020  
Place: Amherst, Ohio

Defect Types	Frequency					Total
	Vehicle 1	Vehicle 2	Vehicle 3	Vehicle 4	Vehicle 5	
Brake pads worn out	X		X			2
Fuel tank leakage		X				1
Steering locked				X		1
Engine oil seepage		X	X			2
AC not working	X			X		2
Battery darined out			X			1
Lights not working	X				X	2
<b>Total</b>	3	2	3	2	1	



Gambar 2. 7 Check Sheet

## 2. Stratifikasi

Stratifikasi adalah salah satu upaya untuk memecahkan atau mengklasifikasi persoalan menjadi kelompok atau golongan sejenis yang lebih kecil atau menjadi unsur tunggal dari persoalan (K. Damayanti, 2022). Tujuan dari statifikasi adalah mengidentifikasi penyebab dengan lebih jelas suatu permasalahan dengan cara mengerucutkan sebuah data (Erdhianto, 2021). Berikut merupakan contoh Stratifikasi pada Gambar 2.8:

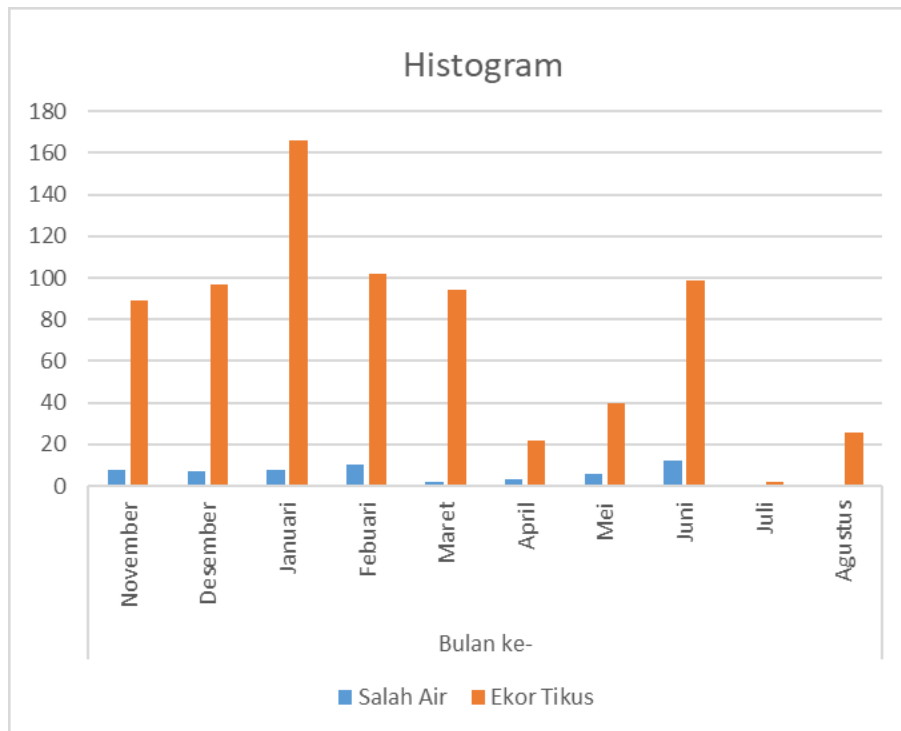
NO	Jenis Kecacatan	Jumlah Kecacatan (Pcs)
1	Salah Alir	57
2	Ekor Tikus	737

Gambar 2. 8 Stratifikasi

## 3. Histogram

Histogram adalah representasi grafik (diagram batang) yang digunakan untuk merencanakan frekuensi dengan mana nilai yang berbeda dari variabel yang diberikan terjadi (Bauer, 2006). Histogram digunakan untuk memeriksa pola yang ada, mengidentifikasi rentang variabel, dan menyarankan kecenderungan sentral dalam variabel. Histogram berevolusi untuk memenuhi kebutuhan untuk mengevaluasi data yang terjadi pada frekuensi tertentu. Hal ini

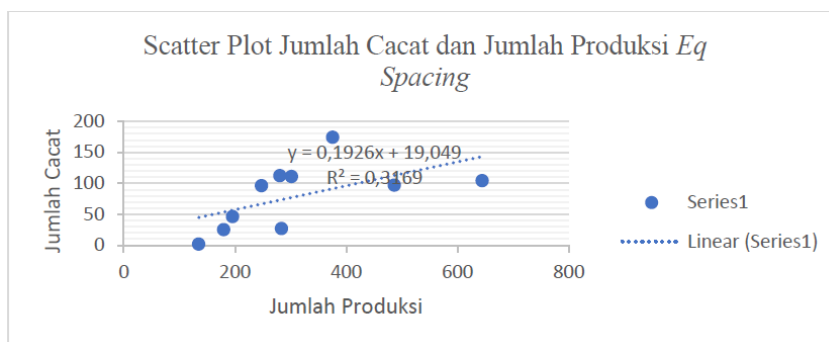
dimungkinkan karena memungkinkan penggambaran singkat informasi dalam format grafik batang. Berikut merupakan contoh dari Histogram pada Gambar 2.9:



Gambar 2. 9 Histogram

#### 4. Scatter Diagram

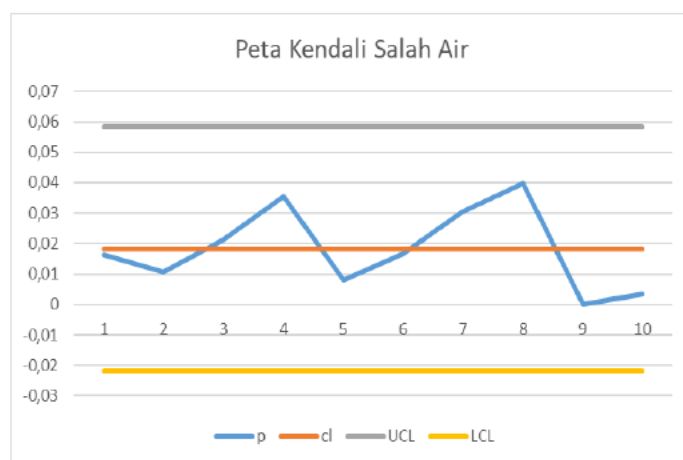
*Scatter* diagram adalah diagram di mana satu variabel diplot terhadap variabel plot yang lain untuk menentukan apakah ada korelasi antara dua variabel. Diagram ini digunakan untuk memplot distribusi informasi dalam dua dimensi (Bauer, 2006). Scatter diagram adalah gambaran yang menunjukkan kemungkinan hubungan (korelasi) antara pasangan dua macam variabel dan menunjukkan keeratan (tingkat) hubungan antara dua variabel tersebut (kuat atau lemah) yang diwujudkan dengan koefisien korelasi (Dartawan & Setiafindari, 2023). Berikut merupakan contoh *Scatter* Diagram pada Gambar 2.10:



Gambar 2. 10 Scatter Diagram

### 5. Control Chart

*Control Chart* atau Peta Kendali ialah grafik yang digunakan untuk membedakan atau memisahkan hasil dari suatu proses yang berada dalam kendali dan yang tidak. Bagan kendali memiliki garis tengah yang menunjukkan rata-rata proses, sebuah garis di atasnya, disebut dengan batas kendali atas, dan sebuah garis dibawah yang disebut sebagai batas kendali bawah. Tujuan *Control Chart* ialah untuk memantau suatu proses dalam rangka mengekspose kehadiran penyebab khusus yang mempengaruhi proses operasi (Herjanto, 2008). Berikut merupakan *Control Chart* pada Gambar 2.11:

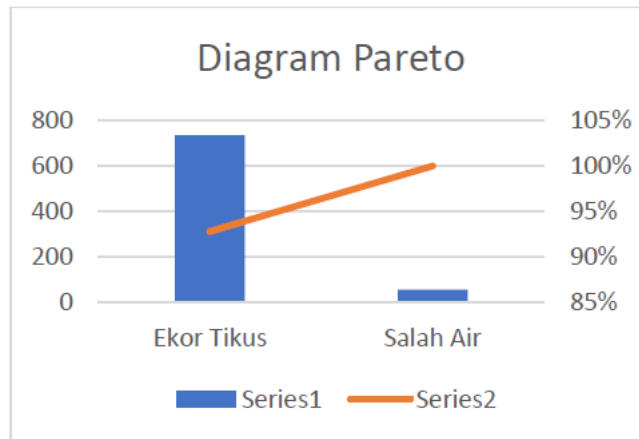


Gambar 2. 11 Control Chart

### 6. Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah sebuah metode untuk mengelola kesalahan, masalah, atau cacat untuk membantu memusatkan perhatian pada usaha penyelesaian masalah. Diagram ini bersarkan pekerjaan Vilfredo Pareto, seorang pakar ekonomi diabad ke-19 (Heizer & Render, 2014). Penggunaan Diagram Pareto dalam pengambilan keputusan didasarkan pada hukum 80/20. Hukum ini mengatakan bahwa 80 % permasalahan disebabkan oleh 20 % penyebab, atau 80

% output datang dari 20 % input. Hukum 80/20 pertama kali dikemukakan oleh ahli ekonomia Italia, Vilfredo Pareto, ketika mengetahui bahwa 80 % kekayaan di Italia dimiliki oleh 20 % warganya. Berikut merupakan contoh *Diagram Pareto* pada Gambar 2.12:

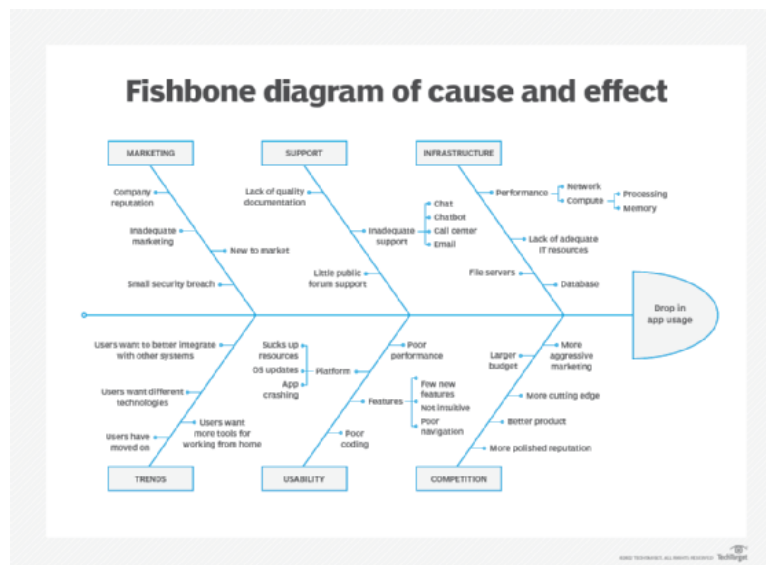


Gambar 2. 12 Diagram Pareto

#### 7. *Fishbone* Diagram

Diagram Sebab Akibat (*Fishbone Diagram*) disebut Diagram Fishbone sering juga disebut dengan istilah Diagram Ishikawa. Penyebutan diagram ini sebagai Diagram Ishikawa karena yang mengembangkan model diagram ini adalah Dr. Kaoru Ishikawa pada sekitar Tahun 1960-an. Penyebutan diagram ini sebagai Diagram Fishbone karena diagram ini bentuknya menyerupai kerangka tulang ikan yang bagian-bagiannya meliputi kepala, sirip, dan duri.

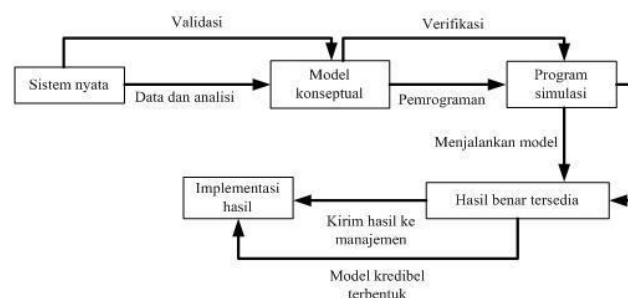
Diagram *fishbone* merupakan suatu alat visual untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan secara grafik menggambarkan secara detail semua penyebab yang berhubungan dengan suatu permasalahan. konsep dasar dari Diagram Fishbone adalah permasalahan mendasar diletakkan pada bagian kanan dari diagram atau pada bagian kepala dari kerangka tulang ikannya. Diagram Fishbone terdiri dari *materials* (bahan baku), *machines and equipment* (mesin dan peralatan), *man power* (sumber daya manusia), *methods* (metode), *mother nature/environment* (lingkungan), dan *measurement* (pengukuran). Berikut merupakan contoh *Fishbone* Diagram pada Gambar 2.13:



Gambar 2. 13 Fishbone Diagram

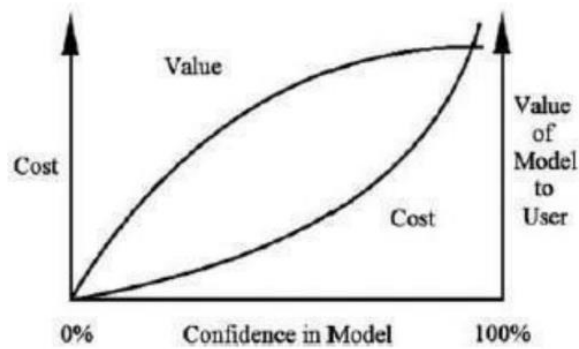
### 2.2.13 Validasi dan Verifikasi

Validasi adalah penentuan apakah model konseptual simulasi (sebagai tandingan program komputer) benar-benar menunjukkan sistem nyata yang dimodelkan (Law dan Kelton, 1991). Verifikasi adalah prosedur untuk memastikan bahwa logika operasional model, seperti yang terlihat dalam program komputer Powersim, sesuai dengan logika diagram alur (dalam hal ini *Causal Loop Diagram*) (Hoover dan Perry, 1989). Berikut pada Gambar 2.14 dapat digambarkan hubungan antara validasi dan verifikasi:



Gambar 2. 14 Hubungan antara Validasi dan Verifikasi

Pada prinsipnya tidak ada model yang memiliki validitas 100%, akan tetapi suatu model hanya valid untuk satu atau beberapa set eksperimental saja. Dalam melakukan validasi jika memerlukan set eksperimental yang banyak, maka akan menghabiskan biaya yang besar pula (Sargeant, 1998). Berikut pada Gambar 2.15 terdapat grafik yang menggambarkan hubungan antara tingkat kepercayaan suatu model terhadap biaya:



Gambar 2. 15 Tingkat Kepercayaan Model vs Cost

Uji validasi yang digunakan adalah *statistical data validation* yang digunakan untuk melihat perbedaan antara model simulasi dan sistem nyata. Berikut merupakan beberapa contoh teknik *statistical data validation* dengan menggunakan *historical data validation*:

#### 1. Uji Kesamaan Dua-Rata-Rata

Uji kesamaan dua rata-rata adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui perbandingan kinerja sistem riil dengan model simulasi yang diterjemahkan dalam nilai jumlah rata-rata *output* dari dua populasi tersebut. Jika hasil uji menunjukkan bahwa nilai jumlah rata-rata dari masing-masing populasi tidak berubah secara signifikan, artinya bahwa model memiliki validitas yang cukup untuk parameter output rata-rata.

Karena yang diuji adalah kesamaan dua populasi, maka uji yang akan dilakukan adalah uji dua sisi dengan:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$  : Rata-rata *output* sistem riil = rata-rata *output* model Simulasi

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$  : Rata-rata *output* sistem riil  $\neq$  rata-rata *output* model Simulasi

Untuk mencari t hitung digunakan rumus sebagai berikut:

$$Sp^2 = \frac{(N_1-1)V_1^2 + ((N_2-1)V_2^2)}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$T \text{ hitung} = \frac{\text{Mean 1} - \text{Mean 2}}{\sqrt{Sp^2 * (\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2})}}$$

Hasil t hitung kemudian dibandingkan dengan t tabel ( $t_{\frac{\alpha}{2}, N-1}$ )

Keterangan:

N = Jumlah Sampel

N-1 = Derajat Kebebasan

V = Variansi

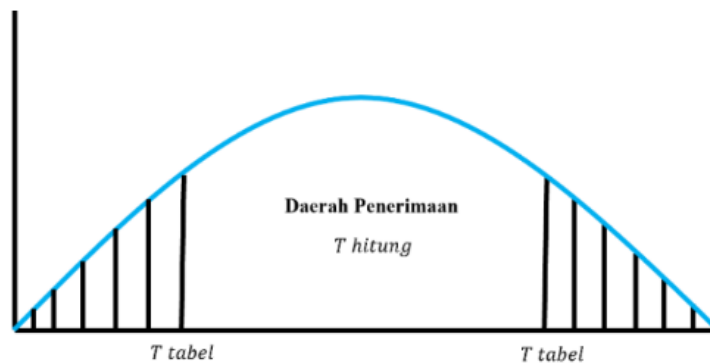
Mean = Rata-Rata

$\alpha$  = Tingkat Kepercayaan

Ke-1 = Simulasi

Ke-2 = Historis

Dengan demikian T hitung berada dalam daerah penerimaan sebagaimana terlihat dalam Gambar 2.16:



Gambar 2. 16 Grafik Daerah Penerimaan Uji Kesamaan Dua Rata-Rata

## 2. Uji Kesamaan Dua Variansi

Ketika melakukan uji kesamaan dua variansi, selalu diasumsikan bahwa kedua populasi memiliki variansi yang sama selama proses pengujian selisih dan kesamaan dua rata-rata. Agar hasil uji kesamaan dua rata-rata di atas benar, maka asumsi tentang persamaan dua variansi harus dipenuhi. Misalnya kita mempunyai dua populasi normal dengan variansi  $\sigma_1^2$  dan  $\sigma_2^2$ . Akan diuji dua pihak dalam kesamaannya, maka hipotesis ujinya adalah:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

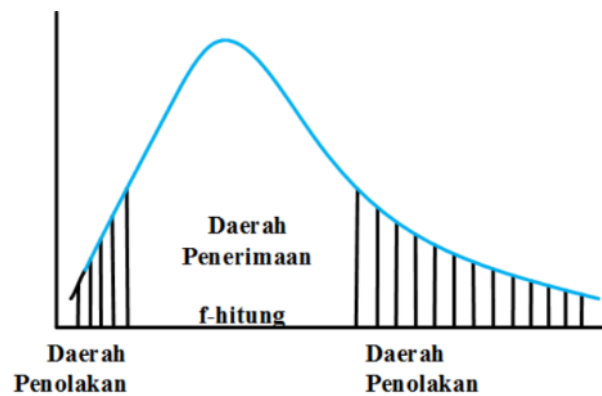
Berdasarkan sampel acak yang independen maka diperoleh populasi satu dengan ukuran  $n_1$  dan variansi  $s_1^2$  sedangkan populasi dua dengan ukuran  $n_2$  dan variansi  $s_2^2$ , maka untuk menguji hipotesisnya digunakan statistik uji:

$$F \text{ Hitung} = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

Kriteria pengujian adalah menerima  $H_0$  jika,

$$F_{1-0.5 \alpha} (n_1 - 1, n_2 - 1) < F < F_{0.5 \alpha} (n_1 - 1, n_2 - 1)$$

Dengan demikian F hitung berada dalam daerah penerimaan sebagaimana terlihat dalam Gambar 2.17:



Gambar 2. 17 Grafik Daerah Penerimaan Uji Kesamaan Dua Variansi

### 3. Uji Kecocokan Model Simulasi (*Chi Square Test*)

Uji *chi square* adalah proses validasi yang terakhir dengan menguji *output* antar hasil *output* simulasi memiliki kecocokan dengan *output* sistem riil yang diamati. Disebut juga uji kecocokan atau disebut uji kompatibilitas, memiliki tujuan untuk mengevaluasi konsistensi frekuensi yang dihasilkan oleh model simulasi dengan frekuensi teoritisnya (sistem riil).

Rumus yang digunakan adalah:

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

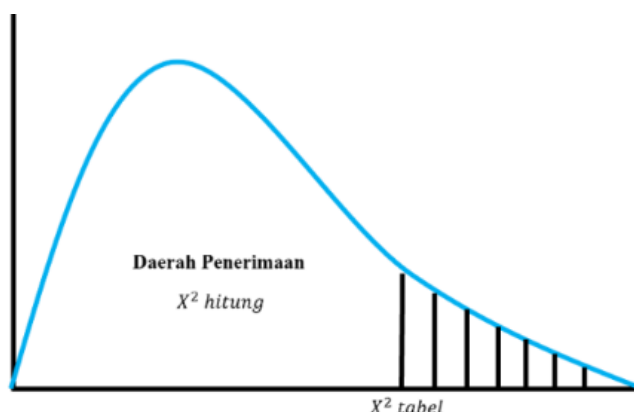
Keterangan:

$\chi^2$  = ukuran perbedaan antara frekuensi observasi dengan frekuensi teoritis

$O_i$  = frekuensi observasi

$E_i$  = frekuensi teoritis (data historis/simulasi ke-i)

Apabila tidak ada perbedaan antara frekuensi observasi dengan frekuensi teoritis, maka  $\chi^2$  akan semakin besar pula. Setelah didapatkan  $\chi^2$  (*chi square* hitung), maka kita akan membandingkannya dengan *chi square* tabel yaitu  $\chi^2_{(df, \alpha)}$ . Dengan demikian  $\chi^2$  (*chi square* hitung) berada dalam daerah penerimaan sebagaimana terlihat dalam Gambar 2.18:



Gambar 2. 18 Grafik Daerah Penerimaan Uji *Chi Square*

Bagaimana suatu model dapat dinyatakan valid atau tidaknya bisa dilihat pada hasil uji masing-masing sesuai dengan aturan pada Tabel 2.3:

Tabel 2. 3 Aturan Uji Validasi

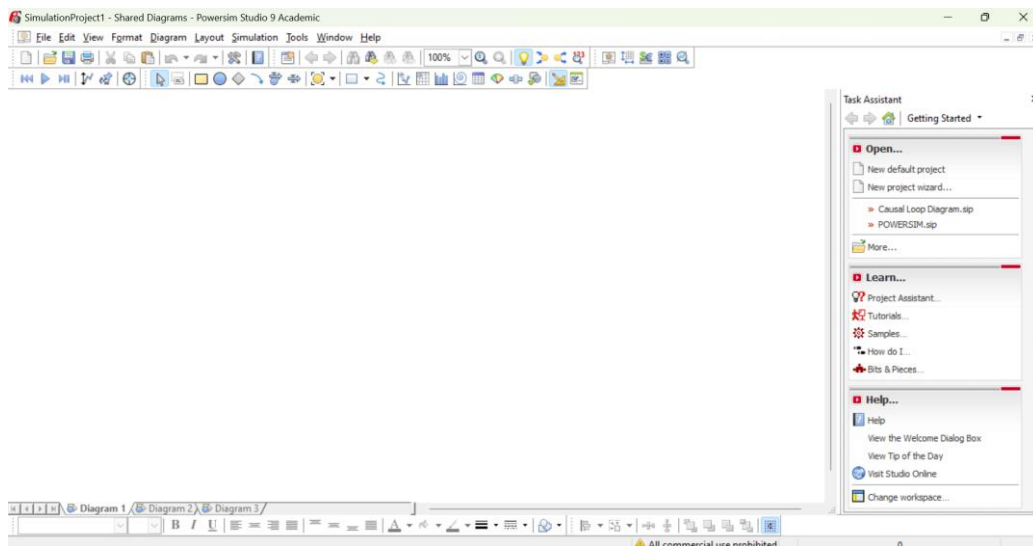
Uji Kesamaan Dua Rata-Rata	Uji Kesamaan Dua Variansi	Uji Kecocokan Model Simulasi ( <i>Chi Square Test</i> )	Hasil Validasi
√	x	x	Tidak Valid
X	√	x	Tidak Valid
X	x	√	Valid
√	√	√	Valid
√	√	x	Valid
√	x	√	Valid
X	√	√	Valid

Uji kesamaan dua rata-rata dan uji kesamaan dua variansi merupakan statistik parametrik sehingga membutuhkan asumsi **normalitas dan homoskedastisitas (kesamaan variansi) yang harus dipenuhi** agar hasil uji tersebut valid, sedangkan uji kecocokan model simulasi (*chi square test*) **tidak membutuhkan asumsi normalitas maupun homoskedastisitas**. Oleh karena itu, uji kesamaan dua rata-rata dan uji kesamaan dua variansi sama-sama harus memiliki hasil  $H_0$  diterima agar dapat menyatakan model valid. Sedangkan uji *chi square* hanya perlu melihat hasil  $\chi^2$  hitung dengan  $\chi^2$  tabel agar dapat menyatakan sebuah model valid atau tidak. Sehingga diambil kesimpulan apabila **asumsi normalitas dan homoskedastisitas tidak terpenuhi**, maka masih bisa melakukan uji menggunakan statistik non parametrik seperti *chi square test* untuk menyatakan model tersebut valid atau tidak. (Sugiyono, 2010).

### 2.2.14 Powersim

Powersim merupakan suatu *software* untuk simulasi Sistem Dinamis (SD) dengan mengkonstruksi diagram *stock* dan *flow*. Powersim memanfaatkan *Object Oriented Language* untuk memvisualisasikan 5 *basics elements*, meliputi variabel *stock* dan *flow*, *information flow*, *material flow*, dan *time delay* (Darmawan, 2022). Terdapat dua pendekatan dalam penyusunan model, diantaranya:

- a. Hubungan sebab akibat, hubungan tersebut diubah ke bentuk variabel ataupun parameter yang sesuai dengan sistem dinamis tersebut
- b. Konservasi (neraca) bahan merupakan bahan tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan. Hal tersebut dapat terjadi pada perubahan bersifat fisik, biologis, maupun kimiawi.



Gambar 2. 19 Powersim

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Subjek Penelitian**

Subjek dalam penelitian ini adalah semua unsur yang berkaitan pada produksi *Line 9 Factory C* PT. Nesia Pan Pacific Clothing. Semua unsur tersebut yaitu *supervisor*, *technical*, dan pegawai departemen *Industrial Engineering*.

#### **3.2 Objek Penelitian**

Penelitian dilakukan di PT Nesia Pan Pacific Clothing yang berada di Jl. Ngadirojo - Ponorogo, Ketonggo, Jl. Nesia ketonggo, RT.01/RW.02, Dusun Ketonggo, Kerjo Lor, Kec. Ngadirojo, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. Studi kasus yang diambil yaitu produksi *Line 9 Factory C* pada bulan Oktober – Desember 2023.

#### **3.3 Pengumpulan Data**

Jenis data penelitian yang digunakan pada penelitian itu meliputi data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang pertama kali dikumpulkan melalui pengalaman atau bukti pribadi, terutama dalam konteks penelitian. Ini juga disebut sebagai data mentah atau informasi tangan pertama. Data sekunder merupakan data yang dapat diakses dan berhubungan dari sumber sebelumnya, seperti dokumen penting, situs web, buku, skripsi, dan jurnal tentang topik penelitian. Sumber data ini tidak secara langsung memberikan data kepada pengumpul data, seperti melalui dokumen atau orang lain (Sugiyono, 2018).

Data primer yang didapatkan dari penelitian ini berasal dari hasil wawancara dengan *Supervisor*, *Technical*, dan *Industrial Engineering Department* dari *Line 9 Factory C* terkait permasalahan di *Line 9* dan faktor sebab akibat yang menyebabkan *defect* pada hasil produksi. Data primer juga didapatkan dari memperoleh data mentah produksi seperti *In-Line Daily Report*, *Daily Endline Sewing Report*, dan *Ramp Up* dari *Line 9 Factory C*

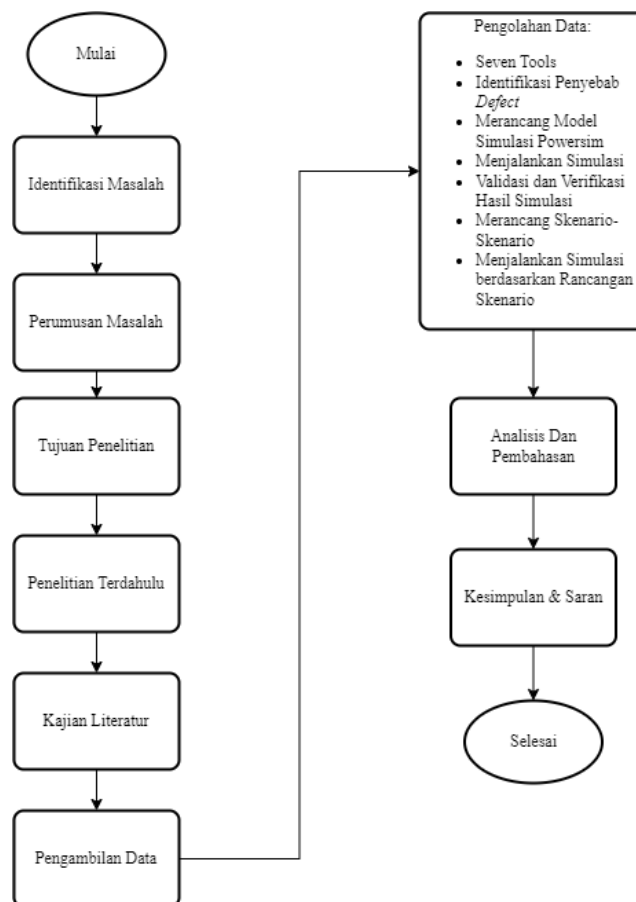
Data sekunder yang didapatkan dari asumsi berdasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Daonil, 2022), (Gaikwad et al., 2016), (Anggraini, 2017), dan (Piay, 2017) di masing-masing studi kasus industri didapatkan bahwa secara umum, *training* operator dan *supervisor* dapat mengurangi *defect* dengan 10-30%, dengan mengambil median di 15%.

### 3.4 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang dipergunakan dalam penelitian ini berupa wawancara yang dilakukan terhadap supervisor, technical di *Line 9 Factory C*, dan juga pegawai departemen Industrial Engineering Factory C. Penelitian ini menggunakan *software* Simulasi Powersim untuk menggambarkan sebab akibat faktor *defect* pada *Line 9 Factory C*.

### 3.5 Alur Penelitian

Berikut pada Gambar 3.1 merupakan alur penelitian yang dilakukan dengan pendekatan *Seven Tools* dan Simulasi:



Gambar 3. 1 Alur Penelitian Keseluruhan

Berikut merupakan penjelasan dari alur penelitian pada Gambar 3.1:

#### 1. Identifikasi Masalah

Selama pengamatan dan observasi langsung di PT. Nesia Pan Pacific Clothing, masalah diidentifikasi melalui wawancara dengan *supervisor* dan *technical*.

#### 2. Perumusan Masalah

Setelah dilakukan identifikasi masalah melalui pengamatan dan observasi langsung di PT. Nesia Pan Pacific Clothing, maka selanjutnya kita dapat merumuskan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana mengidentifikasi faktor-faktor penyebab *defect* dan bagaimana strategi yang tepat untuk menurunkan *defect rate*.

#### 3. Tujuan Penelitian

Setelah dirumuskan masalah pada penelitian ini, didapatkan tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui faktor-faktor penyebab *defect* dan mendapatkan strategi yang tepat untuk menurunkan *defect rate*.

#### 4. Batasan Penelitian

Setelah mendapatkan tujuan dari penelitian ini, kita dapat membuat pembatasan pada penelitian ini untuk memaksimalkan pencapaian dari tujuan penelitian ini dan bisa menjalankan penelitian secara terarah pada proses selanjutnya.

#### 5. Penelitian Terdahulu

Setelah melakukan pembatasan pada masalah, kita dapat melihat referensi berdasarkan topik dan metode yang sama pada penelitian yang telah ada untuk membangun pondasi yang kuat pada penelitian dan mempunyai nilai *state of arts*.

#### 6. Kajian Literatur

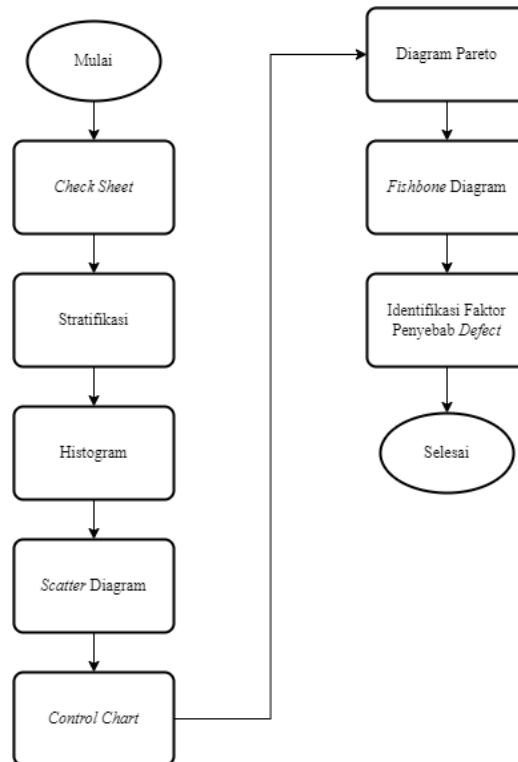
Setelah melihat penelitian terdahulu sebagai referensi daripada penelitian ini, kita dapat melakukan kajian pada literatur seperti buku dan lain-lain untuk menemukan teori-teori yang dapat mendukung penelitian ini.

#### 7. Pengambilan Data

Setelah ditetapkan metode penelitian maka selanjutnya melakukan pengumpulan data dengan menggunakan metode pengumpulan data berupa observasi dan wawancara. Observasi dilakukan dengan cara mengamati langsung ke lokasi produksi dan mengambil sebanyak-banyaknya data yang tercatat/terekap. Wawancara dilakukan dengan pihak yang berkaitan langsung dengan proses produksi seperti *Supervisor*, *Technical*, dan *Industrial Engineering Department*.

## 8. Pengolahan Data Menggunakan *Seven Tools*

Setelah dilakukan pengambilan data, maka dilakukan pengolahan data menggunakan *Seven Tools* untuk menemukan penyebab-penyebab *defect* yang terjadi pada proses produksi di *Line 9 Factory C*. Berikut pada Gambar 3.2 merupakan alur pengolahan data menggunakan *Seven Tools*:



Gambar 3. 2 Alur Penelitian *Seven Tools*

Proses pengolahan data menggunakan *Seven Tools* terdiri dari:

- *Check Sheet*  
*Check sheet* berfungsi sebagai lembar pemeriksaan dalam bentuk tabel yang berisikan terkait jumlah data produksi yang mengalami *defect*.
- Stratifikasi  
Stratifikasi berfungsi sebagai pengelompokkan *defect* dari jumlah terbesar hingga jumlah terkecil.
- Histogram  
Histogram berfungsi sebagai representasi grafis (diagram batang) dari data jumlah *defect* yang didapatkan.
- *Scatter Diagram*

*Scatter* diagram berfungsi di mana satu variabel diplot terhadap variabel plot yang lain untuk menentukan apakah ada korelasi antara dua variabel. Di penelitian ini kita menggunakan variabel produksi baik dan variabel *defect* untuk menentukan apakah terdapat korelasi diantara keduanya.

- *Control Chart*

*Control chart* atau peta kendali berfungsi sebagai grafik untuk membedakan atau memisahkan hasil dari suatu proses yang berada dalam kendali dan yang tidak.

- Diagram Pareto

Diagram pareto berfungsi metode untuk mengelola kesalahan, masalah, atau cacat untuk membantu memusatkan perhatian pada usaha penyelesaian masalah.

- *Fishbone* Diagram

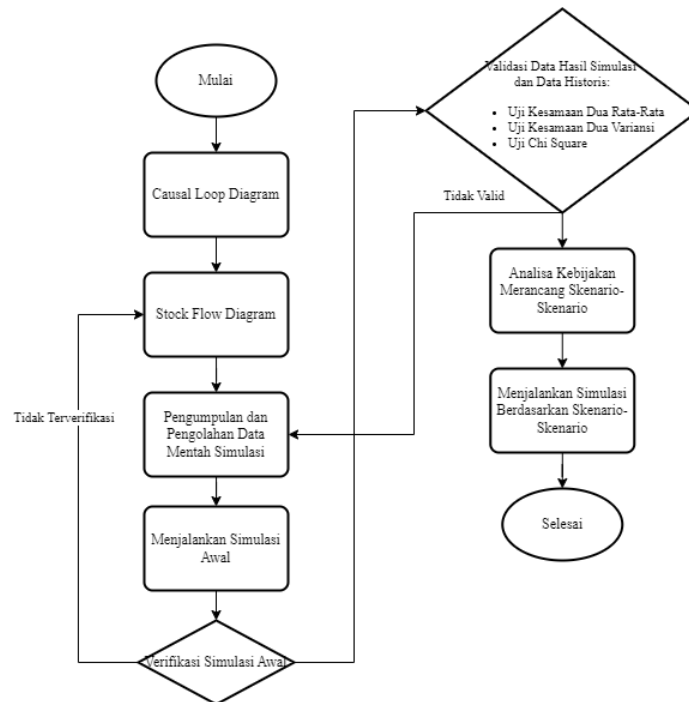
*Fishbone* diagram berfungsi sebagai alat visual untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan secara grafik menggambarkan secara detail semua penyebab yang berhubungan dengan suatu permasalahan.

- Identifikasi Faktor Penyebab *Defect*

Setelah dilakukan pengolahan data menggunakan *Seven Tools* dan melihat hasil analisis pada *fishbone* diagram, kita dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi penyebab dari *defect* dan menjadi *input* dari simulasi Sistem Dinamis menggunakan *Powersim*.

## 9. Pengolahan Data Menggunakan Powersim

Pengolahan data menggunakan powersim dilakukan dengan cara mengkonstruksikan komponen-komponen *stock*, *flow*, *feed-back loop* internal, dan *time delay*. Berikut merupakan alur pengolahan data menggunakan powersim:



Gambar 3. 3 Alur Penelitian Sistem Dinamis

Proses pengolahan data menggunakan Powersim terdiri dari:

- *Causal Loop Diagram* (CLD)

Setelah dilakukan pengolahan data, maka dilanjutkan dengan pembuatan Sistem Dinamis yang didahului dengan membuat *Causal Loop Diagram* untuk menggambarkan bagaimana variabel-variabel dalam sistem saling berkaitan dengan hubungan sebab-akibat.

- *Stock Flow Diagram* (SFD)

Setelah *Causal Loop Diagram* (CLD) dibuat, maka selanjutnya adalah membuat *Stock Flow Diagram* (SFD) yang dimana perhitungan matematis untuk variabel dilakukan berdasarkan CLD yang telah dibuat dan terdiri dari variabel *stock-flow*, *auxiliary*, dan *constant*.

- Pengumpulan dan Pengolahan Data Mentah Simulasi

Setelah dilakukan pembuatan *Stock Flow Diagram* (SFD), maka kita dapat melakukan pengumpulan data dan pengolahan data mentah untuk dimasukkan sebagai *input* pada SFD agar simulasi dapat dijalankan.

- Menjalankan Simulasi Awal

Setelah dilakukan pembuatan *Stock Flow Diagram* (SFD), maka kita dapat melakukan pengumpulan data dan pengolahan data mentah untuk dimasukkan sebagai *input* pada SFD agar simulasi dapat dijalankan.

- Verifikasi Simulasi Awal

Setelah simulasi dijalankan, maka kita dapat melihat apakah terjadi *error* pada saat menjalankan simulasi. Apabila tidak terdapat *error*, maka logika pada simulasi tersebut terverifikasi dengan benar.

- Validasi Data Hasil Simulasi dan Data Historis

Setelah data simulasi didapatkan, selanjutnya kita melakukan validasi data antara hasil simulasi dengan data historis untuk melihat apakah valid atau tidak. Validitas dilakukan dengan tiga jenis uji validitas statistik yaitu:

- Uji Kesamaan Dua Rata-Rata (Statistik Parametrik)

Uji kesamaan dua rata-rata berfungsi untuk mengetahui perbandingan kinerja sistem riil dengan model simulasi yang diterjemahkan dalam nilai jumlah rata-rata output dari dua populasi tersebut. Pada penelitian ini digunakan data historis dan data hasil simulasi yaitu *defect rate*.

- Uji Kesamaan Dua Variansi (Statistik Parametrik)

Uji kesamaan dua variansi berfungsi untuk mengetahui perbandingan kinerja sistem riil dengan model simulasi yang diterjemahkan dalam nilai variansi dari dua populasi tersebut. Pada penelitian ini digunakan data historis dan data hasil simulasi yaitu *defect rate*.

- Uji *Chi Square* (Statistik Non-Parametrik)

Uji *chi square* memiliki tujuan untuk mengevaluasi konsistensi frekuensi yang dihasilkan oleh model simulasi dengan frekuensi teoritisnya (sistem riil). Pada penelitian ini digunakan data historis dan data hasil simulasi yaitu *defect rate*.

Model dikatakan valid jika dua-dua jenis statistik lulus atau salah satu jenis statistik lulus. Jika model tersebut valid maka dapat dilanjutkan pada analisa kebijakan untuk merancang skenario-skenario. Sedangkan apabila tidak valid, maka peneliti harus kembali melakukan pengumpulan data.

- Analisa Kebijakan Merancang Skenario-Skenario

Setelah dilakukan validasi data dan valid, maka dapat dilanjutkan dengan analisa kebijakan untuk merancang skenario-skenario yang dapat mendapatkan hasil simulasi yang lebih baik.

- Menjalankan Simulasi Berdasarkan Skenario-Skenario

Setelah skenario-skenario berhasil dirancang, maka dijalankan simulasi berdasarkan skenario-skenario yang telah dirancang untuk menemukan skenario yang berhasil membuat hasil simulasi lebih baik.

#### 10. Analisis dan Pembahasan

Setelah didapatkan hasil skenario-skenario perbaikan, maka kita dapat melakukan analisis dan pembahasan guna menentukan skenario mana yang paling baik dalam menurunkan *defect rate*.

#### 11. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisis dan pembahasan, maka kita dapat memberikan kesimpulan dan saran terkait penelitian ini.

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

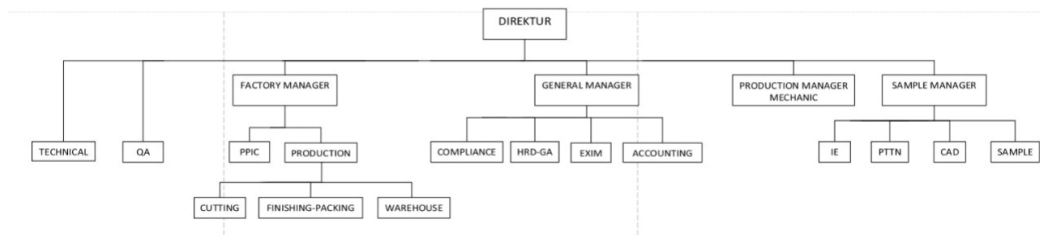
#### 4.1 Profil Perusahaan

PT. Nesia Pan Pacific Clothing (per Mei 2024 menjadi PT. TMNC Manufacturing International) merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang Industri Garmen yang berdiri pada tahun 2015 di Dusun Ketonggo, Wonogiri, Jawa Tengah. Perusahaan ini memproduksi berbagai jenis pakaian seperti jaket, kemeja, blus, celana, dan masih banyak lagi. Peralatan yang digunakan dalam proses produksi telah didukung oleh teknologi terkini seperti *automatic cutting* dan *automatic velcro*. Sebagai upaya untuk meningkatkan kompetensi karyawan, PT. Nesia Pan Pacific Clothing menyediakan fasilitas training yang meliputi *soft skill* dan *life skill training*. *Soft skill training* merupakan proses training yang berhubungan dengan rencana kerja, program peningkatan kerjasama dalam team, program untuk meningkatkan jiwa kepemimpinan karyawan, teknik dan skill dalam menjahit dan pengoperasian mesin produksi, penggunaan Ms. Office dalam bekerja, dan berbagai *training* lain yang dapat meningkatkan kompetensi pekerja. Sedangkan *Life skill training* dapat meliputi peningkatan kepercayaan diri peserta pelatihan serta motivasi yang dapat mendukung peserta dalam bekerja.



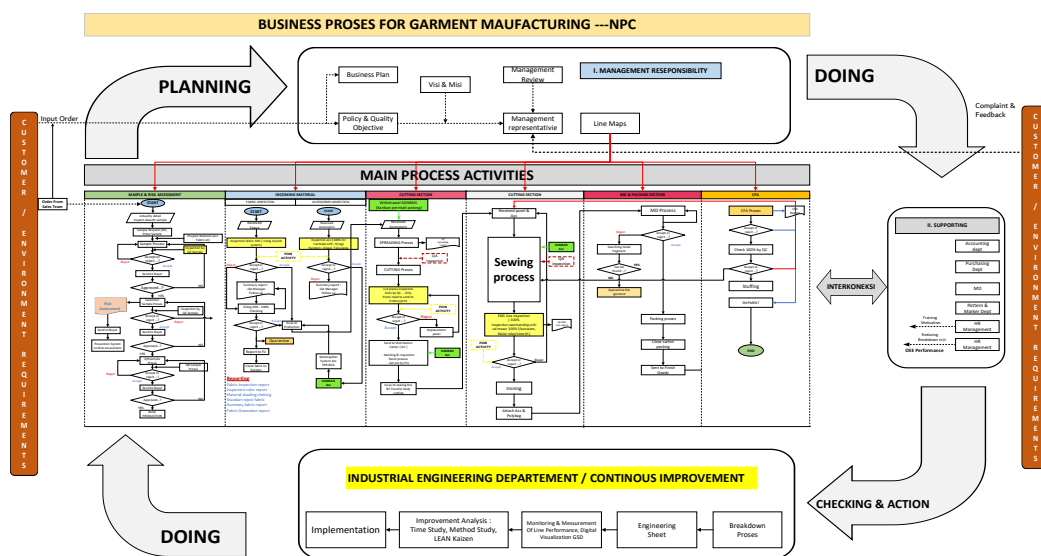
Gambar 4. 1 Logo Perusahaan

PT. Nesia Pan Pacific Clothing dipimpin oleh seorang direktur yang membawahi seorang *Technical*, *QA*, *Factory Manager*, *General Manager*, *Production Manager* *Mechanic*, dan *Sample Manager*. Berikut merupakan struktur organisasi pada PT. Nesia Pan Pacific Clothing:



Gambar 4. 2 Struktur Organisasi PT. Nesia Pan Pacific Clothing

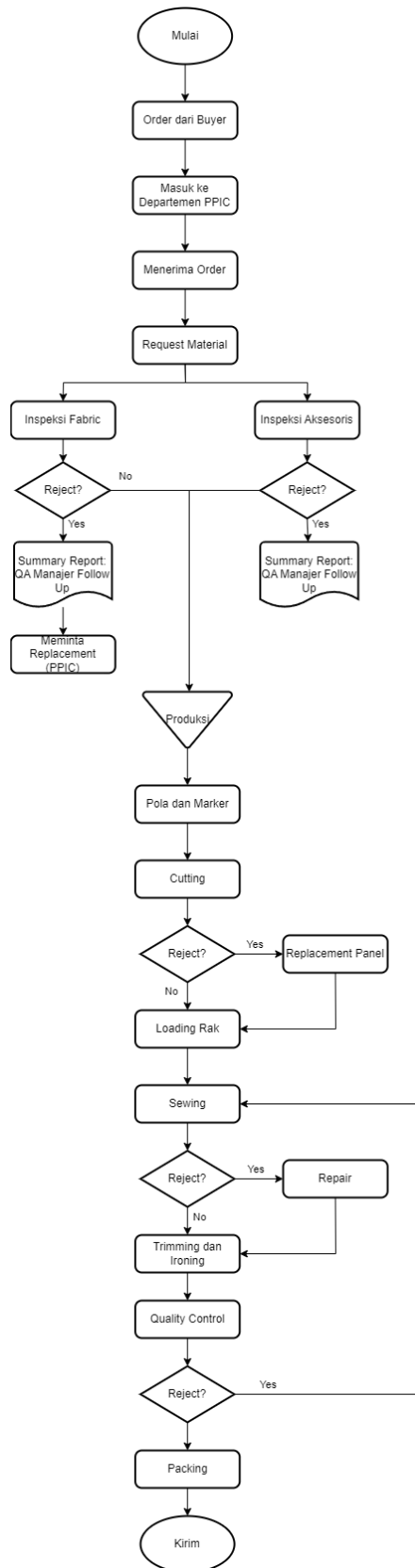
PT. Nesia Pan Pacific Clothing melakukan proses bisnisnya berdasarkan aspek PDCA (*Plan-Do-Check-Action*) yang terdiri dari beberapa *main activities* seperti pada Gambar 4.3 berikut:



Gambar 4. 3 *Business Process* PT. Nesia Pan Pacific Clothing

PT. Nesia Pan Pacific Clothing melakukan proses produksi dengan sistem *Make to Order* (MTO) dimana produksi hanya dimulai berdasarkan pesanan yang masuk. Proses produksi diawali dengan adanya *order* dari buyer yang masuk ke perusahaan yang berisi jenis produk yang dipesan, berapa kuantitas produk yang dipesan, spesifikasi produk, lama pengerjaan produk yang dipesan, alamat distribusi produk, dan sebagainya. Setelah perusahaan menerima order tersebut, maka akan dilakukan pembelian bahan baku berupa *fabric* dan sebagainya dari mitra kerja sama PT. Nesia Pan Pacific Clothing baik dari luar negeri maupun dalam negeri. Setelah bahan baku tersedia, maka selanjutnya akan dilakukan inspeksi terhadap bahan baku. *Fabric* akan diperiksa terkait *defect*, panjang aktual, dan lebar aktualnya. Apabila terdapat *defect* di dalam *fabric*, maka akan dihitung *point defect* nya. Setelah melewati inspeksi, maka *fabric* akan siap di *loading*. *Fabric* yang sudah di *loading* akan memasuki proses *cutting* dimana pada proses ini *fabric* akan dilakukan proses gelaran menjadi beberapa tumpukan layer yang

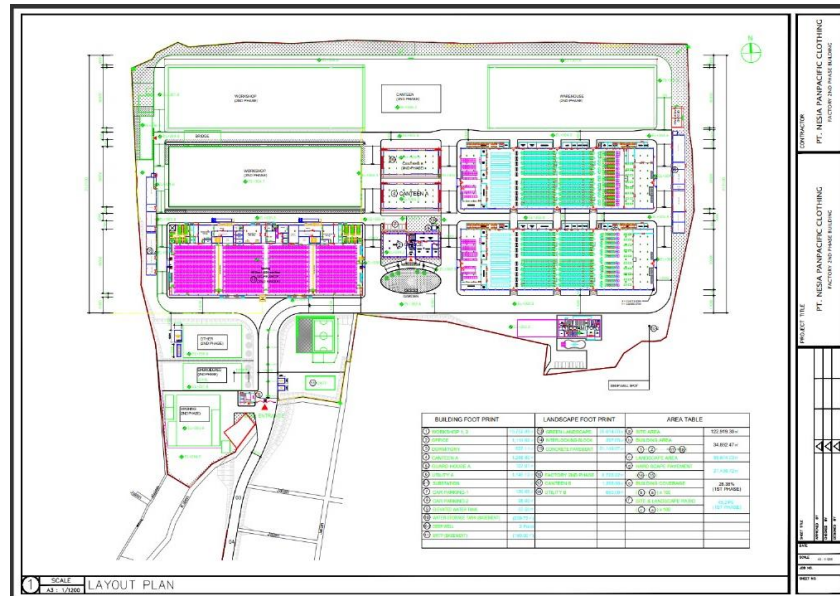
kemudian nantinya akan mempercepat pemotongan. Sebelum dilakukan pemotongan tumpukan layer tersebut dibagian atasnya akan diberikan *marker* yang sudah tergambar pola potongan. Setelah dilakukan pemotongan maka hasil potongan akan dilakukan *quality control* (QC) dengan menggunakan *pattern*. Setelah lolos dari QC maka hasil potongan akan diberikan *numbering* sesuai dengan urutan serta dengan jumlah yang sama sesuai dengan permintaan *buyer*. Proses selanjutnya dilakukan di departemen *sewing* atau proses penjahitan, dalam proses ini terdapat dua bagian yang berbeda yaitu bagian jahit bagian utama dan jahit bagian komponen. Proses akhir di departemen *sewing* adalah *quality control* (QC) dimana hasil jahitan akan disek mengenai *defect product* kemudian hasil QC akan dilaporkan pada *qualified manufacturing engine system* (QMES). Dimana dalam layar monitor QME tertera jumlah *defect product*, jumlah *work in process* (WIP), dan target 30 menit serta target hariannya. Setelah produk telah jadi maka akan dilakukan proses *trimming* dan *ironing*. Sebelum produk di *packing* produk harus melewati mesin *metal detector* yang berfungsi memastikan barang terbebas dari benda-benda *metal* yang terbawa. Pada proses terakhir yaitu proses *packing*, yang mana barang akan dimasukkan kedalam wadah dan akan melewati proses QC *finishing* sebelum barang dikirimkan ke *buyer*. Berikut merupakan alur proses produksi pada Gambar 4.4:



Gambar 4. 4 Alur Produksi PT. Nesia Pan Pacific Clothing

PT. Nesia Pan Pacific Clothing Wonogiri memiliki 3 *Factory* produksi yakni *Factory A*,

*Factory B*, dan *Factory C* serta terdapat juga area penunjang seperti kantor, tempat istirahat, mushola, lapangan olahraga dan pos satpam. Berikut pada Gambar 4.5 merupakan *layout* dari PT. Nesia Pan Pacific Clothing:



Gambar 4. 5 *Layout* PT. Nesia Pan Pacific Clothing

PT. Nesia Pan Pacific Clothing menggunakan tipe tata letak berdasarkan fungsi atau macam proses. Tata letak berdasarkan fungsi atau macam prosesnya ini merupakan tata letak dimana semua mesin dan peralatan yang mempunyai ciri-ciri operasi yang sama akan dikelompokkan bersama sesuai dengan proses atau fungsi kerjanya. Tipe tata letak ini memiliki keuntungan yaitu aktivitas supervise menjadi lebih baik dan efisien serta fleksibilitas tenaga kerja dan fasilitas produksi besar dan sanggup mengerjakan berbagai macam jenis dan besar model produk.

#### 4.2 Visi dan Misi Perusahaan

Visi dan misi memiliki kedudukan yang penting atau bagi suatu perusahaan sebagai bagian dari perencanaan strategi mengenai gambaran masa depan yang diidamkan. Setiap perusahaan memiliki visi dan misi yang berbeda-beda sesuai tujuan yang ingin di capai oleh perusahaan tersebut. PT Nesia Pan-Pacific Clothing memiliki visi dan misi sebagai berikut:

##### 1. Vision

Global Leading Company With Manufacturing Excellence

##### 2. Mission

Beautiful Apparels, Inspiring Dreams, A Proud Company We Make It Together

### 3. Core Values

Talent, Trustworthiness, Innovative Growth

## 4.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu pengendalian kualitas menggunakan *Seven Tools* dan sistem dinamis menggunakan *software* Powersim.

### 4.3.1 *Seven Tools*

Terdapat tujuh alat pengendalian kualitas menggunakan *Seven Tools*, yaitu *Check Sheet*, Stratifikasi, *Histogram*, *Scatter Diagram*, *Control Chart*, Diagram Pareto, dan *Fishbone Diagram*.

#### 4.3.1.1 Check Sheet

Lembar pemeriksaan *check sheet* digunakan pada saat melakukan pemeriksaan pada produk cacat. Berikut merupakan jenis cacat produksi pada *Line 9* pada Tabel 4.1:

Tabel 4. 1 *Defect Clasification List*

No	Jenis Defect	Kode (SW)	Deskripsi
1	<i>Poor Shape</i>	22	Bentuk tidak bagus
2	<i>Open Seam</i>	5	Stich-an Terbuka/Jahitan Meleset
3	<i>Broken Stitch</i>	1	Jahitan terputus/tidak nyambung
4	<i>Univen</i>	15	Bentuk jahitan tidak bagus
5	<i>Hi-Lo</i>	20	Pemasangan bagian produk yang tidak presisi antara kiri dan kanan (Tinggi Rendah)
6	<i>Trimming</i>	10	Benang berlebihan pada sisa jahitan dari produk yang tidak di potong oleh operator
7	<i>Needle Hole/Hole</i>	52	Lubang pada kain
8	<i>Tension</i>	51	Jahitan kendur atau tidak terjahit dengan sempurna
9	<i>Skip Stitch</i>	3	Jahitan loncat
10	<i>Exposed Stitch</i>	48	Jahitan bantu kelihatan
11	<i>Material Defect</i>	58(1)	Akibat material
12	<i>Pleated</i>	46	Terlipat
13	<i>Twisted</i>	14	Melintir
14	<i>Dirty</i>	58(2)	Kotor Oli (Hitam)
15	<i>Puckering</i>	4	Kerut
16	<i>Stain/oil</i>	58(3)	Kotor Minyak
17	<i>Chalk Mark</i>	7	Kotor Kapur
18	<i>Shadding</i>	6	Warna Belang
19	<i>Snaging</i>	25	Tarikan atau robeknya kain akibat terjeratnya serat dengan benda luar

Berikut merupakan data pemeriksaan produk cacat proses produksi Target Style RWG2PW/PRK55X periode 16 November hingga 28 Desember 2023 pada PT. Nesia Pan Pacific Clothing *Factory C Line 9* menggunakan lembar pemeriksaan *check sheet* yang telah di catat oleh petugas QC *Endline Sewing* pada Tabel 4.2:

Tabel 4. 2 *Check Sheet Line 9 Factory C Style RWG2PW/PRK55X*

<i>Date</i>	<i>Defect (Kode SW)</i>																		
	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>52</b>	<b>46</b>	<b>3</b>	<b>48</b>	<b>58(3)</b>	<b>58(2)</b>	<b>52</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>51</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>15</b>	<b>58(1)</b>	<b>7</b>	<b>10</b>
16/11/2023	10	13	2	5	4	4	5	2	5	10	-	-	8	1	11	11	4	-	4
17/11/2023	11	14	3	7	5	5	5	1	4	9	-	-	6	3	13	10	5	-	6
20/11/2023	12	14	4	9	3	4	4	2	4	10	1	-	6	6	11	10	4	-	8
11/21 Tue	9	12	3	8	4	5	4	2	4	6	-	-	4	4	11	9	5	-	10
11/22 Wed	16	14	3	9	4	6	4	3	5	11	-	1	4	3	10	12	4	-	6
11/23 Thu	12	13	3	5	5	6	5	2	7	10	-	-	6	6	9	7	5	-	6

<i>Date</i>	<i>Defect (Kode SW)</i>																		
	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>52</b>	<b>46</b>	<b>3</b>	<b>48</b>	<b>58(3)</b>	<b>58(2)</b>	<b>52</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>51</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>15</b>	<b>58(1)</b>	<b>7</b>	<b>10</b>
11/24 Fri	11	13	2	5	3	2	3	5	5	8	-	1	5	4	11	11	3	3	8
11/27 Mon	13	11	5	5	5	3	5	2	4	10	-	-	5	5	12	11	5	1	3
11/28 Tue	12	13	4	6	4	2	5	4	4	9	-	-	6	2	12	11	5	1	4
11/29 Wed	13	12	7	6	5	2	6	3	5	10	-	-	9	6	12	9	6	-	7
11/30 Thu	11	14	3	5	4	3	4	3	3	9	-	-	7	5	10	12	4	-	11
12/01 Fri	10	10	7	5	3	4	4	3	1	9	-	-	4	6	14	8	4	1	7
12/04 Mon	10	12	5	8	5	5	4	4	5	8	-	-	7	7	13	7	4	1	6

<i>Date</i>	<i>Defect (Kode SW)</i>																		
	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>52</b>	<b>46</b>	<b>3</b>	<b>48</b>	<b>58(3)</b>	<b>58(2)</b>	<b>52</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>51</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>15</b>	<b>58(1)</b>	<b>7</b>	<b>10</b>
12/05 Tue	7	16	6	4	5	5	5	6	4	11	-	-	9	6	12	11	5	1	7
12/06 Wed	13	12	4	3	6	5	6	3	4	10	-	-	8	6	14	10	7	1	7
12/07 Thu	13	8	3	6	6	7	6	6	7	8	-	-	5	4	12	9	6	1	5
12/08 Fri	11	12	3	7	5	7	4	5	2	7	-	-	4	6	12	12	5	2	8
12/11 Mon	8	11	8	5	5	6	5	5	5	11	-	-	5	6	11	13	5	2	7
12/12 Tue	13	11	3	7	6	6	6	3	3	9	-	1	7	4	12	13	6	2	6
12/13 Wed	10	11	3	11	5	4	6	5	4	10	-	-	5	7	13	12	6	1	6

<i>Date</i>	<i>Defect (Kode SW)</i>																		
	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>52</b>	<b>46</b>	<b>3</b>	<b>48</b>	<b>58(3)</b>	<b>58(2)</b>	<b>52</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>51</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>15</b>	<b>58(1)</b>	<b>7</b>	<b>10</b>
12/14 Thu	13	12	3	7	6	4	5	4	2	10	-	-	7	6	13	12	5	-	8
12/15 Fri	12	12	3	7	6	8	6	4	3	9	-	-	5	4	14	13	6	1	5
12/18 Mon	11	11	3	9	6	5	6	4	2	10	-	-	5	4	17	11	5	2	6
12/19 Tue	10	11	1	8	3	5	4	3	5	12	-	-	5	2	19	15	3	-	9
12/20 Wed	11	11	3	3	4	7	4	3	2	8	-	-	7	2	21	17	4	1	12
12/21 Thu	12	12	3	4	5	6	4	1	2	7	-	-	6	5	19	15	4	1	8
12/22 Fri	12	12	3	6	5	5	6	2	1	10	-	-	2	4	19	14	6	-	5

<i>Date</i>	<i>Defect (Kode SW)</i>																		
	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>52</b>	<b>46</b>	<b>3</b>	<b>48</b>	<b>58(3)</b>	<b>58(2)</b>	<b>52</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>51</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>15</b>	<b>58(1)</b>	<b>7</b>	<b>10</b>
12/26 Tue	13	11	1		4	7	4	1	1	10	-	-	7	3	19	15	4	1	8
12/27 Wed	17	13		4	5	6	4	1	3	11			2	2	20	12	4	1	7
12/28 Thu	13	16	4	3	3	3	4	2		6			6	2	19	14	3	1	8
<b>Jumlah</b>	<b>349</b>	<b>367</b>	<b>105</b>	<b>177</b>	<b>139</b>	<b>147</b>	<b>143</b>	<b>94</b>	<b>106</b>	<b>278</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>172</b>	<b>131</b>	<b>415</b>	<b>346</b>	<b>142</b>	<b>25</b>	<b>208</b>

Berdasarkan pada Tabel 4.2 diatas, didapatkan 19 jenis *defect* yang terjadi pada produksi *short pants* RWG2PW/PRK55X.

#### 4.3.1.2 Stratifikasi

Dari data jenis dan jumlah *defect* pada produk *Style RWG2PW//PRK55X*, maka dapat dilakukan pengklasifikasian data menjadi kelompok sejenis yang lebih kecil sehingga terlihat lebih jelas. Stratifikasi ini didasarkan pada beberapa jenis *defect sewing*, yaitu: *Poor Shape*, *Open Seam*, *Broken Stitch*, *Univen*, *Hi-Lo*, *Trimming*, *Needle Hole/Hole*, *Tension*, *Skip Stitch*, *Exposed Stitch*, *Material Defect*, *Pleated*, *Twisted*, *Dirty*, *Puckering*, *Stain/Oil*, *Chalk Mark*, *Shadding* dan *Snagging*. Berikut merupakan pengklasifikasian jenis *defect* pada Tabel 4.3:

Tabel 4. 3 Stratifikasi *Line 9*

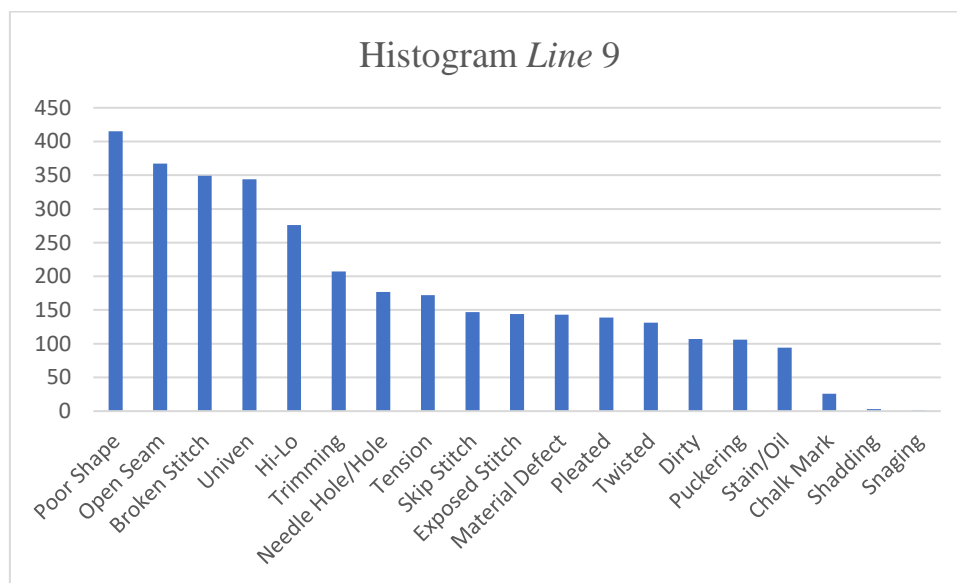
<b>No</b>	<b>Jenis Defect</b>	<b>Jumlah Defect (Unit)</b>
1	<i>Poor Shape</i>	415
2	<i>Open Seam</i>	367
3	<i>Broken Stitch</i>	349
4	<i>Univen</i>	344
5	<i>Hi-Lo</i>	276
6	<i>Trimming</i>	207
7	<i>Needle Hole/Hole</i>	177
8	<i>Tension</i>	172
9	<i>Skip Stitch</i>	147
10	<i>Exposed Stitch</i>	144
11	<i>Material Defect</i>	143
12	<i>Pleated</i>	139
13	<i>Twisted</i>	131
14	<i>Dirty</i>	107
15	<i>Puckering</i>	106
16	<i>Stain/oil</i>	94
17	<i>Chalk Mark</i>	26
18	<i>Shadding</i>	3
19	<i>Snaging</i>	1
<b>Jumlah</b>		<b>3.348</b>

Berdasarkan Tabel 4.3, dari jumlah total pemeriksaan produksi *Style*

RWG2PW//PRK55X pada periode 16 November hingga 28 Desember 2023 sebanyak 26.918 unit terdapat 3.348 unit yang dinyatakan *defect*. Dengan jumlah cacat paling banyak yaitu *Poor Shape* sebanyak 415, diikuti oleh *Open Seam* sebanyak 367 unit, *Broken Stitch* sebanyak 349, dan seterusnya.

#### 4.3.1.3 Histogram

*Histogram* adalah diagram yang digunakan untuk membantu menemukan variasi dari suatu pengukuran dan frekuensi atau menunjukkan distribusi frekuensi cacat. Berikut histogram dari 19 jenis cacat pada Gambar 4.6:

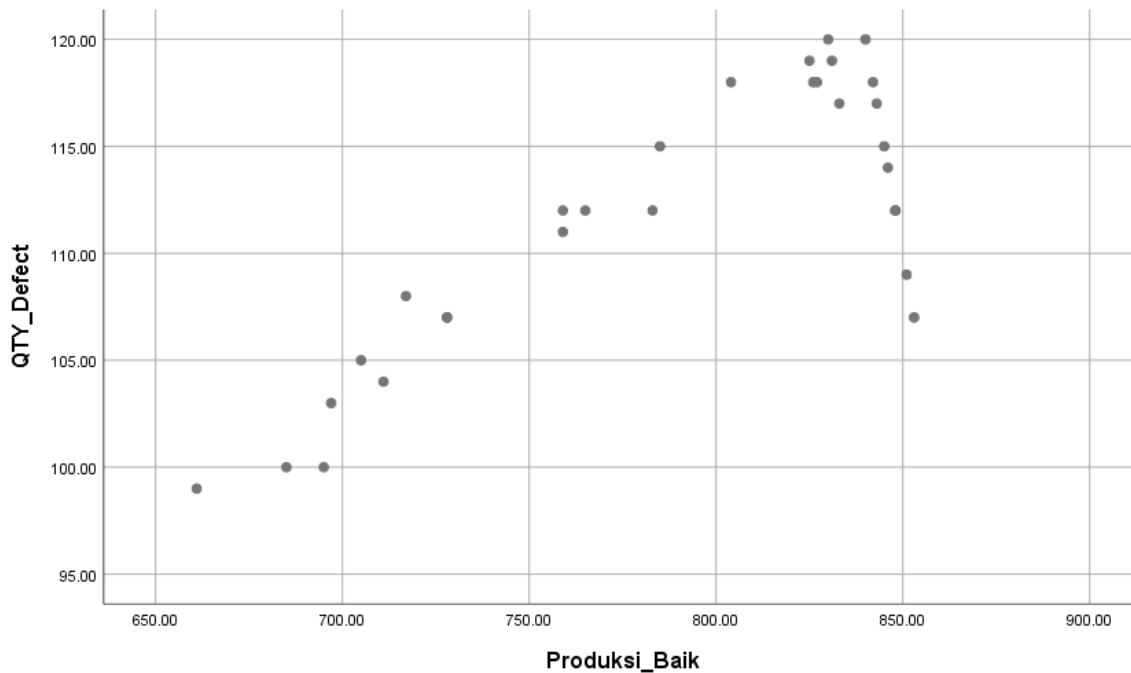


Gambar 4. 6 Histogram *Line 9*

Berdasarkan Gambar 4.6, didapatkan grafik dari *defect* terbesar yaitu *Poor Shape* sampai *defect* terkecil yaitu *Snagging*.

#### 4.3.1.4 Scatter Diagram

*Scatter* diagram merupakan diagram yang menggambarkan korelasi atau hubungan dari suatu penyebab terhadap faktor lain atau terhadap akibat atau karakteristik lain. Dengan menggunakan *scatter diagram* akan terlihat kedekatan dari dua data. Pada penelitian ini, dua data yang dicari kedekatan hubungannya yaitu antara jenis kecacatan yang satu dengan lainnya. Berikut merupakan *scatter diagram* dari data produksi *Line 9* untuk produk Target Style RWG2PW/PRK55X pada periode 16 November hingga 28 Desember 2023 menggunakan *software* SPSS pada Gambar 4.7:



Gambar 4. 7 Scatter Diagram Line 9

Berdasarkan *scatter* diagram diatas pada Gambar 4.7, dapat dikatakan bahwa derajat korelasi antara nilai hasil produksi yang baik dapat memprediksi nilai jumlah *defect* dengan korelasi nilai hasil produksi yang baik dan mencapai target menyebabkan penurunan tingkat *defect*. Sehingga bisa dikatakan terdapat pengaruh antara hasil produksi dengan jumlah *defect* sehingga dapat memengaruhi produksi itu sendiri.

#### 4.3.1.5 Control Chart

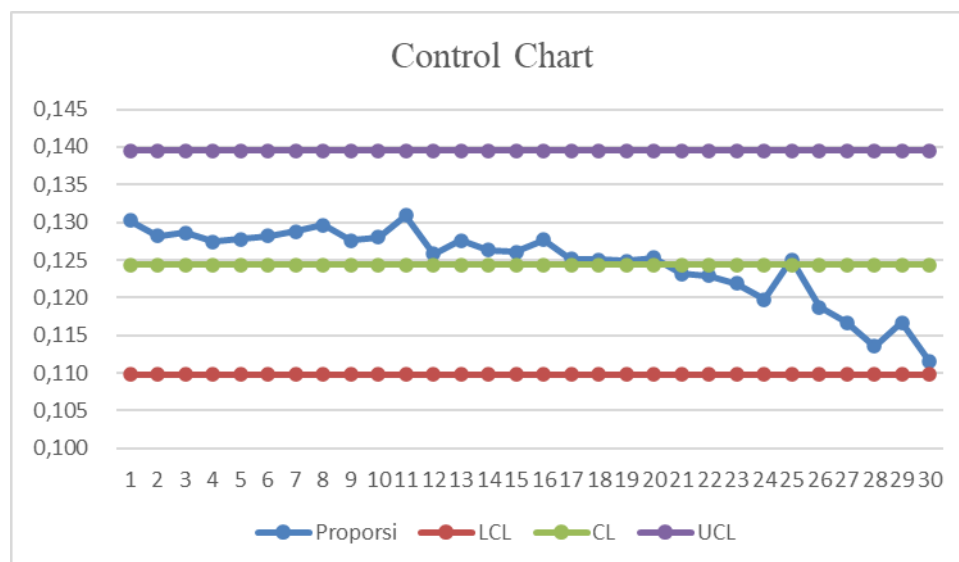
*Control chart* merupakan suatu peta yang digunakan untuk mengevaluasi suatu proses, apakah dalam keadaan terkendali atau tidak. Dalam *control chart* ini dapat mengetahui bahwa data kecacatan produk yang di hasilkan masih dalam batas yang disyaratkan atau tidak. Dalam membuat *control chat* dilakukan perhitungan batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL) berdasarkan 19 jenis kecacatan yang di bantu dengan *software MS. Excell*. Berikut merupakan *control chart* dari hasil pengolahan data pada Tabel 4.4:

Tabel 4. 4 Control Chart Line 9

Tanggal	QTY Defect	Hasil Produksi	Proporsi	LCL	CL	UCL
16/11/2023	99	760	0,130	0,10978	0,12438	0,13947
17/11/2023	107	835	0,128	0,10978	0,12438	0,13947
20/11/2023	112	871	0,129	0,10978	0,12438	0,13947
21/11/2023	100	785	0,127	0,10978	0,12438	0,13947
22/11/2023	115	900	0,128	0,10978	0,12438	0,13947
23/11/2023	107	835	0,128	0,10978	0,12438	0,13947

Tanggal	QTY Defect	Hasil Produksi	Proporsi	LCL	CL	UCL
24/11/2023	103	800	0,129	0,10978	0,12438	0,13947
27/11/2023	105	810	0,130	0,10978	0,12438	0,13947
28/11/2023	104	815	0,128	0,10978	0,12438	0,13947
29/11/2023	118	922	0,128	0,10978	0,12438	0,13947
30/11/2023	108	825	0,131	0,10978	0,12438	0,13947
01/12/2023	100	795	0,126	0,10978	0,12438	0,13947
04/11/2023	111	870	0,128	0,10978	0,12438	0,13947
05/11/2023	120	950	0,126	0,10978	0,12438	0,13947
06/11/2023	119	944	0,126	0,10978	0,12438	0,13947
07/11/2023	112	877	0,128	0,10978	0,12438	0,13947
08/11/2023	112	895	0,125	0,10978	0,12438	0,13947
11/12/2023	118	944	0,125	0,10978	0,12438	0,13947
12/12/2023	118	945	0,125	0,10978	0,12438	0,13947
13/12/2023	119	950	0,125	0,10978	0,12438	0,13947
14/12/2023	117	950	0,123	0,10978	0,12438	0,13947
15/12/2023	118	960	0,123	0,10978	0,12438	0,13947
18/12/2023	117	960	0,122	0,10978	0,12438	0,13947
19/12/2023	115	960	0,120	0,10978	0,12438	0,13947
20/12/2023	120	960	0,125	0,10978	0,12438	0,13947
21/12/2023	114	960	0,119	0,10978	0,12438	0,13947
22/12/2023	112	960	0,117	0,10978	0,12438	0,13947
26/12/2023	109	960	0,114	0,10978	0,12438	0,13947
27/12/2023	112	960	0,117	0,10978	0,12438	0,13947
28/12/2023	107	960	0,111	0,10978	0,12438	0,13947
<b>Jumlah</b>	<b>19536</b>	<b>2589</b>				

Berdasarkan perhitungan diatas, dapat dibuat grafik dibawah ini:



Gambar 4. 8 Hasil *Control Chart Line 9*

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.8, tidak ditemukan data yang berada diluar batas kontrol

sehingga data tersebut berada dalam batas kendali. Akan tetapi, terlihat pada grafik Gambar 4.8 menunjukkan bahwa terjadi penurunan proporsi yang tajam (*outlier*) dikarenakan memasuki tahun baru yang mana diakibatkan oleh tingkat produksi yang semakin stabil dan terjadinya penurunan operator yang bekerja dikarenakan adanya Cuti Natal dan Tahun Baru 2023.

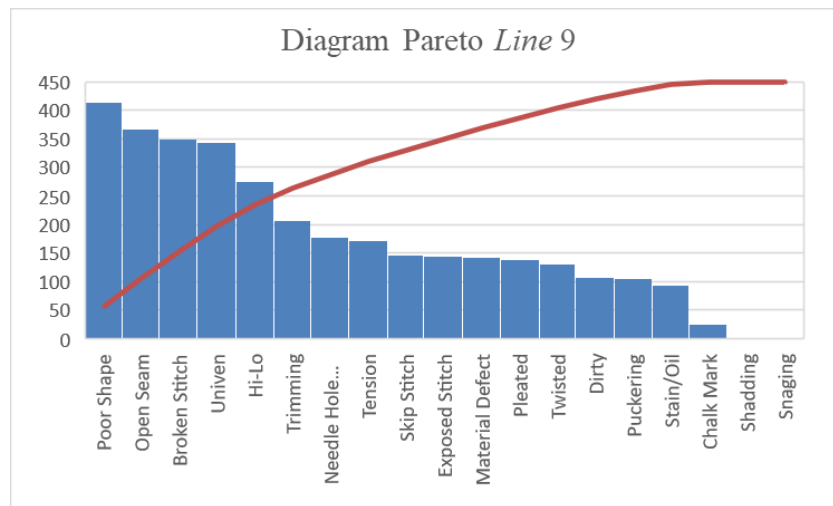
#### 4.3.1.6 Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan diagram yang dapat digunakan untuk menganalisis faktor yang paling dominan atau besar dari beberapa faktor yang ada. Pada penelitian ini diagram pareto digunakan untuk mengetahui jenis kecacatan yang paling dominan sehingga dapat menentukan prioritas perbaikan menggunakan *fishbone*. Data yang digunakan untuk membuat diagram pareto adalah data kecacatan Target Style RWG2PW/PRK55X pada periode 16 November hingga 28 Desember 2023 pada Tabel 4.5:

Tabel 4. 5 Diagram Pareto *Line 9*

No	Jenis Defect	Jumlah Defect (Unit)	Frekuensi Kolulatif	Persentase Frekuensi	Frekuensi Kumulatif
1	<i>Poor Shape</i>	415	0,1240	12,40%	12,40%
2	<i>Open Seam</i>	367	0,1096	10,96%	23,36%
3	<i>Broken Stitch</i>	349	0,1042	10,42%	33,78%
4	<i>Univen</i>	344	0,1027	10,27%	44,06%
5	<i>Hi-Lo</i>	276	0,0824	8,24%	52,30%
6	<i>Trimming</i>	207	0,0618	6,18%	58,48%
7	<i>Needle Hole/Hole</i>	177	0,0529	5,29%	63,77%
8	<i>Tension</i>	172	0,0514	5,14%	68,91%
9	<i>Skip Stitch</i>	147	0,0439	4,39%	73,30%
10	<i>Exposed Stitch</i>	144	0,0430	4,30%	77,60%
11	<i>Material Defect</i>	143	0,0427	4,27%	81,87%
12	<i>Pleated</i>	139	0,0415	4,15%	86,02%
13	<i>Twisted</i>	131	0,0391	3,91%	89,93%
14	<i>Dirty</i>	107	0,0320	3,20%	93,13%
15	<i>Puckering</i>	106	0,0317	3,17%	96,30%
16	<i>Stain/oil</i>	94	0,0281	2,81%	99,10%
17	<i>Chalk Mark</i>	26	0,0078	0,78%	99,88%
18	<i>Shadding</i>	3	0,0009	0,09%	99,97%
19	<i>Snaging</i>	1	0,0003	0,03%	100,00%
	<b>Jumlah</b>	<b>2.589</b>	<b>1,0000</b>	<b>100%</b>	

Dari perhitungan diatas pada Tabel 4.5, dapat dibuat diagram pareto dibawah ini:






Gambar 4. 9 Diagram Pareto *Line 9*

Berdasarkan diagram pareto pada Gambar 4.9, didapatkan bahwa jenis cacat yang paling dominan merupakan *Poor Shape* diikuti dengan *Open Seam*, *Broken Stitch*, *Univen*, *Hi-Lo*, dan seterusnya. Dengan menggunakan hukum 80/20, dapat dikatakan bahwa prioritas masalah *defect* yang akan diselesaikan yaitu pada jenis *Poor Shape* sampai pada *Exposed Stitch*. Akan tetapi, dalam rangka mencapai *defect rate* sesuai dengan target yang ditetapkan oleh *Inline QC* yaitu  $\pm 10\%$  dari jumlah produksi, maka yang akan menjadi fokus minimasi adalah 3 *defect* terbesar yaitu *Poor Shape*, *Open Seam*, dan *Broken Stitch*.

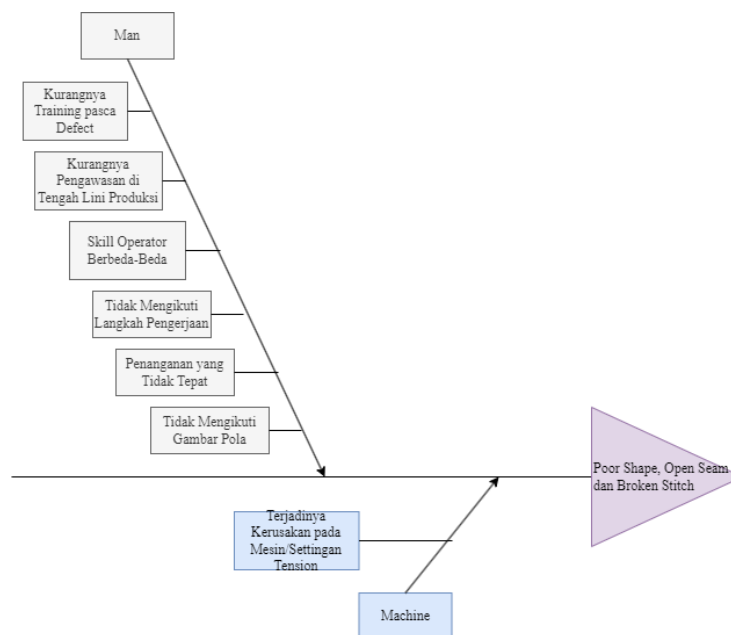
#### 4.3.1.7 Fishbone Diagram

*Fishbone Diagram* digunakan untuk menganalisis penyebab-penyebab dari masalah utama yang terjadi. Dalam penelitian kali ini, akan dianalisis penyebab terjadinya 3 jenis *defect* terbesar yaitu *Poor Shape*, *Open Seam*, dan *Broken Stitch* berdasarkan 5 faktor yaitu mesin, manusia, lingkungan, metode, dan material:

Tabel 4. 6 Contoh Gambar *Defect*

<i>Defect</i>	<b>Gambar</b>
<i>Poor Shape</i>	
<i>Open Seam</i>	
<i>Broken Stitch</i>	

Berikut merupakan diagram *fishbone* untuk *Poor Shape*, *Open Seam*, dan *Broken Stitch* pada Gambar 4.10:

Gambar 4. 10 *Fishbone* 3 *Defect* Terbesar *Line* 9

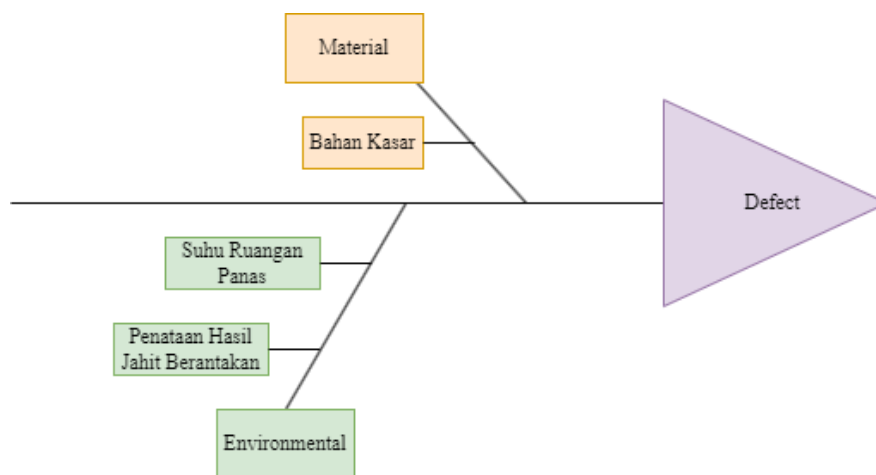
Berikut merupakan aspek penjelasan dari tiga faktor *fishbone* diagram diatas pada Tabel 4.7:

Tabel 4. 7 Aspek Penjelasan *Fishbone 3 Defect* Terbesar *Line 9*

<b>Defect</b>	<b>Faktor</b>	<b>Faktor Penyebab</b>	<b>Penjelasan</b>
<i>Poor Shape, Open Seam, dan Broken Stitch</i>	<i>Man</i>	Skill operator berbeda-beda	Skill operator berbeda-beda disebabkan karena perbedaan pemahaman para operator dalam mengoperasikan mesin atau mengerjakan langkah-langkah produksi
		Kurangnya <i>training</i> pasca <i>defect</i>	Kurangnya <i>training</i> pasca <i>defect</i> disebabkan oleh hanya diterapkan cara pemberitahuan oleh supervisor dan <i>inline QC</i> tanpa diintegrasikan peningkatan skill para operator lebih lanjut
		Kurangnya Pengawasan di Tengah Lini Produksi	Kurangnya pengawasan di tengah lini produksi disebabkan oleh proses produksi yang cepat tidak dibarengi dengan banyaknya pengawas (petugas <i>Inline QC</i> ) yang bertugas
		Penanganan Tidak Tepat	Penanganan tidak tepat disebabkan oleh operator yang melakukan pengerjaan sesuai dengan kemauan sendiri sehingga dapat melakukan salah penanganan pada bahan baku yang akan diproduksi, dan kurangnya pengawasan terkait proses produksi
		Tidak Mengikuti Pola	Tidak mengikuti pola disebabkan oleh operator yang tidak mengikuti pola yang telah diberikan/diinstruksikan oleh departemen <i>cutting</i> dan kurangnya pengawasan terkait proses produksi
Tidak Mengikuti Langkah Pengerjaan	Tidak mengikuti langkah pengerjaan disebabkan oleh		

<i>Defect</i>	<b>Faktor</b>	<b>Faktor Penyebab</b>	<b>Penjelasan</b>
			operator yang tidak melakukan pekerjaan sesuai instruksi/langkah pengerjaan dalam hal produksi sehingga bekerja dengan caranya sendiri dan kurangnya pengawasan terkait proses produksi
	<i>Machine</i>	Terjadinya kerusakan pada mesin/settingan <i>tension</i>	Kerusakan secara tiba-tiba pada mesin/settingan <i>tension</i> dapat menyebabkan <i>defect</i> pada produk. Hal ini juga bisa diperparah dengan kurang cepat tanggap operator dalam meminta bantuan para mekanik untuk memperbaiki mesin

Terdapat juga beberapa faktor yang tidak menjadi *input* pada simulasi dan menyebabkan *defect* secara umum, namun bisa menjadi patokan untuk perusahaan dalam melakukan *improvement*, yaitu pada Gambar 4.11:



Gambar 4. 11 *Fishbone Defect Line 9 Umum*

Berikut merupakan aspek penjelasan dari dua faktor *fishbone* diagram diatas pada Tabel 4.8:

Tabel 4. 8 Aspek Penjelasan *Fishbone Defect Line 9* Umum

<b>Faktor</b>	<b>Faktor Penyebab</b>	<b>Penjelasan</b>
<i>Material</i>	Bahan Kasar	Bahan yang kasar membuat <i>settingan</i> mesin harus diubah demi bisa menjahit bahan tersebut
<i>Environmental</i>	Suhu Ruangan Panas	Suhu ruangan panas dikarenakan jarak lampu terlalu dekat dan masih memakai lampu TL
	Penataan Hasil Jahit Berantakan	Hasil jahit berantakan dikarenakan tidak tertata dan banyak sisa jahitan yang bertebaran di meja maupun dibawah meja

#### 4.3.2 Powersim (Model Awal)

Dalam simulasi, tahap desain model awal dilakukan untuk membuat model yang sesuai dengan sistem nyata dan dapat merepresentasikan sistem nyata dengan baik. Tujuan dari model simulasi ini adalah untuk mengetahui sistem produksi pada *Line 9 Factory C*. Di bawah ini adalah tahap desain model awal:

##### 4.3.2.1 Boundary Diagram

*Model Boundary Diagram* adalah penjelasan terkait batasan model yang digunakan, model batas diagram akan mengkategorikan variabel menjadi faktor-faktor seperti *endogenous*, *exogenous*, dan *excluded*. (Boateng et al., 2012). Faktor *endogenous* adalah faktor utama yang digunakan dalam model dan dirancang pada tahap simulasi. Faktor *exogenous* adalah faktor yang mempengaruhi model, tetapi dianggap tidak dipengaruhi oleh variabel lain. Dan faktor *excluded* adalah faktor yang tidak termasuk dalam formulasi pada variabel dikarenakan keterbatasan data tentang hubungan antara masalah yang diteliti. (Boateng et al., 2012). Berikut Tabel 4.9 menunjukkan hasil klasifikasi *Model Boundary Diagram*:

Tabel 4. 9 Klasifikasi *Boundary Diagram*

<b><i>Endogenous</i></b>	<b><i>Exogenous</i></b>	<b><i>Excluded</i></b>
Proses Produksi	Jumlah Operator	Bahan Baku
<i>Defect Inline</i> BS OS	Target produksi per operator	Kelolosan 3M
<i>Defect Endline</i> BS OS	QC <i>Inline</i>	
Total Hasil Produksi	QC <i>Endline</i>	
QTY <i>Defect Inline</i> BS OS	Petugas <i>Inline</i> QC	

QTY *Defect Endline* BS  
 OS  
 QTY *Defect Lain*

---

#### 4.3.2.2 Pengumpulan Data Simulasi

Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi dan juga bersumber dari data sekunder yang didapatkan dari PT. Nesia Pan Pacific Clothing. Berikut merupakan data-data yang akan menjadi *input* pada variabel model sistem produksi *Line 9 Factory C*:

##### 4.3.2.2.1 Data Produksi

Berikut pada Tabel 4.10 terdapat data produksi *Line 9 Factory C* pada tanggal 16 November hingga 28 Desember 2023:

Tabel 4. 10 Data Produksi *Line 9*

Tanggal	Hasil Produksi
16/11/2023	760
17/11/2023	835
20/11/2023	871
21/11/2023	785
22/11/2023	900
23/11/2023	835
24/11/2023	800
27/11/2023	810
28/11/2023	815
29/11/2023	922
30/11/2023	825
01/12/2023	795
04/11/2023	870
05/11/2023	950
06/11/2023	944
07/11/2023	877
08/11/2023	895
11/12/2023	944
12/12/2023	945
13/12/2023	950
14/12/2023	950
15/12/2023	960
18/12/2023	960
19/12/2023	960
20/12/2023	960
21/12/2023	960
22/12/2023	960
26/12/2023	960
27/12/2023	960

Tanggal	Hasil Produksi
28/12/2023	960
<b>Jumlah</b>	<b>2589</b>

Bisa dilihat pada tabel diatas bahwa pada akhir periode hasil produksi cenderung stabil dan telah memenuhi target produksi.

#### 4.3.2.2.2 Data Defect Inline BS OS PS

Berikut pada Tabel 4.11 terdapat data *defect inline* BS OS PS pada *Line 9 Factory C* pada tanggal 16 November hingga 28 Desember 2023:

Tabel 4. 11 Data *Defect Inline* BS OS PS *Line 9*

Tanggal	<i>Broken Stitch</i>	<i>Open Seam</i>	<i>Poor Shape</i>	Hasil Produksi	(BS+OS+PS)/Hasil Produksi
16/11/2023	0	0	0	760	0,000%
17/11/2023	0	0	0	835	0,000%
20/11/2023	0	1	0	871	0,115%
21/11/2023	1	1	0	785	0,255%
22/11/2023	1	0	0	900	0,111%
23/11/2023	1	0	0	835	0,120%
24/11/2023	0	1	0	800	0,125%
27/11/2023	1	1	0	810	0,247%
28/11/2023	0	0	0	815	0,000%
29/11/2023	0	1	0	922	0,108%
30/11/2023	0	1	0	825	0,121%
01/12/2023	1	0	1	795	0,252%
04/11/2023	1	1	1	870	0,345%
05/11/2023	1	0	0	950	0,105%
06/11/2023	3	0	0	944	0,318%
07/11/2023	0	0	0	877	0,000%
08/11/2023	1	0	2	895	0,335%
11/12/2023	1	1	1	944	0,318%
12/12/2023	1	0	0	945	0,106%
13/12/2023	0	0	0	950	0,000%
14/12/2023	3	0	0	950	0,316%
15/12/2023	0	0	1	960	0,104%
18/12/2023	1	0	0	960	0,104%
19/12/2023	1	0	0	960	0,104%
20/12/2023	1	0	0	960	0,104%
21/12/2023	1	0	1	960	0,208%
22/12/2023	0	0	0	960	0,000%
26/12/2023	0	0	1	960	0,104%
27/12/2023	0	0	0	960	0,000%
28/12/2023	0	1	1	960	0,208%
<b>Rata-Rata</b>		<b>0,42</b>			<b>0,141%</b>

Bisa dilihat bahwa hasil pengawasan yang dilakukan oleh *Inline QC* dengan bantuan *supervisor* di 3 *defect* terbesar dapat menekan rata-rata 0,141% dari hasil produksi yang terjadi untuk lolos ke *Endline QC*.

#### 4.3.2.2.3 Data Defect Endline BS OS PS

Berikut pada Tabel 4.12 terdapat data *defect endline* BS OS PS pada *Line 9 Factory C* pada tanggal 16 November hingga 28 Desember 2023:

Tabel 4. 12 Data *Defect Endline* BS OS PS *Line 9*

Tanggal	<i>Broken Stitch</i>	<i>Open Seam</i>	<i>Poor Shape</i>	Hasil Produksi	(BS+OS+PS)/Hasil Produksi
16/11/2023	10	13	11	760	4,474%
17/11/2023	11	14	13	835	4,551%
20/11/2023	12	14	11	871	4,248%
21/11/2023	9	12	11	785	4,076%
22/11/2023	16	14	10	900	4,444%
23/11/2023	12	13	9	835	4,072%
24/11/2023	11	13	11	800	4,375%
27/11/2023	13	11	12	810	4,444%
28/11/2023	12	13	12	815	4,540%
29/11/2023	13	12	12	922	4,013%
30/11/2023	11	14	10	825	4,242%
01/12/2023	10	10	14	795	4,277%
04/11/2023	10	12	13	870	4,023%
05/11/2023	7	16	12	950	3,684%
06/11/2023	13	12	14	944	4,131%
07/11/2023	13	8	12	877	3,763%
08/11/2023	11	12	12	895	3,911%
11/12/2023	8	11	11	944	3,178%
12/12/2023	13	11	12	945	3,810%
13/12/2023	10	11	13	950	3,579%
14/12/2023	13	12	13	950	4,000%
15/12/2023	12	12	14	960	3,958%
18/12/2023	11	11	17	960	4,063%
19/12/2023	10	11	19	960	4,167%
20/12/2023	11	11	21	960	4,479%
21/12/2023	12	12	19	960	4,479%
22/12/2023	12	12	19	960	4,479%
26/12/2023	13	11	19	960	4,479%
27/12/2023	17	13	20	960	5,208%
28/12/2023	13	16	19	960	5,000%
<b>Rata-Rata</b>		<b>12,57</b>			<b>4,205%</b>

Bisa dilihat bahwa penjaringan hasil produksi *defect* yang dilakukan oleh *Endline QC* di 3 *defect* terbesar yaitu rata-rata sebesar 4,205% dari hasil produksi.

#### 4.3.2.2.4 Data Defect Endline Lain

Berikut pada Tabel 4.13 terdapat data *defect endline* lain pada *Line 9 Factory C* pada tanggal 16 November hingga 28 Desember 2023:

Tabel 4. 13 Data *Defect Endline* Lain *Line 9*

<b>Tanggal</b>	<b>Persentase <i>Broken Stitch</i></b>	<b>Persentase <i>Open Seam</i></b>	<b>Persentase <i>Poor Shape</i></b>	<b>Persentase <i>Defect Lain</i></b>
16/11/2023	1,32%	1,71%	1,45%	8,55%
17/11/2023	1,32%	1,68%	1,56%	8,26%
20/11/2023	1,38%	1,61%	1,26%	8,61%
21/11/2023	1,15%	1,53%	1,40%	8,66%
22/11/2023	1,78%	1,56%	1,11%	8,33%
23/11/2023	1,44%	1,56%	1,08%	8,74%
24/11/2023	1,38%	1,63%	1,38%	8,50%
27/11/2023	1,60%	1,36%	1,48%	8,52%
28/11/2023	1,47%	1,60%	1,47%	8,22%
29/11/2023	1,41%	1,30%	1,30%	8,79%
30/11/2023	1,33%	1,70%	1,21%	8,85%
01/12/2023	1,26%	1,26%	1,76%	8,30%
04/11/2023	1,15%	1,38%	1,49%	8,74%
05/11/2023	0,74%	1,68%	1,26%	8,95%
06/11/2023	1,38%	1,27%	1,48%	8,47%
07/11/2023	1,48%	0,91%	1,37%	9,01%
08/11/2023	1,23%	1,34%	1,34%	8,60%
11/12/2023	0,85%	1,17%	1,17%	9,32%
12/12/2023	1,38%	1,16%	1,27%	8,68%
13/12/2023	1,05%	1,16%	1,37%	8,95%
14/12/2023	1,37%	1,26%	1,37%	8,32%
15/12/2023	1,25%	1,25%	1,46%	8,33%
18/12/2023	1,15%	1,15%	1,77%	8,13%
19/12/2023	1,04%	1,15%	1,98%	7,81%
20/12/2023	1,15%	1,15%	2,19%	8,02%
21/12/2023	1,25%	1,25%	1,98%	7,40%
22/12/2023	1,25%	1,25%	1,98%	7,19%
26/12/2023	1,35%	1,15%	1,98%	6,88%
27/12/2023	1,77%	1,35%	2,08%	6,46%
28/12/2023	1,35%	1,67%	1,98%	6,15%
<b>Rata-Rata</b>				<b>8,26%</b>

Bisa dilihat bahwa penjarangan hasil produksi *defect* yang dilakukan oleh *Endline QC* di *defect* selain 3 terbesar yaitu rata-rata sebesar 8,26% dari hasil produksi.

#### 4.3.2.2.5 Target Produksi per Operator

Berikut pada Tabel 4.14 terdapat data target produksi per operator pada *Line 9 Factory C* pada tanggal 16 November hingga 28 Desember 2023:

Tabel 4. 14 Data Target Produksi per Operator *Line 9*

<b>Tanggal</b>	<b>Target Produksi</b>	<b>Jumlah Operator</b>	<b>Target Produksi/Jumlah Operator</b>
16/11/2023	928	45	20,622
17/11/2023	928	45	20,622
20/11/2023	928	45	20,622
21/11/2023	928	45	20,622
22/11/2023	928	45	20,622
23/11/2023	928	45	20,622
24/11/2023	928	46	20,174
27/11/2023	928	45	20,622
28/11/2023	928	44	21,091
29/11/2023	928	45	20,622
30/11/2023	928	45	20,622
01/12/2023	928	45	20,622
04/11/2023	944	46	20,522
05/11/2023	944	45	20,978
06/11/2023	944	45	20,978
07/11/2023	944	45	20,978
08/11/2023	944	45	20,978
11/12/2023	944	45	20,978
12/12/2023	944	45	20,978
13/12/2023	944	45	20,978
14/12/2023	944	44	21,455
15/12/2023	960	45	21,333
18/12/2023	960	45	21,333
19/12/2023	960	45	21,333
20/12/2023	960	45	21,333
21/12/2023	960	45	21,333
22/12/2023	960	45	21,333
26/12/2023	960	45	21,333
27/12/2023	960	43	22,326
28/12/2023	960	43	22,326
<b>Rata-Rata</b>	<b>942,4</b>	<b>44,867</b>	<b>21,0045</b>

Bisa dilihat bahwa target produksi yang ditetapkan per operator yaitu rata-rata sebesar 21,0045 item per operator.

#### 4.3.2.2.6 QTY Accept

Berikut pada Tabel 4.15 terdapat data produksi baik pada *Line 9 Factory C* pada tanggal 16 November hingga 28 Desember 2023:

Tabel 4. 15 Data QTY Accept *Line 9*

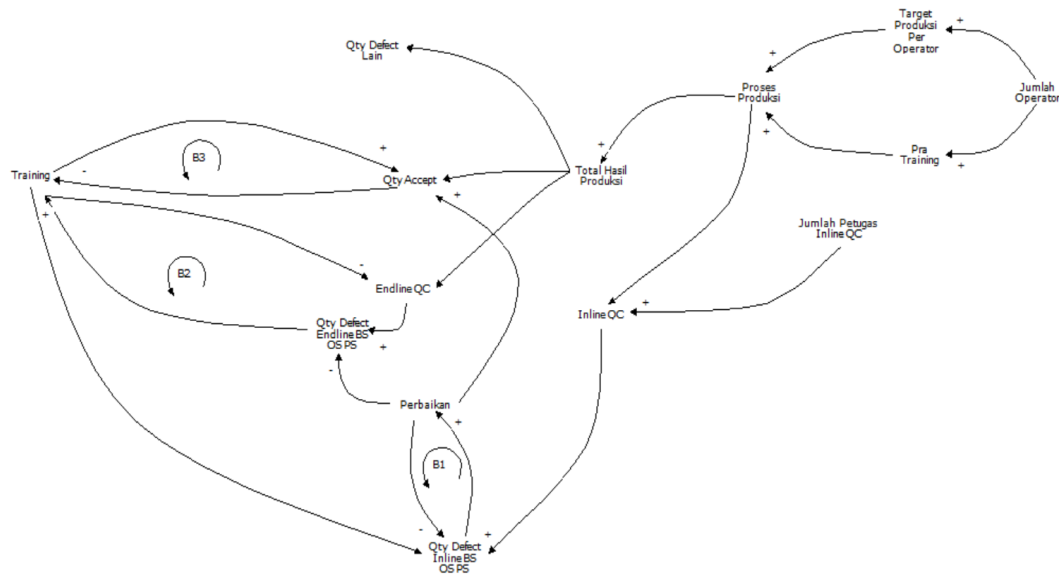
<b>Tanggal</b>	<b>Hasil Produksi Aktual</b>	<b>Total Defect</b>	<b>Total Produksi Baik</b>
16/11/2023	760	99	661
17/11/2023	835	107	728

<b>Tanggal</b>	<b>Hasil Produksi Aktual</b>	<b>Total Defect</b>	<b>Total Produksi Baik</b>
20/11/2023	871	112	759
21/11/2023	785	100	685
22/11/2023	900	115	785
23/11/2023	835	107	728
24/11/2023	800	103	697
27/11/2023	810	105	705
28/11/2023	815	104	711
29/11/2023	922	118	804
30/11/2023	825	108	717
01/12/2023	795	100	695
04/11/2023	870	111	759
05/11/2023	950	120	830
06/11/2023	944	119	825
07/11/2023	877	112	765
08/11/2023	895	112	783
11/12/2023	944	118	826
12/12/2023	945	118	827
13/12/2023	950	119	831
14/12/2023	950	117	833
15/12/2023	960	118	842
18/12/2023	960	117	843
19/12/2023	960	115	845
20/12/2023	960	120	840
21/12/2023	960	114	846
22/12/2023	960	112	848
26/12/2023	960	109	851
27/12/2023	960	112	848
28/12/2023	960	107	853
<b>Rata-Rata</b>	<b>894,27</b>	<b>111,6</b>	<b>785,67</b>

Bisa dilihat bahwa hasil produksi yang memenuhi standar yaitu rata-rata sebesar 785,67 item.

#### **4.3.2.3 Causal Loop Diagram (CLD)**

Berikut ini merupakan pembuatan *Causal Loop Diagram* menggunakan *software* Powersim 9:



Gambar 4. 12 *Causal Loop Diagram Line 9*

Berdasarkan *Causal Loop Diagram* pada Gambar 4.12, dapat dilihat bahwa terdapat hubungan pada masing-masing variabel. Hubungan tersebut digambarkan dengan tanda (+) dan (-). Relasi ditunjukkan berbanding lurus dengan tanda (+), yang berarti bahwa apabila satu variabel meningkat atau menurun, variabel lainnya juga akan meningkat atau menurun. Sebaliknya, apabila satu variabel meningkat, variabel lainnya juga akan meningkat, dan sebaliknya apabila satu variabel menurun, variabel lainnya akan meningkat.

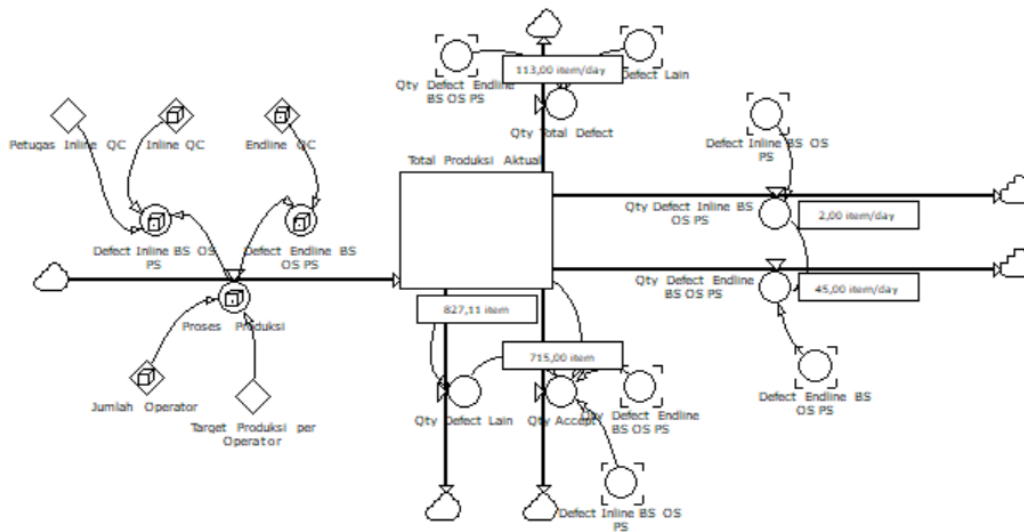
Berdasarkan gambar 4.12, terdapat 3 buah *loop balancing* yaitu B1, B2, dan B3. Pada loop B1 digambarkan QTY Defect InLine BS OS PS memiliki relasi hubungan (+) dengan perbaikan, sebab apabila jenis defect Broken Stitch, Open Seam, dan Poor Shape pada inline QC semakin banyak kuantitasnya, maka akan semakin banyak dilakukan perbaikan. Sebaliknya, perbaikan memiliki relasi hubungan (-) dengan QTY Defect InLine BS OS PS, sebab ketika perbaikan sudah dilakukan, maka kuantitas defect Broken Stitch, Open Seam, dan Poor Shape pada inline QC semakin sedikit.

Pada loop B2 digambarkan QTY Defect EnLine BS OS PS memiliki relasi hubungan (+) dengan training, sebab apabila jenis defect Broken Stitch, Open Seam, dan Poor Shape pada endline QC semakin banyak kuantitasnya, maka training akan semakin intens dilakukan. Sebaliknya, training memiliki relasi hubungan (-) dengan QTY Defect EnLine BS OS PS, sebab ketika sudah banyak produk yang dihasilkan memenuhi standar, maka training tidak perlu dilakukan secara intens.

Pada loop B3 digambarkan *training* memiliki relasi hubungan (+) dengan QTY *Accept*, sebab apabila *training* semakin intens dilakukan, maka akan semakin banyak kuantitas hasil produksi yang memenuhi standar. Sebaliknya, QTY *Accept* memiliki relasi hubungan (-) dengan *training*, sebab ketika sudah banyak produk yang dihasilkan memenuhi standar, maka *training* tidak perlu dilakukan secara intens.

**4.3.2.4 Stock Flow Diagram (SFD)**

Pada Gambar 4.13 dapat ditunjukkan hasil pembuatan *Stock Flow Diagram* menggunakan *software Powersim 9*:



Gambar 4. 13 *Stock Flow Diagram Line 9*

Berikut pada tabel 4.16 merupakan variabel yang digunakan untuk menyusun model:

Tabel 4. 16 Variabel *Stock Flow Diagram Line 9*

<i>Level</i>	<i>In Rate</i>	<i>Out Rate</i>	<i>Auxillary</i>	<i>Constant</i>
Total Produksi Aktual	Proses Produksi	Qty Accept	Defect Inline BS PS OS	Jumlah Operator
		Qty Defect Total	Defect Endline PS OS	Target Produksi per Operator
		Qty Defect Lain		Petugas Inline QC
		QTY Defect Inline BS PS OS		Inline QC
		Qty Defect Endline BS PS OS		
				Endline QC

Berdasarkan *Stock Flow Diagram* diatas, dirumuskan formulasi dari berbagai variabel sebagai berikut pada Tabel 4.17:

Tabel 4. 17 Formulasi Variabel *Stock Flow Diagram*

No	Variabel	Rumus	Dimensi
1	Total Produksi Aktual	ROUND (0<<item>>)	item
2	Proses Produksi	ROUND(RANDOM('Jumlah Operator'*Target Produksi per Operator'))*1/1<<day>>	item/day
3	<i>Defect</i> Inline BS PS OS	RANDOM ('Petugas Inline QC'*Inline QC'*Proses Produksi')	item/day
4	<i>Defect</i> Endline BS PS OS	RANDOM ('Endline QC'*Proses Produksi')	item/day
5	Jumlah Operator Target	(ROUND(RANDOM(43;47))) * 1<<operator>>	operator
6	Produksi Per Operator	21,0045*1<<item/operator>>	Item/operator
7	Petugas Inline QC	1<<petugas>>	petugas
8	Inline QC	RANDOM (0,000<<%>>;0,345<<%>>)*1/1<<petugas>>	%/petugas
9	Endline QC	RANDOM (3,579<<%>>;5,208<<%>>)	%
10	Qty <i>Accept</i>	ROUND ('Total Produksi Aktual'+ <i>Defect</i> Inline BS OS PS'-('Qty <i>Defect</i> Lain'+ <i>Qty</i> <i>Defect</i> Endline BS OS PS'))	item
11	Qty Total <i>Defect</i>	ROUND ('Qty <i>Defect</i> Endline BS OS PS'+ <i>Qty</i> <i>Defect</i> Lain')	item/day
12	Qty <i>Defect</i> Lain	8,26<<%>>*'Total Produksi Aktual'	item
13	Qty <i>Defect</i> Inline BS PS OS	ROUND('Defect Inline BS OS PS')	item/day
14	Qty <i>Defect</i> Endline BS PS OS	ROUND('Defect Endline BS OS PS'- <i>Qty</i> <i>Defect</i> Inline BS OS PS')	item/day

Berikut merupakan penjelasan dari tiap variabel pada Tabel 4.17:

#### 1. Total Produksi Aktual

Variabel ini menunjukkan hasil produksi per hari di *Line 9 Factory C*.

## 2. Proses Produksi

Variabel ini berfungsi sebagai *inrate* yang berasal perhitungan dari semua faktor produksi meliputi jumlah operator, target produksi per operator dan kekurangan produksi.

## 3. *Defect Inline* BS OS PS

Variabel ini menunjukkan proses QC untuk *defect* jenis *Broken Stitch*, *Open Seam*, dan *Poor Shape* pada QC *Inline*.

## 4. *Defect Endline* BS OS PS

Variabel ini menunjukkan proses QC untuk *defect* jenis *Broken Stitch*, *Open Seam*, dan *Poor Shape* pada QC *Endline*.

## 5. Jumlah Operator

Variabel ini menunjukkan jumlah operator yang bekerja pada proses produksi bagian *sewing* di *Line 9 Factory C*.

## 6. Target Produksi Per Operator

Variabel ini menunjukkan kuantitas yang dapat dihasilkan masing-masing operator terhadap target produksi yang ditentukan.

## 7. Petugas *Inline* QC

Variabel ini menunjukkan jumlah petugas yang melakukan *inline* QC di *Line 9 Factory C*.

## 8. *Inline* QC

Variabel ini menunjukkan proses *inline* QC dengan jumlah petugas *inline* QC di *Line 9 Factory C*.

## 9. *Endline* QC

Variabel ini menunjukkan proses *endline* QC di *Line 9 Factory C*.

## 10. Qty *Accept*

Variabel ini menunjukkan hasil produksi yang telah memenuhi standar di *Line 9 Factory C*.

## 11. Qty Total *Defect*

Variabel ini menunjukkan hasil produksi yang tidak memenuhi standar/*defect* di *Line 9 Factory C*.

## 12. Qty *Defect* Lain

Variabel ini menunjukkan hasil produksi yang tidak memenuhi standar/*defect* di *Line 9 Factory C*.

## 13. Qty *Defect Inline* BS OS PS

Variabel ini menunjukkan hasil produksi yang tidak memenuhi standar/*defect* di *Line 9 Factory C*.

#### 14. Qty Defect Endline BS OS PS

Variabel ini menunjukkan hasil produksi yang tidak memenuhi standar/*defect* di *Line 9 Factory C*.

#### 4.3.2.5 Hasil Simulasi Awal

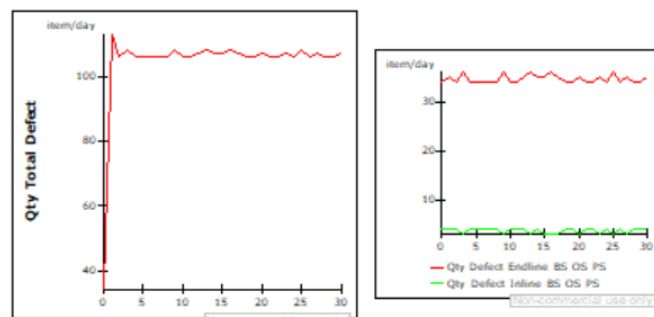
Model awal ini dibangun dengan data primer, sekunder, dan dari literatur lainnya. Data yang dipakai untuk membangun model awal berasal dari data produksi dan *defect* 16 November hingga 28 Desember 2023. Semua asumsi yang diperoleh dari pengumpulan dan pengolahan data dimasukkan ke dalam model ini sebagai input awal. Setelah seluruh variabel didefinisikan sesuai logika dari sistem nyata, kemudian model yang telah dibuat dijalankan untuk melihat hasil simulasi. Melalui model pada Gambar 4.7, maka peneliti dapat mengetahui sistem produksi pada *Line 9 Factory C* yang dapat diketahui dari variabel jumlah operator, target produksi per operator dan kekurangan produksi. Pada penelitian ini hasil simulasi ditampilkan selama 30 hari produksi setelah 28 Desember 2023. Hal tersebut untuk memproyeksikan sistem produksi *Line 9 Factory C* kedepannya. Berikut merupakan hasil simulasi model awal berdasarkan pada Tabel 4.18:

Tabel 4. 18 Hasil Simulasi Model Awal

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect</i>		<i>Defect Rate</i>
			<i>Inline BS PS OS</i>	<i>Endline BS OS PS</i>	
1	836	113	35	4	11,91%
2	764	106	34	4	12,18%
3	769	108	36	3	12,31%
4	772	106	34	4	12,07%
5	771	106	34	4	12,09%
6	771	106	34	4	12,09%
7	771	106	34	4	12,09%
8	771	106	34	4	12,09%
9	768	108	36	3	12,33%
10	772	106	34	4	12,07%
11	772	106	34	4	12,07%
12	772	107	35	4	12,17%
13	768	108	35	3	12,33%
14	769	107	35	4	12,21%
15	769	107	35	4	12,21%
16	770	108	35	4	12,30%
17	770	107	35	4	12,20%
18	771	106	34	4	12,09%

Day	Qty Accept	Qty Total Defect	Qty Defect		Defect Rate
			Inline BS PS OS	Endline BS OS PS	
19	772	106	34	4	12,07%
20	772	107	35	4	12,17%
21	772	106	34	4	12,07%
22	772	106	34	4	12,07%
23	769	107	35	4	12,21%
24	772	106	34	4	12,07%
25	769	108	36	3	12,31%
26	772	106	34	4	12,07%
27	772	106	34	4	12,07%
28	773	106	34	4	12,06%
29	771	107	34	4	12,19%
30	770	107	35	4	12,20%
<b>Rata-Rata</b>					<b>12,15%</b>

Sesuai pada tabel 4.18 diatas, didapatkan grafik hasil simulasi pada Gambar 4.14 sebagai berikut:



Gambar 4. 14 Grafik Hasil Simulasi Model Awal

Melalui Tabel 4.18 dan grafik pada Gambar 4.14, didapatkan bahwa tingkat *defect* pada *Line 9* stagnan dan ini menjadi masalah dikarenakan masih banyak produk yang dihasilkan belum memenuhi standar (*defect rate* belum mencapai target).

#### 4.3.2.6 Verifikasi dan Validasi Model

Proses verifikasi model dilakukan untuk memastikan model yang telah dibuat berjalan dengan benar. Proses validasi model dilakukan untuk menguji apakah model yang telah dibuat dapat merepresentasikan sistem nyata dengan baik atau belum. Proses validasi hanya dilakukan pada variabel yang menjadi fokus penelitian.

##### 4.3.2.6.1 Verifikasi

Verifikasi merupakan prosedur untuk memastikan bahwa logika operasional model, seperti yang terlihat dalam program komputer Powersim, sesuai dengan logika diagram alur (dalam

hal ini *Causal Loop Diagram*) (Hoover dan Perry, 1989). Proses validasi model produksi *Line 9 Factory C* meliputi pengecekan variabel yang digunakan. Peneliti menguji model *Stock Flow Diagram* dengan melihat apakah ada tanda (?) berwarna merah dan tanda (#) berwarna kuning. Jika tidak ada tanda (?) berwarna merah dan tanda (#) berwarna kuning, maka model **sudah terverifikasi** dengan benar.

#### 4.3.2.6.2 Validasi

Proses validasi merupakan penentuan apakah model konseptual simulasi (sebagai tandingan program komputer) benar-benar menunjukkan sistem nyata yang dimodelkan (Law dan Kelton, 1991). Proses validasi pada penelitian ini menggunakan tiga jenis uji validasi, yaitu uji kesamaan dua rata-rata, uji kesamaan dua variansi, dan uji *chi square*. Proses validasi menggunakan data historis *defect rate* dan data simulasi *outrate total defect* yang dikonversi menjadi *defect rate*. Berikut pada Tabel 4.19 merupakan *output* dari data historis dan data simulasi terkait jumlah *defect*:

Tabel 4. 19 Data *Output* Historis dan Simulasi Jumlah *Defect*

No	Output Historis	Output Simulasi
1	99	113
2	107	106
3	112	108
4	100	106
5	115	106
6	107	106
7	103	106
8	105	106
9	104	108
10	118	106
11	108	106
12	100	107
13	111	108
14	120	107
15	119	107
16	112	108
17	112	107
18	118	106
19	118	106
20	119	107
21	117	106
22	118	106

<b>No</b>	<b>Output Historis</b>	<b>Output Simulasi</b>
<b>23</b>	117	107
<b>24</b>	115	106
<b>25</b>	120	108
<b>26</b>	114	106
<b>27</b>	112	106
<b>28</b>	109	106
<b>29</b>	112	107
<b>30</b>	107	107

Berdasarkan data *output* historis dan *output* simulasi yang telah didapatkan, maka selanjutnya kita akan melakukan uji validasi dengan uji statistik parametrik (uji kesamaan dua rata-rata dan variansi) dan uji statistik non-parametrik (uji *chi square*):

#### 1. Uji Kesamaan Dua Rata-Rata

Berikut merupakan langkah-langkah pengujian validitas model menggunakan uji kesamaan dua rata-rata:

Tabel 4. 20 *Mean* dan SD (V) untuk Uji Kesamaan Dua Rata-Rata

<b>No</b>	<b>Output Historis</b>	<b>Output Simulasi</b>
<b>1</b>	99	113
<b>2</b>	107	106
<b>3</b>	112	108
<b>4</b>	100	106
<b>5</b>	115	106
<b>6</b>	107	106
<b>7</b>	103	106
<b>8</b>	105	106
<b>9</b>	104	108
<b>10</b>	118	106
<b>11</b>	108	106
<b>12</b>	100	107
<b>13</b>	111	108
<b>14</b>	120	107
<b>15</b>	119	107
<b>16</b>	112	108
<b>17</b>	112	107
<b>18</b>	118	106
<b>19</b>	118	106
<b>20</b>	119	107
<b>21</b>	117	106

No	Output Historis	Output Simulasi
22	118	106
23	117	107
24	115	106
25	120	108
26	114	106
27	112	106
28	109	106
29	112	107
30	107	107
<b>Mean</b>	<b>111,6</b>	<b>106,833</b>
<b>SD(V)</b>	<b>6,404</b>	<b>1,392</b>

a. Menentukan Hipotesis

$H_0$  = Hasil simulasi sesuai dengan sistem nyata

$H_1$  = Hasil simulasi tidak sesuai dengan hasil riil produksi

b. Mendefinisikan Daerah Kritis

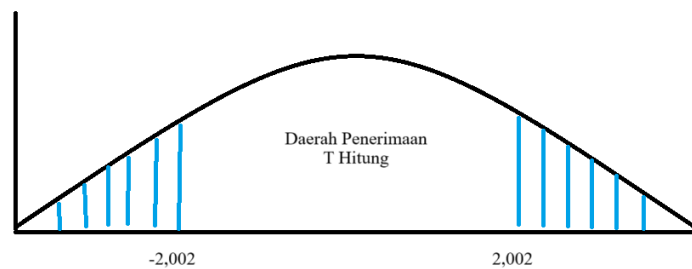
Tingkat Kepercayaan

Dengan  $\alpha = 0,05$ ,  $\alpha/2 = 0,025$  dan  $df = (n_1+n_2 - 2) = 58$

Maka diperoleh nilai  $t_{\alpha/2} (df = 58) = \pm 2,002$

$H_0$  diterima /  $H_1$  ditolak jika  $-2,002 < T_{hitung} < 2,002$

$H_0$  ditolak /  $H_1$  diterima jika  $T_{hitung} < -2,002$  atau  $T_{hitung} > 2,002$



Gambar 4. 15 Daerah Kritis Uji Kesamaan Dua Rata-Rata

c. Statistik Uji

$$S_p^2 = \frac{(N_1-1)V_1^2 - (N_2-1)V_2^2}{N_1+N_2 - 2}$$

$$S_p^2 = \frac{(29)1,392^2 - (29)6,404^2}{30+30 - 2}$$

$$S_p^2 = 21,4718$$

$$T_{hitung} = \frac{Mean 1 - Mean 2}{\sqrt{Sp^2 * (\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2})}}$$

$$T_{hitung} = \frac{106,833 - 111,6}{\sqrt{21,4718 * (\frac{2}{30})}}$$

$$T_{hitung} = -3,98406$$

d. Hasil Uji Dua Rata-Rata

Berikut merupakan hasil dari uji dua rata-rata pada Gambar 4.16:



Gambar 4. 16 Hasil Uji Kesamaan Dua Rata-Rata

Karena  $T_{hitung} < -t_{\alpha/2}$ , yaitu  $-3,98406 < -2,002$ , maka  $H_1$  diterima. Artinya **hasil simulasi tidak sesuai dengan riil produksi.**

2. Uji Kesamaan Dua Variansi

Berikut merupakan langkah-langkah pengujian validitas model menggunakan uji kesamaan dua variansi:

Tabel 4. 21 Mean dan SD (V) untuk Uji Kesamaan Dua Variansi

No	Output Historis	Output Simulasi
1	99	113
2	107	106
3	112	108
4	100	106
5	115	106
6	107	106
7	103	106
8	105	106
9	104	108
10	118	106
11	108	106
12	100	107
13	111	108
14	120	107

No	Output Historis	Output Simulasi
15	119	107
16	112	108
17	112	107
18	118	106
19	118	106
20	119	107
21	117	106
22	118	106
23	117	107
24	115	106
25	120	108
26	114	106
27	112	106
28	109	106
29	112	107
30	107	107
<b>Mean</b>	<b>111,6</b>	<b>106,833</b>
<b>SD(V)</b>	<b>6,404</b>	<b>1,392</b>

a. Menentukan Hipotesis

$H_0$  = Probabilitas semua kejadian sama (Hasil simulasi sesuai sistem nyata)

$H_1$  = Hasil simulasi tidak sesuai dengan hasil riil produksi

b. Mendefinisikan Daerah Kritis

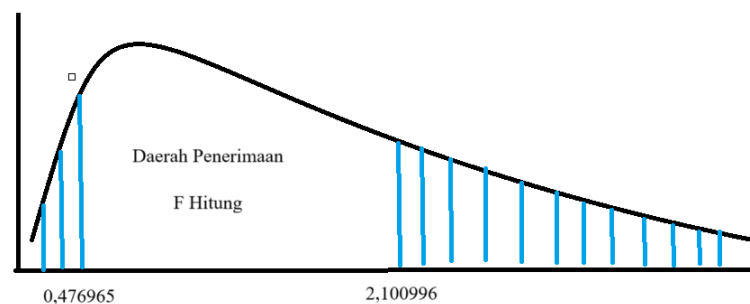
Tingkat Kepercayaan 95%

Dengan  $\alpha = 0,05$ ,  $\alpha/2 = 0,025$

Maka diperoleh  $F_{\alpha/2} = 2,100996$  dan  $F_{1-\alpha/2} = 0,476965$

$H_0$  diterima /  $H_1$  ditolak jika  $0,476965 < F_{hitung} < 2,100996$

$H_0$  ditolak /  $H_1$  diterima jika  $F_{hitung} < 0,476965$  atau  $F_{hitung} > 2,100996$



Gambar 4. 17 Daerah Kritis Uji Kesamaan Dua Variansi

## c. Statistik Uji

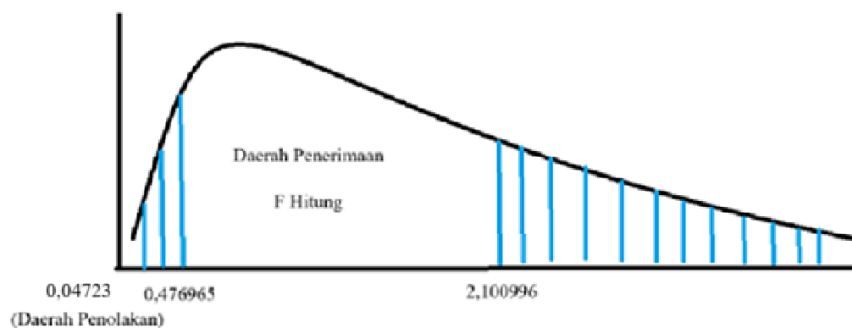
$$F_{hitung} = \frac{V_1^2}{V_2^2}$$

$$F_{hitung} = \frac{1,392^2}{6,404^2}$$

$$F_{hitung} = 0,04723$$

## d. Hasil Uji Dua Variansi

Berikut merupakan hasil uji dua variansi pada Gambar 4.18:



Gambar 4. 18 Hasil Uji Kesamaan Dua Variansi

Karena  $F_{hitung} < F_{tabel_{1-\alpha/2}}$ , yaitu  $0,04723 < 0,47596$ , maka  $H_1$  diterima. Artinya **hasil simulasi tidak sesuai dengan riil produksi.**

3. Uji *Chi-Square*

Berikut merupakan langkah-langkah pengujian validitas model menggunakan uji *chi-square*:

Tabel 4. 22 *Chi Square Test* untuk Uji *Chi Square*

No	Output Historis (O <sub>i</sub> )	Output Simulasi (E <sub>i</sub> )	Chi Square Test (O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> /E <sub>i</sub>
1	99	113	1,980
2	107	106	0,009
3	112	108	0,143
4	100	106	0,360
5	115	106	0,704
6	107	106	0,009
7	103	106	0,087
8	105	106	0,010
9	104	108	0,154
10	118	106	1,220
11	108	106	0,037
12	100	107	0,490
13	111	108	0,081

No	Output Historis (O <sub>i</sub> )	Output Simulasi (E <sub>i</sub> )	Chi Square Test (O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> /E <sub>i</sub>
14	120	107	1,408
15	119	107	1,210
16	112	108	0,143
17	112	107	0,223
18	118	106	1,220
19	118	106	1,220
20	119	107	1,210
21	117	106	1,034
22	118	106	1,220
23	117	107	0,855
24	115	106	0,704
25	120	108	1,200
26	114	106	0,561
27	112	106	0,321
28	109	106	0,083
29	112	107	0,223
30	107	107	0,000
<b>Chi Kuadrat Hitung</b>			<b>18,122</b>

a. Menentukan Hipotesis

H<sub>0</sub> = Probabilitas semua kejadian sama (Hasil simulasi sesuai sistem nyata)

H<sub>1</sub> = Hasil simulasi tidak sesuai dengan hasil riil produksi

H<sub>0</sub> diterima / H<sub>1</sub> ditolak jika Chi Kuadrat Hitung < Chi Kuadrat Tabel

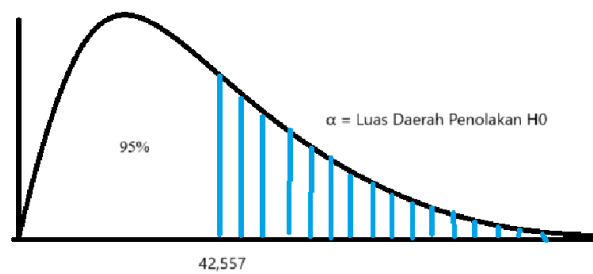
H<sub>0</sub> ditolak / H<sub>1</sub> diterima jika Chi Kuadrat Hitung > Chi Kuadrat Tabel

b. Tingkat Kepercayaan

Probabilitas kesalahan yang digunakan pada tes ini yaitu 0,05, artinya keputusan memiliki probabilitas salah sebesar 5%.

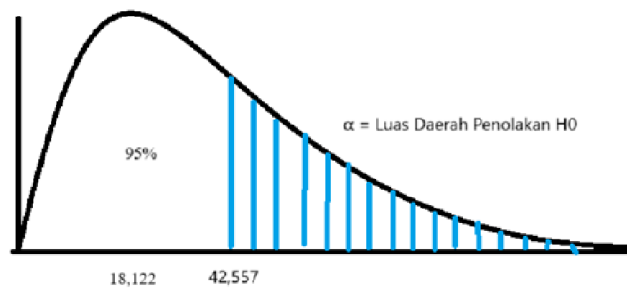
c. Mendefinisikan Daerah Kritis

Nilai chi-square tabel dengan derajat kebebasan (df) = 30 - 1 = 29 dan tingkat signifikansi  $\alpha = 0,05$  adalah 42,557. Gambar 4.7 berikut menunjukkan daerah kritis pengujian.

Gambar 4. 19 Daerah Kritis *Chi Square*

## d. Statistik Uji

Diperolah hasil Chi Kuadrat Hitung = 18,122 dan Chi Kuadrat Tabel = 42,557

e. Hasil Uji *Chi Square*Gambar 4. 20 Hasil Uji *Chi Square*

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, dapat diketahui sesuai pada Gambar 4.15 bahwa nilai Chi Kuadrat Hitung 18,122 < nilai Chi Kuadrat tabel 42,557. Maka hal tersebut berarti  $H_0$  diterima yaitu **probabilitas semua kejadian sama (hasil simulasi sesuai sistem nyata)**.

Berdasarkan ketiga metode perhitungan untuk uji validasi diatas, berikut pada Tabel 4.23 merupakan hasil dari seluruh metode uji validitas:

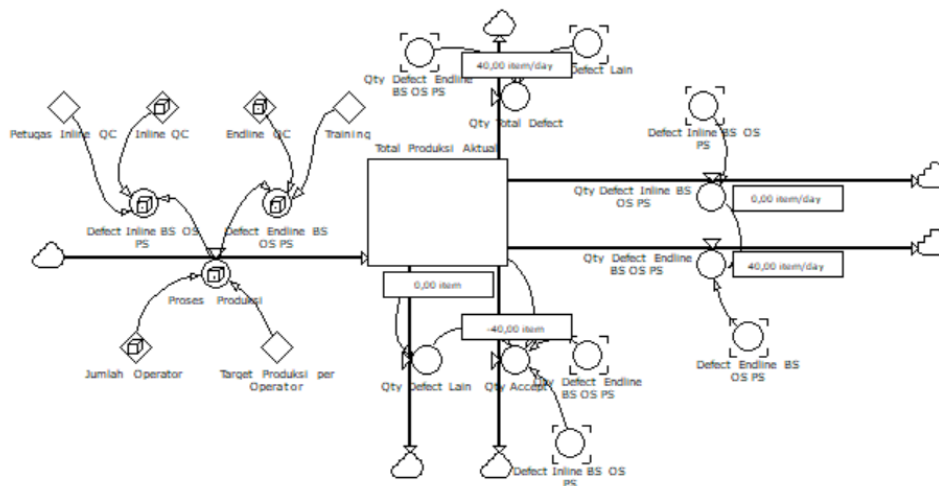
Tabel 4. 23 Hasil Uji Validitas Model

No	Metode Validasi	Keputusan
1	Uji Kesamaan Dua Rata-Rata	Tidak Valid
2	Uji Kesamaan Dua Variansi	Tidak Valid
3	Uji <i>Chi Square</i>	Valid

Maka dapat disimpulkan bahwa model tersebut **valid**. Meskipun pada uji kesamaan dua rata-rata dan variansi menunjukkan bahwa model tersebut **tidak sesuai sistem riil produksi**, apabila pada uji *chi square* dinyatakan valid maka model tersebut dapat dikatakan **valid (merepresentasikan sistem nyata)**.

### 4.3.3. Powersim (Perbaikan Model)

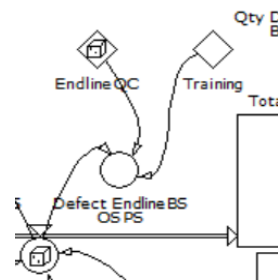
Dalam simulasi, tahap desain perbaikan dilakukan untuk membuat model alternatif yang dapat memperbaiki sistem. Tujuan dari model simulasi ini adalah untuk mengetahui sistem produksi pada *Line 9 Factory C* dan membuat rekomendasi untuk solusi masalah. Diakui bahwa *defect* produksi terjadi dikarenakan kelalaian operator dan kurangnya pengawasan. Oleh karena itu, perbaikan sistem diperlukan untuk meningkatkan hasil produksi yang memenuhi standar dan mengurangi *defect*. Di bawah ini adalah desain perbaikan model sesuai pada Gambar 4.21:



Gambar 4. 21 *Stock Flow Diagram* Model Perbaikan

#### 4.3.3.1 Pemberlakuan *Training*

Pemberlakuan *training* pasca *defect* dapat menurunkan *defect* pada periode selanjutnya. Terkait dengan persentase, digunakan asumsi bahwa berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Daonil, 2022), (Gaikwad et al., 2016), (Anggraini, 2017), dan (Piay, 2017) di masing-masing studi kasus industri didapatkan bahwa secara umum, *training* operator dan *supervisor* dapat mengurangi *defect* dengan 10-30%, dengan rata-rata di 15%. Penambahan *training* dilakukan dengan cara menambahkan variabel konstan yang dapat menurunkan persentase *defect endline*. Berikut pada Gambar 4.22 merupakan penambahan variabel konstan pada model perbaikan:

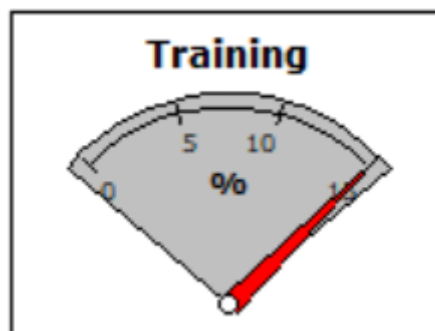
Gambar 4. 22 Penambahan Variabel *Training*

Variabel *training* dapat dirumuskan sebagai berikut sesuai Tabel 4.24:

Tabel 4. 24 Rumus Variabel *Training*

No	Variabel	Rumus	Dimensi
1	<i>Training</i>	15%	%
2	<i>Defect Endline BS OS PS</i>	('Endline QC'-( <i>Endline QC</i> * <i>Training</i> ))*'Proses Produksi'	Item/day

Variabel *training* dapat diaktifkan dengan melakukan pergeseran pada *gauge* seperti pada Gambar 4.23:

Gambar 4. 23 *Gauge* Pemberlakuan *Training*

Setelah dilakukan pergeseran pada *gauge*, berikut tabel pada Tabel 4.25 dapat ditunjukkan hasil simulasi penambahan *training*:

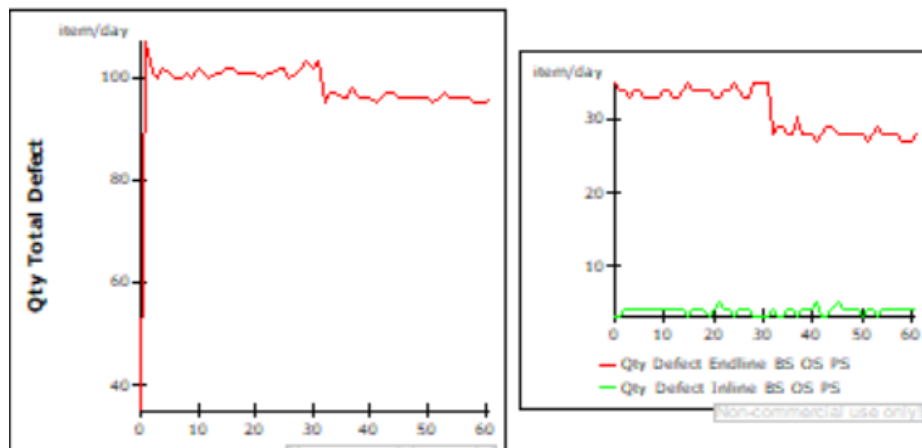
Tabel 4. 25 Hasil Simulasi Pemberlakuan *Training*

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline BS PS OS</i>	<i>Qty Defect Endline BS OS PS</i>	<i>Defect Rate</i>
1	715	101	4	34	12,38%
2	719	100	4	33	12,21%
3	719	102	4	34	12,42%
4	718	101	4	34	12,33%
5	720	100	4	33	12,20%
6	719	100	4	33	12,21%
7	721	101	4	33	12,29%

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline BS PS OS</i>	<i>Qty Defect Endline BS OS PS</i>	<i>Defect Rate</i>
8	719	100	4	33	12,21%
9	720	102	4	34	12,41%
10	716	101	4	34	12,36%
11	719	100	4	33	12,21%
12	720	101	4	33	12,30%
13	718	101	4	34	12,33%
14	717	102	3	35	12,45%
15	719	102	4	34	12,42%
16	718	101	4	34	12,33%
17	718	101	4	34	12,33%
18	718	101	3	34	12,33%
19	720	101	4	33	12,30%
20	720	100	5	33	12,20%
21	718	101	4	34	12,33%
22	718	101	4	34	12,33%
23	716	102	3	35	12,47%
24	719	102	4	34	12,42%
25	719	100	4	33	12,21%
26	720	101	4	33	12,30%
27	717	102	3	35	12,45%
28	718	103	3	35	12,55%
29	716	102	3	35	12,47%
30	718	103	3	35	12,55%
<b>Rata-Rata Sebelum <i>Improvement</i></b>					<b>12,34%</b>
<b>Setelah <i>Improvement</i></b>					
31	724	95	4	28	11,60%
32	728	97	3	29	11,76%
33	729	97	3	29	11,74%
34	729	96	4	28	11,64%
35	729	96	4	28	11,64%
36	727	98	3	30	11,88%
37	729	96	4	28	11,64%
38	729	96	4	28	11,64%
39	729	96	4	28	11,64%
40	730	95	5	27	11,52%
41	728	96	3	28	11,65%
42	728	97	3	29	11,76%
43	727	97	4	29	11,77%
44	729	96	5	28	11,64%
45	728	96	4	28	11,65%
46	729	96	4	28	11,64%
47	729	96	4	28	11,64%
48	729	96	4	28	11,64%
49	729	96	3	28	11,64%
50	730	95	4	27	11,52%
51	731	96	4	28	11,61%

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline BS PS OS</i>	<i>Qty Defect Endline BS OS PS</i>	<i>Defect Rate</i>
52	727	97	3	29	11,77%
53	730	96	4	28	11,62%
54	728	96	4	28	11,65%
55	730	96	4	28	11,62%
56	728	96	4	28	11,65%
57	731	95	4	28	11,50%
58	730	95	4	27	11,52%
59	731	95	4	27	11,50%
60	730	96	4	28	11,62%
<b>Rata-Rata Setelah <i>Improvement</i></b>					<b>11,64%</b>

Sesuai pada tabel 4.25 diatas, didapatkan grafik hasil simulasi pada Gambar 4.24 sebagai berikut:

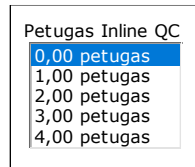


Gambar 4. 24 Grafik Hasil Simulasi Perbaikan Pemberlakuan *Training*

Melalui Tabel 4.25 dan grafik pada Gambar 4.24, didapatkan bahwa tingkat *defect* pada *Line 9* menurun setelah dilakukan pemberlakuan *training* intensif. Terdapat rata-rata sebelum *improvement* sebesar 12,34% dan rata-rata setelah *improvement* sebesar 11,64%, sehingga terjadi penurunan rata-rata sebesar 0,70%.

#### 4.3.3.2 Penambahan Petugas *Inline QC*

Petugas *Inline QC* berfungsi sebagai pengawas yang bertugas di tengah proses produksi agar dapat mencegah *defect* yang telah dibuat terlanjur menjadi celana produksi yang utuh lalu dinyatakan tidak sesuai standar pada *Endline QC*. Penambahan petugas *Inline QC* dapat dilakukan dengan cara melakukan *klik* pada salah satu opsi yang ada di *switch control* jenis *list box* seperti pada Gambar 4.25:

Gambar 4. 25 List Box Penambahan Petugas *Inline QC*

Setelah memilih salah satu *list* pada *list box*, maka didapatkan hasil simulasi sebagai berikut:

#### 1. Penambahan 1 Petugas *Inline QC*

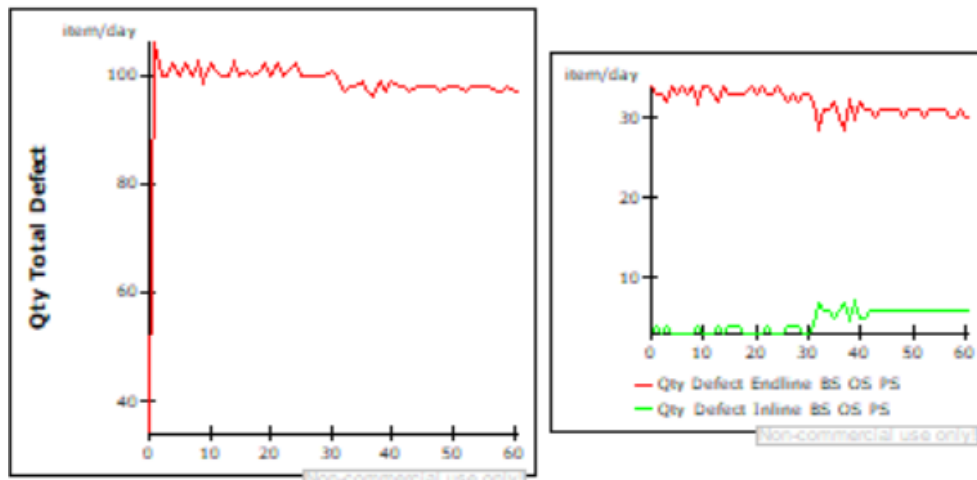
Berikut pada Tabel 4.26 merupakan hasil simulasi perbaikan yang dilakukan dengan penambahan 1 petugas *Inline QC*:

Tabel 4. 26 Hasil Simulasi Penambahan 1 Petugas *Inline QC*

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline</i> BS PS OS	<i>Qty Defect Endline</i> BS OS PS	<i>Defect Rate</i>
1	715	100	3	33	12,27%
2	721	100	4	32	12,18%
3	719	102	4	34	12,42%
4	719	100	3	33	12,21%
5	719	102	3	34	12,42%
6	718	100	3	33	12,22%
7	721	102	3	34	12,39%
8	720	99	4	32	12,09%
9	720	102	3	34	12,41%
10	718	101	3	34	12,33%
11	719	100	3	33	12,21%
12	722	100	4	32	12,17%
13	718	102	3	34	12,44%
14	719	100	4	33	12,21%
15	721	101	4	33	12,29%
16	719	100	4	33	12,21%
17	721	101	3	33	12,29%
18	720	102	3	34	12,41%
19	719	100	3	33	12,21%
20	720	102	3	34	12,41%
21	719	100	4	33	12,21%
22	720	101	3	33	12,30%
23	719	102	3	34	12,42%
24	719	100	3	33	12,21%
25	723	100	4	32	12,15%
26	719	100	4	33	12,21%
27	722	100	4	32	12,17%
28	719	100	3	33	12,21%
29	720	101	3	33	12,30%
30	721	100	4	32	12,18%
<b>Rata-Rata Sebelum Improvement</b>					<b>12,27%</b>
<b>Setelah Improvement</b>					

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline</i> BS PS OS	<i>Qty Defect Endline</i> BS OS PS	<i>Defect Rate</i>
31	727	95	4	28	11,60%
32	722	97	3	29	11,76%
33	723	97	3	29	11,74%
34	720	96	4	28	11,64%
35	725	96	4	28	11,64%
36	724	98	3	30	11,88%
37	721	96	4	28	11,64%
38	724	96	4	28	11,64%
39	720	96	4	28	11,64%
40	723	95	5	27	11,52%
41	723	96	3	28	11,65%
42	724	97	3	29	11,76%
43	723	97	4	29	11,77%
44	723	96	5	28	11,64%
45	723	96	4	28	11,65%
46	723	96	4	28	11,64%
47	723	96	4	28	11,64%
48	722	96	4	28	11,64%
49	723	96	3	28	11,64%
50	722	95	4	27	11,52%
51	723	96	4	28	11,61%
52	723	97	3	29	11,77%
53	723	96	4	28	11,62%
54	722	96	4	28	11,65%
55	723	96	4	28	11,62%
56	724	96	4	28	11,65%
57	724	95	4	28	11,50%
58	723	95	4	27	11,52%
59	722	95	4	27	11,50%
60	725	96	4	28	11,62%
<b>Rata-Rata Setelah Improvement</b>					<b>11,90%</b>

Berdasarkan Tabel 4.26 diatas, didapatkan grafik hasil simulasi pada Gambar 4.26 sebagai berikut:



Gambar 4. 26 Grafik Hasil Simulasi Perbaikan Penambahan 1 Petugas *Inline QC*

Melalui Tabel 4.26 dan grafik pada Gambar 4.26, didapatkan bahwa tingkat *defect* pada *Line 9* menurun dan tingkat pengawasan pada *Inline QC* lebih meningkat setelah dilakukan penambahan 2 petugas menjadi 3 petugas *Inline QC*. Terdapat rata-rata sebelum *improvement* sebesar 12,27% dan rata-rata setelah *improvement* sebesar 11,90%, sehingga terjadi penurunan rata-rata sebesar 0,37%.

## 2. Penambahan 2 Petugas *Inline QC*

Berikut pada Tabel 4.27 merupakan hasil simulasi perbaikan yang dilakukan dengan penambahan 2 petugas *Inline QC*:

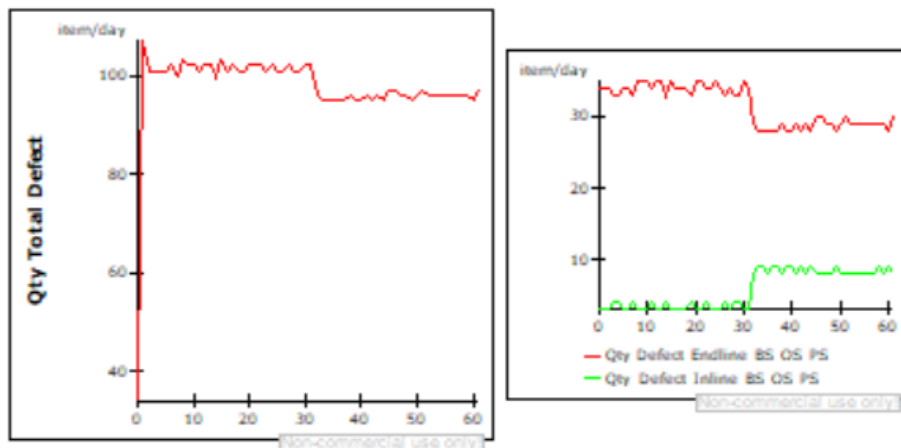
Tabel 4. 27 Hasil Simulasi Penambahan 2 Petugas *Inline QC*

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline BS PS OS</i>	<i>Qty Defect Endline BS OS PS</i>	<i>Defect Rate</i>
1	714	101	3	34	12,39%
2	720	101	4	33	12,30%
3	720	101	4	33	12,30%
4	718	101	3	35	12,33%
5	719	102	3	34	12,42%
6	720	100	4	33	12,20%
7	718	103	3	35	12,55%
8	716	102	3	35	12,47%
9	717	102	3	35	12,45%
10	719	101	4	34	12,32%
11	716	102	3	35	12,47%
12	718	102	3	35	12,44%
13	718	100	4	33	12,22%
14	717	103	3	35	12,56%

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline BS PS OS</i>	<i>Qty Defect Endline BS OS PS</i>	<i>Defect Rate</i>
15	717	101	3	34	12,35%
16	719	102	3	34	12,42%
17	718	101	3	34	12,33%
18	721	101	4	33	12,29%
19	717	102	3	35	12,45%
20	716	102	3	35	12,47%
21	719	102	4	34	12,42%
22	718	101	3	34	12,33%
23	717	102	3	35	12,45%
24	718	101	3	34	12,33%
25	720	101	4	33	12,30%
26	718	102	3	34	12,44%
27	720	101	4	33	12,30%
28	720	101	4	33	12,30%
29	717	102	3	35	12,45%
30	719	102	3	34	12,42%
<b>Rata-Rata Sebelum <i>Improvement</i></b>					<b>12,38%</b>
<b>Setelah <i>Improvement</i></b>					
31	727	96	8	29	11,66%
32	726	95	9	28	11,57%
33	726	95	9	28	11,57%
34	726	95	8	28	11,57%
35	726	95	9	28	11,57%
36	726	95	9	28	11,57%
37	724	96	8	29	11,71%
38	726	95	9	28	11,57%
39	726	95	9	28	11,57%
40	725	96	8	29	11,69%
41	726	95	9	28	11,57%
42	723	96	8	29	11,72%
43	727	95	9	28	11,56%
44	723	97	8	30	11,83%
45	722	97	8	30	11,84%
46	723	96	8	29	11,72%
47	724	96	8	29	11,71%
48	726	95	9	28	11,57%
49	724	96	8	29	11,71%
50	722	97	8	30	11,84%
51	723	96	8	29	11,72%
52	724	96	8	29	11,71%
53	725	96	8	29	11,69%
54	724	96	8	29	11,71%
55	725	96	8	29	11,69%
56	725	96	8	29	11,69%
57	725	96	9	29	11,69%
58	724	96	8	29	11,71%

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline</i> BS PS OS	<i>Qty Defect Endline</i> BS OS PS	<i>Defect Rate</i>
59	726	95	9	28	11,57%
60	723	97	8	30	11,83%
<b>Rata-Rata Setelah Improvement</b>					<b>11,67%</b>

Berdasarkan pada Tabel 4.27 diatas, didapatkan grafik hasil simulasi pada Gambar 4.27 sebagai berikut:



Gambar 4. 27 Grafik Hasil Simulasi Perbaikan Penambahan 2 Petugas *Inline QC* Melalui Tabel 4.27 dan grafik pada Gambar 4.27, didapatkan bahwa tingkat *defect* pada *Line 9* menurun dan tingkat pengawasan pada *Inline QC* lebih meningkat setelah dilakukan penambahan 2 petugas menjadi 3 petugas *Inline QC*. Terdapat rata-rata sebelum *improvement* sebesar 12,38% dan rata-rata setelah *improvement* sebesar 11,67%, sehingga terjadi penurunan rata-rata sebesar 0,71%.

### 3. Penambahan 3 petugas *Inline QC*

Berikut pada Tabel 4.28 merupakan hasil simulasi perbaikan yang dilakukan dengan penambahan 3 petugas *Inline QC*:

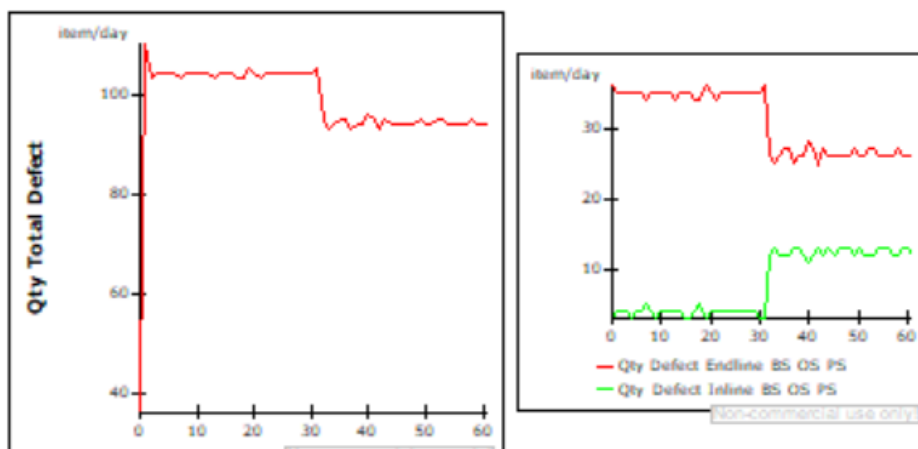
Tabel 4. 28 Hasil Simulasi Penambahan 3 Petugas *Inline QC*

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline</i> BS PS OS	<i>Qty Defect Endline</i> BS OS PS	<i>Defect Rate</i>
1	727	103	4	35	12,41%
2	734	104	4	35	12,41%
3	733	104	3	35	12,43%
4	736	104	4	35	12,38%
5	734	104	4	35	12,41%
6	734	103	5	34	12,31%
7	734	104	4	35	12,41%
8	734	104	3	35	12,41%
9	734	104	4	35	12,41%

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline BS PS OS</i>	<i>Qty Defect Endline BS OS PS</i>	<i>Defect Rate</i>
10	733	104	4	35	12,43%
11	734	104	4	35	12,41%
12	734	103	4	34	12,31%
13	735	104	4	35	12,40%
14	733	104	3	35	12,43%
15	735	104	3	35	12,40%
16	736	103	4	34	12,28%
17	737	103	5	34	12,26%
18	732	105	3	36	12,54%
19	734	104	4	35	12,41%
20	735	103	4	34	12,29%
21	735	104	4	35	12,40%
22	734	104	4	35	12,41%
23	734	104	4	35	12,41%
24	734	104	4	35	12,41%
25	733	104	4	35	12,43%
26	734	104	4	35	12,41%
27	733	104	4	35	12,43%
28	734	104	4	35	12,41%
29	734	104	3	35	12,41%
30	734	105	3	36	12,51%
<b>Rata-Rata Sebelum <i>Improvement</i></b>					<b>12,40%</b>
<b>Setelah <i>Improvement</i></b>					
31	752	95	12	26	11,22%
32	746	93	13	25	11,08%
33	745	94	12	26	11,20%
34	744	95	12	27	11,32%
35	744	95	12	27	11,32%
36	746	93	13	25	11,08%
37	746	94	13	26	11,19%
38	743	94	12	26	11,23%
39	742	96	11	28	11,46%
40	745	95	12	27	11,31%
41	745	93	13	25	11,10%
42	744	95	12	27	11,32%
43	744	94	13	26	11,22%
44	745	94	12	26	11,20%
45	745	94	13	26	11,20%
46	745	94	13	26	11,20%
47	744	94	13	26	11,22%
48	743	95	12	27	11,34%
49	745	94	13	26	11,20%
50	743	94	12	26	11,23%
51	744	95	12	27	11,32%
52	744	95	12	27	11,32%
53	745	94	13	26	11,20%

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline BS PS OS</i>	<i>Qty Defect Endline BS OS PS</i>	<i>Defect Rate</i>
54	745	94	13	26	11,20%
55	744	94	13	26	11,22%
56	744	94	12	26	11,22%
57	745	95	12	27	11,31%
58	745	94	13	26	11,20%
59	744	94	13	26	11,22%
60	744	94	12	26	11,22%
<b>Rata-Rata Setelah Improvement</b>					<b>11,24%</b>

Berdasarkan pada Tabel 4.28 diatas, didapatkan grafik hasil simulasi pada Gambar 4.28 sebagai berikut:

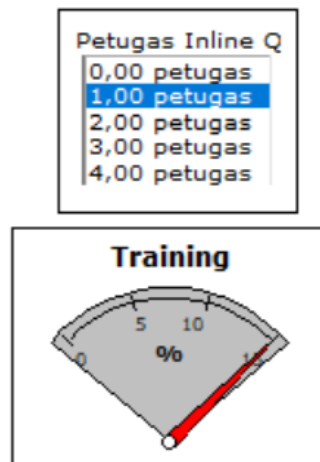


Gambar 4. 28 Grafik Hasil Simulasi Perbaikan Penambahan 3 Petugas *Inline QC*

Melalui Tabel 4.27 dan grafik pada Gambar 4.25, didapatkan bahwa tingkat *defect* pada *Line 9* menurun dan tingkat pengawasan pada *Inline QC* lebih meningkat setelah dilakukan penambahan 3 petugas menjadi 4 petugas *Inline QC*. Terdapat rata-rata sebelum *improvement* sebesar 12,40% dan rata-rata setelah *improvement* sebesar 11,24%, sehingga terjadi penurunan rata-rata sebesar 1,16%.

#### 4.3.3.3 Kombinasi Pemberlakuan *Training* & Penambahan Petugas *Inline QC*

Setelah dua jenis perbaikan diatas, peneliti mencoba melakukan kombinasi perbaikan untuk *training* sekaligus penambahan petugas *inline QC*. Dua hal tersebut dapat dilakukan dengan melakukan pergeseran *gauge* dan *check list* pada *switch box* jenis *list box* seperti pada Gambar 4.29:



Gambar 4. 29 Gauge Kombinasi Pemberlakuan *Training* & *List Box* Penambahan Petugas *Inline QC*

Jika sudah melakukan pergeseran pada *gauge* dan *list box*, maka didapatkan hasil simulasi sebagai berikut:

1. Pemberlakuan *Training* + Penambahan 1 Petugas *Inline QC*

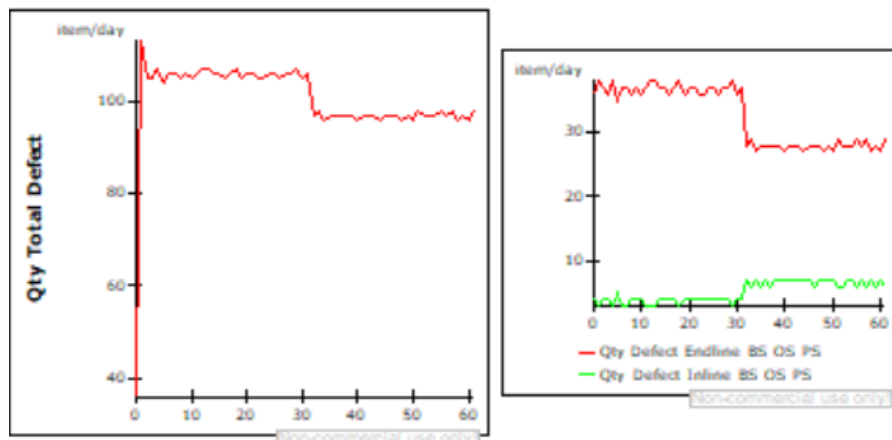
Berikut pada Tabel 4.29 merupakan hasil simulasi perbaikan yang dilakukan dengan pemberlakuan *training* + penambahan 1 petugas *Inline QC*:

Tabel 4. 29 Hasil Simulasi Pemberlakuan *Training* + Penambahan 1 Petugas *Inline QC*

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline BS PS OS</i>	<i>Qty Defect Endline BS OS PS</i>	<i>Defect Rate</i>
1	724	105	4	37	12,67%
2	732	105	4	36	12,54%
3	730	107	3	38	12,78%
4	733	104	5	35	12,43%
5	731	106	3	37	12,66%
6	731	106	3	37	12,66%
7	732	105	4	36	12,54%
8	732	106	4	37	12,65%
9	730	105	4	36	12,57%
10	730	106	3	37	12,68%
11	731	107	3	38	12,77%
12	729	107	3	38	12,80%
13	730	106	4	37	12,68%
14	729	106	4	37	12,69%
15	731	105	4	36	12,56%
16	731	106	4	37	12,66%
17	729	107	3	38	12,80%
18	732	105	4	36	12,54%
19	731	106	4	37	12,66%
20	730	106	4	37	12,68%

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline BS PS OS</i>	<i>Qty Defect Endline BS OS PS</i>	<i>Defect Rate</i>
21	732	105	4	36	12,54%
22	730	105	4	36	12,57%
23	732	106	4	37	12,65%
24	729	106	4	37	12,69%
25	731	105	4	36	12,56%
26	731	106	4	37	12,66%
27	731	106	4	37	12,66%
28	727	107	3	38	12,83%
29	731	105	4	36	12,56%
30	731	106	4	37	12,66%
<b>Rata-Rata Sebelum <i>Improvement</i></b>					<b>12,65%</b>
<b>Setelah <i>Improvement</i></b>					
31	742	97	7	28	11,56%
32	744	98	6	29	11,64%
33	746	96	7	27	11,40%
34	745	97	6	28	11,52%
35	745	97	7	28	11,52%
36	746	97	6	28	11,51%
37	745	97	7	28	11,52%
38	743	97	7	28	11,55%
39	747	96	7	27	11,39%
40	746	97	7	28	11,51%
41	744	97	7	28	11,53%
42	745	97	7	28	11,52%
43	746	96	7	27	11,40%
44	746	97	7	28	11,51%
45	744	97	6	28	11,53%
46	746	97	7	28	11,51%
47	746	96	7	27	11,40%
48	744	97	7	28	11,53%
49	746	96	7	27	11,40%
50	744	98	6	29	11,64%
51	745	97	6	28	11,52%
52	746	97	7	28	11,51%
53	745	97	7	28	11,52%
54	743	98	6	29	11,65%
55	745	97	7	28	11,52%
56	743	98	6	29	11,65%
57	746	96	7	27	11,40%
58	746	97	6	28	11,51%
59	747	96	7	27	11,39%
60	744	98	6	29	11,64%
<b>Rata-Rata Setelah <i>Improvement</i></b>					<b>11,51%</b>

Berdasarkan pada Tabel 4.29 diatas, didapatkan grafik hasil simulasi pada Gambar 4.30 sebagai berikut:



Gambar 4. 30 Grafik Hasil Simulasi Perbaikan Pemberlakuan *Training* + Penambahan 1 Petugas *Inline QC*

Melalui Tabel 4.28 dan grafik pada Gambar 4.27, didapatkan bahwa tingkat *defect* pada *Line 9* menurun dan tingkat pengawasan pada *Inline QC* meningkat setelah dilakukan pemberlakuan *training* dan penambahan 1 petugas menjadi 2 petugas *Inline QC*. Terdapat rata-rata sebelum *improvement* sebesar 12,65% dan rata-rata setelah *improvement* sebesar 11,51%, sehingga terjadi penurunan rata-rata sebesar 1,14%.

## 2. Pemberlakuan Training + Penambahan 2 Petugas *Inline QC*

Berikut pada Tabel 4.30 merupakan hasil simulasi perbaikan yang dilakukan dengan pemberlakuan *training* + penambahan 2 petugas *Inline QC*:

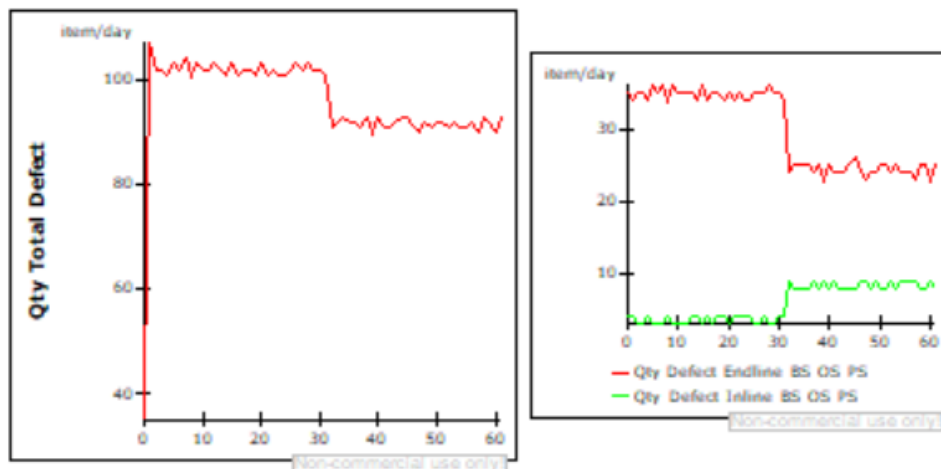
Tabel 4. 30 Hasil Simulasi Perbaikan Pemberlakuan *Training* + Penambahan 2 Petugas *Inline QC*

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline BS PS OS</i>	<i>Qty Defect Endline BS OS PS</i>	<i>Defect Rate</i>
1	711	102	3	35	12,55%
2	717	102	3	35	12,45%
3	719	101	4	34	12,32%
4	714	103	3	36	12,61%
5	717	102	3	35	12,45%
6	717	104	3	36	12,67%
7	716	101	4	34	12,36%
8	716	103	3	36	12,58%
9	717	102	3	35	12,45%
10	716	102	3	35	12,47%
11	718	103	3	35	12,55%
12	717	102	4	35	12,45%

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline BS PS OS</i>	<i>Qty Defect Endline BS OS PS</i>	<i>Defect Rate</i>
13	716	101	4	34	12,36%
14	716	103	3	36	12,58%
15	718	101	4	34	12,33%
16	716	102	3	35	12,47%
17	718	102	4	35	12,44%
18	717	101	4	34	12,35%
19	718	103	3	35	12,55%
20	717	101	4	34	12,35%
21	717	102	4	35	12,45%
22	718	101	4	34	12,33%
23	718	101	4	34	12,33%
24	717	102	3	35	12,45%
25	718	103	3	35	12,55%
26	716	102	4	35	12,47%
27	715	103	3	36	12,59%
28	717	102	3	35	12,45%
29	718	102	4	35	12,44%
30	718	101	4	34	12,33%
<b>Rata-Rata Sebelum <i>Improvement</i></b>					<b>12,46%</b>
<b>Setelah <i>Improvement</i></b>					
31	733	91	9	24	11,04%
32	732	92	8	25	11,17%
33	733	93	8	25	11,26%
34	731	92	8	25	11,18%
35	732	92	8	25	11,17%
36	733	91	9	24	11,04%
37	733	93	8	25	11,26%
38	733	90	9	23	10,94%
39	733	93	8	25	11,26%
40	733	91	9	24	11,04%
41	732	91	8	24	11,06%
42	733	92	8	24	11,15%
43	733	93	8	25	11,26%
44	731	93	8	26	11,29%
45	733	91	9	24	11,04%
46	734	90	9	23	10,92%
47	734	92	8	24	11,14%
48	733	91	9	24	11,04%
49	732	92	8	25	11,17%
50	732	92	8	25	11,17%
51	734	91	9	24	11,03%
52	732	92	8	25	11,17%
53	734	91	9	24	11,03%
54	732	91	9	24	11,06%
55	734	92	9	24	11,14%
56	733	90	9	23	10,94%

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline BS PS OS</i>	<i>Qty Defect Endline BS OS PS</i>	<i>Defect Rate</i>
57	733	93	8	25	11,26%
58	731	92	8	25	11,18%
59	734	90	9	23	10,92%
60	733	93	8	23	11,26%
<b>Rata-Rata Setelah Improvement</b>					<b>11,12%</b>

Berdasarkan pada Tabel 4.30 diatas, didapatkan grafik hasil simulasi pada Gambar 4.31 sebagai berikut:



Gambar 4. 31 Hasil Simulasi Perbaikan Pemberlakuan *Training* + Penambahan 2 Petugas *Inline QC*

Melalui Tabel 4.30 dan grafik pada Gambar 4.31, didapatkan bahwa tingkat *defect* pada *Line* 9 menurun dan tingkat pengawasan pada *Inline QC* meningkat setelah dilakukan pemberlakuan *training* dan penambahan 2 petugas menjadi 3 petugas *Inline QC*. Terdapat rata-rata sebelum *improvement* sebesar 12,46% dan rata-rata setelah *improvement* sebesar 11,12%, sehingga terjadi penurunan rata-rata sebesar 1,34%.

### 3. Pemberlakuan *Training* + Penambahan 3 Petugas *Inline QC*

Berikut pada Tabel 4.31 merupakan hasil simulasi perbaikan yang dilakukan dengan pemberlakuan *training* + penambahan 3 petugas *Inline QC*:

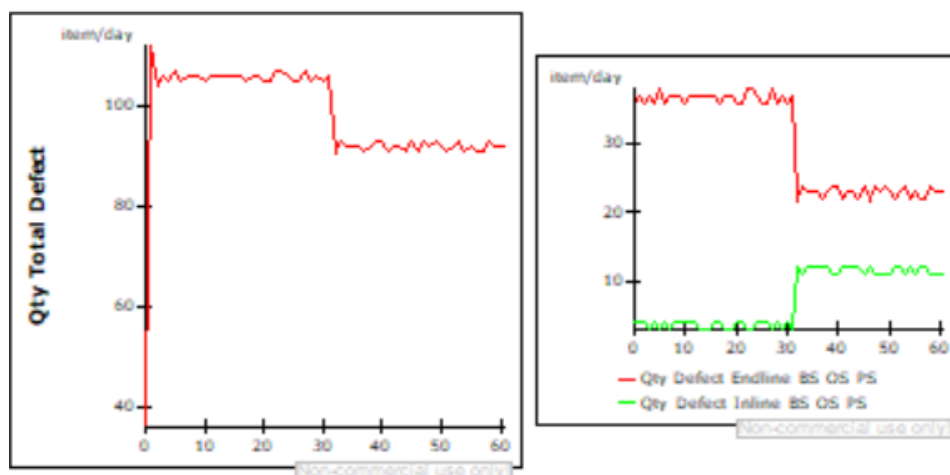
Tabel 4. 31 Hasil Simulasi Perbaikan Pemberlakuan *Training* + Penambahan 3 Petugas *Inline QC*

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline BS PS OS</i>	<i>Qty Defect Endline BS OS PS</i>	<i>Defect Rate</i>
1	727	104	4	36	12,52%
2	731	106	3	37	12,66%
3	732	105	4	36	12,54%

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline BS PS OS</i>	<i>Qty Defect Endline BS OS PS</i>	<i>Defect Rate</i>
4	731	107	3	38	12,77%
5	731	105	4	36	12,56%
6	731	106	3	37	12,66%
7	731	106	4	37	12,66%
8	730	106	4	37	12,68%
9	730	105	4	36	12,57%
10	731	106	4	37	12,66%
11	730	106	4	37	12,68%
12	730	106	3	37	12,68%
13	731	106	3	37	12,66%
14	730	106	3	37	12,68%
15	731	106	4	37	12,66%
16	730	105	4	36	12,57%
17	731	106	3	37	12,66%
18	732	106	3	37	12,65%
19	731	105	4	36	12,56%
20	732	105	4	36	12,54%
21	730	107	3	38	12,78%
22	729	107	3	38	12,80%
23	730	106	4	37	12,68%
24	731	105	4	36	12,56%
25	732	105	4	36	12,54%
26	729	107	3	38	12,80%
27	730	105	4	36	12,57%
28	731	106	3	37	12,66%
29	733	105	4	36	12,53%
30	730	106	3	37	12,68%
<b>Rata-Rata Sebelum <i>Improvement</i></b>					<b>12,64%</b>
<b>Setelah <i>Improvement</i></b>					
31	754	91	12	22	10,77%
32	750	93	11	24	11,03%
33	751	92	12	23	10,91%
34	750	92	12	23	10,93%
35	749	92	12	23	10,94%
36	752	91	12	22	10,79%
37	751	92	12	23	10,91%
38	749	93	11	24	11,05%
39	749	93	11	24	11,05%
40	751	91	12	22	10,81%
41	750	92	12	23	10,93%
42	750	92	12	23	10,93%
43	751	91	12	22	10,81%
44	751	93	11	24	11,02%
45	751	91	12	22	10,81%
46	750	93	11	24	11,03%
47	751	92	11	23	10,91%

<i>Day</i>	<i>Qty Accept</i>	<i>Qty Total Defect</i>	<i>Qty Defect Inline</i> BS PS OS	<i>Qty Defect Endline</i> BS OS PS	<i>Defect Rate</i>
48	748	93	11	24	11,06%
49	750	92	11	23	10,93%
50	752	91	12	22	10,79%
51	752	92	12	23	10,90%
52	749	93	11	24	11,05%
53	751	91	12	22	10,81%
54	750	92	11	23	10,93%
55	753	91	12	22	10,78%
56	752	91	12	22	10,79%
57	750	93	11	24	11,03%
58	750	92	11	23	10,93%
59	751	92	11	23	10,91%
60	752	92	11	23	10,90%
<b>Rata-Rata Setelah Improvement</b>					<b>10,91%</b>

Berdasarkan pada Tabel 4.31 diatas, didapatkan grafik hasil simulasi pada Gambar 4.32 sebagai berikut:



Gambar 4. 32 Grafik Hasil Simulasi Perbaikan Pemberlakuan *Training* + Penambahan 3 Petugas *Inline QC*

Melalui Tabel 4.31 dan grafik pada Gambar 4.32, didapatkan bahwa tingkat *defect* pada *Line 9* menurun dan tingkat pengawasan pada *Inline QC* meningkat setelah dilakukan pemberlakuan *training* dan penambahan 3 petugas menjadi 4 petugas *Inline QC*. Terdapat rata-rata sebelum improvement sebesar 12,64% dan rata-rata setelah improvement sebesar 10,91%, sehingga terjadi penurunan rata-rata sebesar 1,73%.

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

#### **5.1 Analisis Hasil *Seven Tools***

Berdasarkan pengolahan data menggunakan *Seven Tools*, didapatkan bahwa digunakan tujuh alat pengendalian kualitas yaitu *Check Sheet*, Stratifikasi, *Histogram*, *Scatter Diagram*, *Control Chart*, Diagram Pareto, dan *Fishbone Diagram*. Berdasarkan *Check Sheet*, didapatkan sebanyak 19 jenis *defect* yang terjadi pada produksi celana RWG2PW/PRK55X di *Line 9 Factory C* selama periode 16 November sampai 28 Desember 2023.

Berdasarkan *Stratifikasi* dan *Histogram*, urutan *defect* paling besar sampai yang paling sedikit, yaitu *Poor Shape*, *Open Seam*, *Broken Stitch*, *Univen*, *Hi-Lo*, *Trimming*, *Needle Hole/Hole*, *Tension*, *Skip Stitch*, *Exposed Stitch*, *Material Defect*, *Pleated*, *Twisted*, *Dirty*, *Puckering*, *Stain/Oil*, *Chalk Mark*, *Shadding*, dan *Snaging*.

Berdasarkan *Scatter Diagram*, didapatkan bahwa derajat korelasi antara nilai hasil produksi yang baik dapat memprediksi nilai jumlah *defect*, dan pencapaian target menyebabkan penurunan tingkat *defect*. Jadi, ada hubungan antara hasil produksi dan jumlah *defect* yang dapat memengaruhi produksi itu sendiri.

Berdasarkan *Control Chart*, didapatkan bahwa selama 30 periode dari 16 November 2023 sampai 28 Desember 2023 tidak ditemukan data yang berada diluar batas kontrol atas dan bawah.

Berdasarkan Diagram Pareto, dengan hukum 80/20 didapatkan bahwa masalah *defect* yang harus diselesaikan adalah jenis *defect Poor Shape* sampai pada *Exposed Stitch*. Akan tetapi, dalam rangka mencapai *defect rate* sesuai dengan target yang ditetapkan oleh *Inline QC* yaitu  $\pm 10\%$  dari jumlah produksi, maka yang akan menjadi fokus minimasi adalah 3 *defect* terbesar yaitu *Poor Shape*, *Open Seam*, dan *Broken Stitch*.

Berdasarkan *Fishbone Diagram* didapatkan bahwa masalah mayoritas diantara ketiga *defect* terbesar yaitu *Poor Shape*, *Open Seam*, dan *Broken Stitch* adalah kurangnya *training*

pasca *defect* yang berimbas pada pengembangan skill antara operator yang berbeda-beda, sehingga operator kurang memiliki pengetahuan terhadap SOP produksi terutama pada langkah pengerjaan dan pola pengerjaan. Berikut pada Tabel 5.1 merupakan solusi dari tiap permasalahan pada *Fishbone* Diagram:

Tabel 5. 1 Solusi *Fishbone* Diagram 3 *Defect* Terbesar

<b>Defect</b>	<b>Faktor</b>	<b>Faktor Penyebab</b>	<b>Solusi</b>
<i>Poor Shape, Open Seam, dan Broken Stitch</i>	<i>Man</i>	Skill operator berbeda-beda	Peningkatan <i>training</i> untuk menaikkan skill pada pengoperasian mesin maupun SOP
		Kurangnya <i>training</i> pasca <i>defect</i>	Menaikkan intensitas <i>training</i> pasca <i>defect</i> untuk meningkatkan pemahaman operator
		Kurangnya Pengawasan di Tengah Lini Produksi	Menaikkan kapasitas pengawas (dalam hal ini petugas <i>Inline QC</i> ) untuk memastikan proses produksi yang dilakukan oleh operator sesuai dengan SOP dan tata cara yang benar
		Penanganan Tidak Tepat	Menaikkan intensitas <i>training</i> pasca <i>defect</i> , meningkatkan pengawasan pada lini produksi, atau bahkan pemberian sanksi tegas untuk pelanggaran SOP
		Tidak Mengikuti Pola	Menaikkan intensitas <i>training</i> pasca <i>defect</i> , meningkatkan pengawasan pada lini produksi, atau bahkan pemberian sanksi tegas untuk pelanggaran tidak mengikuti pola
	Tidak Mengikuti Langkah Pengerjaan	Menaikkan intensitas <i>training</i> pasca <i>defect</i> , meningkatkan pengawasan pada lini produksi, atau bahkan pemberian sanksi tegas untuk pelanggaran SOP	
	<i>Machine</i>	Terjadinya kerusakan pada mesin/ <i>settingan tension</i>	Memanggil mekanik secara cepat untuk memperbaiki masalah atau melakukan <i>maintenance</i> pada mesin secara berkala

Berdasarkan pada Tabel 5.1, didapatkan bahwa solusi dari permasalahan/faktor yang menyebabkan *defect* produksi adalah tambahan latihan pada operator dan pengawasan oleh *Inline QC* dengan dibantu *supervisor*. Sehingga hal ini menjadi *input* perbaikan pada pemodelan sistem dinamis menggunakan *powersim*. Terdapat juga beberapa faktor yang tidak

menjadi *input* pada simulasi dan menyebabkan *defect* secara umum, berikut pada Tabel 5.2 merupakan solusi dari tiap permasalahan pada *Fishbone* Diagram umum:

Tabel 5. 2 Solusi *Fishbone* Diagram *Defect* Umum

<b>Faktor</b>	<b>Faktor Penyebab</b>	<b>Solusi</b>
<i>Material</i>	Bahan Kasar	Penggunaan jarum dan <i>settingan</i> mesin sesuai dengan bahan yang akan diolah.
<i>Environmental</i>	Suhu Ruangan Panas	Mempertinggi jarak lampu dari meja operator dan mengganti lampu TL dengan LED untuk mengurangi emisi.
	Penataan Hasil Jahit Berantakan	Kegiatan 5S dilakukan menyeluruh, kesadaran operator ditingkatkan untuk merapikan hasil jahitannya sendiri, dan perapihan dari proses awal hingga akhir mengerjakan per 10 pcs supaya rapi.

Berdasarkan pada Tabel 5.1, didapatkan bahwa solusi dari permasalahan/faktor yang menyebabkan *defect* produksi adalah penataan ruang lingkup produksi dan penyesuaian *settingan* mesin terhadap bahan yang diproses.

## 5.2 Analisis Model dan Simulasi Awal

Berdasarkan hasil pembangunan model dan simulasi pada model awal pada *Causal Loop Diagram* (CLD) Gambar 4.10, dapat diketahui bahwa terdapat 3 *balancing loop* yaitu *loop* B1, B2, dan B3 Pada *loop* B1 digambarkan QTY *Defect Inline* BS OS PS memiliki relasi hubungan (+) dengan perbaikan, sebab apabila jenis *defect Broken Stitch, Open Seam, dan Poor Shape* pada *inline QC* semakin banyak kuantitasnya, maka akan semakin banyak dilakukan perbaikan dan sebaliknya. Pada *loop* B2 digambarkan QTY *Defect Enline* BS OS PS memiliki relasi hubungan (+) dengan *training*, sebab apabila jenis *defect Broken Stitch, Open Seam, dan Poor Shape* pada *endline QC* semakin banyak kuantitasnya, maka *training* akan semakin intens dilakukan dan sebaliknya. Pada *loop* B3 digambarkan *training* memiliki relasi hubungan (+) dengan QTY *Accept*, sebab apabila *training* semakin intens dilakukan, maka akan semakin banyak kuantitas hasil produksi yang memenuhi standar dan sebaliknya.

Berdasarkan *Stock Flow Diagram* (SFD) model awal pada Gambar 4.13 menunjukkan bahwa terdapat 14 variabel yang digunakan untuk membangun model awal. Dengan hasil simulasi berdasarkan tabel pada Gambar 4.18 dan grafik pada Gambar 4.14 yang disimulasikan selama 30 hari kedepan pasca 28 Desember 2023, menunjukkan bahwa tingkat *defect* pada *Line* 9 ini menjadi masalah dikarenakan masih banyak produk yang dihasilkan belum memenuhi standar.

Berdasarkan uji verifikasi pada model awal tidak ditemukan adanya tanda (#) berwarna kuning maupun tanda (?) berwarna merah, menunjukkan bahwa model tersebut sudah bisa berjalan dengan lancar dan **terverifikasi dengan benar**. Berdasarkan uji validitas yang telah dilakukan dengan 3 jenis uji, yaitu uji kesamaan dua rata-rata, uji kesamaan dua variansi, dan uji *chi square*. Melalui uji kesamaan dua rata-rata, didapatkan hasil Karena  $T_{hitung} < -t_{\alpha/2}$ , yaitu  $-3,98406 < -2,002$ , maka  $H_1$  diterima. Artinya **hasil simulasi tidak sesuai dengan riil produksi**. Melalui uji kesamaan dua variansi, didapatkan hasil  $F_{hitung} < F_{tabel_{1-\alpha/2}}$ , yaitu  $0,04723 < 0,47596$ , maka  $H_1$  diterima. Artinya **hasil simulasi tidak sesuai dengan riil produksi**. Melalui uji *chi square*, didapatkan hasil *chi square* hitung  $18,122 < \text{nilai } chi \text{ square tabel } 42,557$  yang menandakan bahwa model yang dibangun dinyatakan **probabilitas semua kejadian sama (hasil simulasi sesuai sistem nyata)**. Dikarenakan kekuatan uji validitas *chi square* lebih kuat dibanding uji kesamaan dua rata-rata dan uji kesamaan dua variansi yang disebabkan oleh tidak harus dipenuhi asumsi normalitas pada uji *chi square*. Apabila pada uji *chi square* model dinyatakan sesuai dengan sistem nyata, maka sistem tersebut dinyatakan **valid dan merepresentasikan sistem nyata**.

### 5.3 Analisis Model dan Simulasi Perbaikan

Berdasarkan hasil pembangunan model dan simulasi pada model perbaikan pada *Stock Flow Diagram* (SFD) pada Gambar 4.21, didapatkan bahwa terdapat 3 strategi perbaikan model, yaitu Pemberlakuan *Training*, Penambahan Petugas *Inline QC*, dan Kombinasi Pemberlakuan *Training* & Penambahan Petugas *Inline QC*.

Pada strategi pertama yaitu pemberlakuan *training* menggunakan asumsi bahwa pemberlakuan *training* dapat menurunkan jumlah *defect endline* sebesar 15%. Didapatkan hasil bahwa dengan memberlakukan *training* pasca *defect*, dapat menurunkan *defect rate* dari rata-rata 12,34% sebelum dilakukan perbaikan hingga setelah dilakukan perbaikan menjadi rata-rata 11,64%, sehingga tingkat penurunan yang didapatkan yaitu 0,70%.

Pada strategi kedua yaitu penambahan petugas *Inline QC* yang bertugas menjadi pengawas berbarengan dengan *Supervisor* di area *Line 9* untuk produksi celana RWG2PW/PRK55X. Dengan melakukan penambahan sebanyak 1 petugas menjadi total 2 petugas *Inline QC*, maka didapatkan hasil dengan penurunan *defect rate* sebesar 0,37% dari sebelum perbaikan rata-rata sebesar 12,27% hingga setelah perbaikan menjadi rata-rata 11,90%. Dengan melakukan penambahan sebanyak 2 petugas menjadi total 3 petugas *Inline QC*, maka didapatkan hasil dengan penurunan *defect rate* sebesar 0,71% dari sebelum perbaikan rata-rata sebesar 12,38% hingga setelah perbaikan menjadi rata-rata 11,67%. Dengan melakukan penambahan sebanyak 3 petugas menjadi total 4 petugas *Inline QC*, maka didapatkan hasil denganmaka didapatkan hasil dengan penurunan *defect rate* sebesar 1,16% dari sebelum perbaikan rata-rata sebesar 12,40% hingga setelah perbaikan menjadi rata-rata 11,16%.

Pada strategi ketiga yaitu kombinasi pemberlakuan training dan penambahan petugas *Inline QC* di area *Line 9*. Dengan melakukan pemberlakuan *training* dan penambahan sebanyak 1 petugas menjadi total 2 petugas *Inline QC*, maka didapatkan hasil dengan penurunan *defect rate* sebesar 1,14% dari sebelum perbaikan rata-rata sebesar 12,65% hingga setelah perbaikan menjadi rata-rata 11,51%. Dengan melakukan pemberlakuan *training* dan penambahan sebanyak 2 petugas menjadi total 3 petugas *Inline QC*, maka didapatkan hasil dengan penurunan *defect rate* sebesar 1,34% dari sebelum perbaikan rata-rata sebesar 12,46% hingga setelah perbaikan menjadi rata-rata 11,12%. Dengan melakukan pemberlakuan *training* dan penambahan sebanyak 3 petugas menjadi total 4 petugas *Inline QC*, maka didapatkan hasil dengan penurunan *defect rate* sebesar 1,73% dari sebelum perbaikan rata-rata sebesar 12,64% hingga setelah perbaikan menjadi rata-rata 10,91%.

Dengan didapatkannya tujuh strategi yang didapatkan untuk menurunkan *defect* produksi pada *Line 9*, maka kita akan menghitung keefktifannya dengan mengurangkan penurunan dengan data historis terakhir pada Tabel 5.3:

Tabel 5. 3 Strategi Minimasi *Defect*

<b>Strategi Perbaikan</b>	<b>Simulasi Rata-Rata Penurunan <i>Defect Rate</i></b>	<b>Data Historis Terakhir</b>	<b>Hasil Pengurangan <i>Defect Rate</i> Simulasi dan Historis</b>
Pemberlakuan <i>Training</i> Pasca <i>Defect</i>	0,70%	11,15%	10,45%
Penambahan 1 Petugas <i>QC Inline</i>	0,34%	11,15%	10,78%

<b>Strategi Perbaikan</b>	<b>Simulasi Rata-Rata Penurunan Defect Rate</b>	<b>Data Historis Terakhir</b>	<b>Hasil Pengurangan Defect Rate Simulasi dan Historis</b>
Penambahan 2 Petugas QC <i>Inline</i>	0,71%	11,15%	10,44%
Penambahan 3 Petugas QC <i>Inline</i>	1,16%	11,15%	9,99%
Pemberlakuan <i>Training</i> dan Penambahan 1 Petugas <i>Inline</i> QC	1,14%	11,15%	10,01%
Pemberlakuan <i>Training</i> dan Penambahan 2 Petugas <i>Inline</i> QC	1,34%	11,15%	9,81%
Pemberlakuan <i>Training</i> dan Penambahan 3 Petugas <i>Inline</i> QC	1,73%	11,15%	9,42%

Berdasarkan Tabel 5.3, didapatkan 3 strategi yang bisa menurunkan *defect rate* mendekati atau bahkan melampaui target. Selanjutnya didapatkan asumsi biaya *training* sebesar Rp.81.944/operator yang didapatkan dari total biaya pelatihan MMQ/PPD di IGTC selama 12 bulan sebesar Rp.29.500.000 dan asumsi biaya gaji 1 petugas *Inline* QC adalah UMK Wonogiri Tahun 2024 senilai Rp 2.047.500. Sehingga, didapatkan hasil perhitungan pengeluaran biaya sebagai berikut pada Tabel 5.4:

Tabel 5. 4 Asumsi Total Biaya Pengeluaran Perbaikan

<b>Perbaikan</b>	<b>Penurunan Defect Rate</b>	<b>Asumsi Total Pengeluaran Tambahan <i>Improvement</i></b>
Penambahan 3 Petugas QC <i>Inline</i>	1,16%	+ Rp.6.142.500
Pemberlakuan <i>Training</i> dan Penambahan 2 Petugas <i>Inline</i> QC	1,34%	+ Rp.7.782.500
Pemberlakuan <i>Training</i> dan Penambahan 3 Petugas <i>Inline</i> QC	1,73%	+Rp.9.830.000

Berdasarkan Tabel 5.4, didapatkan strategi yang paling optimal dari segi biaya adalah penambahan 3 petugas *Inline* QC dikarenakan asumsi total pengeluarannya paling kecil diantara strategi lainnya. Selanjutnya didapatkan asumsi biaya bahan baku untuk satu celana dengan size 0,767 yards sebesar Rp.28.779 untuk dapat melakukan perhitungan penghematan bahan baku yang terbuang (menjadi *defect*) selama 30 hari produksi yaitu pada Tabel 5.5 sebagai berikut:

Tabel 5. 5 Asumsi Penghematan Bahan Baku

<b>Perbaikan</b>	<b>Jumlah Barang Defect Sebelum Improvement</b>	<b>Jumlah Barang Defect Setelah Improvement</b>	<b>Penurunan Jumlah Defect</b>	<b>Penghematan Biaya Bahan Baku</b>
Penambahan 3 Petugas QC <i>Inline</i>	3116	2828	288	Rp.8.288.390
Pemberlakuan <i>Training</i> dan Penambahan 2 Petugas <i>Inline</i> QC	3060	2750	310	Rp.8.921.531
Pemberlakuan <i>Training</i> dan Penambahan 3 Petugas <i>Inline</i> QC	3172	2759	413	Rp.11.885.782

Setelah didapatkan asumsi penghematan biaya bahan baku diatas, dilanjutkan dengan mengurangi asumsi biaya penghematan tersebut terhadap asumsi biaya *improvement* yang harus dikeluarkan oleh perusahaan pada Tabel 5.6 dibawah ini:

Tabel 5. 6 Asumsi Sisa Biaya Penghematan

<b>Perbaikan</b>	<b>Penurunan Defect Rate</b>	<b>Penghematan Biaya Bahan Baku</b>	<b>Biaya Improvement</b>	<b>Sisa Biaya Penghematan</b>
Penambahan 3 Petugas QC <i>Inline</i>	1,16%	Rp.8.288.390	Rp.6.142.500	Rp.2.145.890
Pemberlakuan <i>Training</i> dan Penambahan 2 Petugas <i>Inline</i> QC	1,34%	Rp.8.921.531	Rp.7.782.500	Rp.1.139.051
Pemberlakuan <i>Training</i> dan Penambahan 3 Petugas <i>Inline</i> QC	1,73%	Rp.11.885.782	Rp.9.830.000	Rp.2.055.802

Maka berdasarkan Tabel 5.6 diatas, didapatkan bahwa strategi paling tepat dalam menurunkan *defect rate* adalah strategi pemberlakuan *training* dan penambahan 3 petugas *inline* QC dikarenakan dengan sisa biaya sebesar Rp.2.055.802 namun mampu melakukan penurunan *defect rate* hingga 1,73%

#### 5.4 Kekurangan Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kendala dan kekurangan yang dapat menjadi catatan untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Terbatasnya data yang didapatkan untuk menjadi *input* pada variabel sehingga membuat model yang dirancang mungkin kurang efektif dalam mensimulasikan sistem produksi pada *Line 9 Factory C* dan menjelaskan apa saja faktor-faktor yang dapat menyebabkan *defect*.
2. Tidak mendapatkan data terkait harga bahan baku dan biaya produksi yang dikeluarkan sehingga hanya menggunakan asumsi data *training* berasal dari IGTC dan gaji karyawan berasal dari UMK Wonogiri tahun 2024.
3. Terdapat data yang hanya menggunakan asumsi dimana *training* dapat menurunkan persentase *defect* sebesar 15%. Asumsi ini didapatkan dari digunakan asumsi bahwa berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Daonil, 2022), (Gaikwad et al., 2016), (Anggraini, 2017), dan (Piay, 2017) di masing-masing studi kasus industri didapatkan bahwa secara umum, *training* operator dan *supervisor* dapat mengurangi *defect* dengan 10-30%, dengan mengambil median di 15%.

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di PT. Nesia Pan Pacific Clothing dimulai dari pengumpulan data, pengolahan data, melakukan analisis strategi, dan pembahasan. Maka, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penyebab terjadinya kecacatan produk *short pants* RWG2PW/PRK55X pada *Line 9 Factory C* terutama 3 *defect* terbesar yaitu *Poor Shape*, *Open Seam*, dan *Broken Stitch* adalah untuk faktor *man* yaitu skill operator berbeda-beda dan kurangnya *training* pasca *defect*, kurangnya pengawasan di tengah lini produksi, penanganan tidak tepat, tidak mengikuti pola, dan tidak mengikuti langkah pengerjaan. Untuk faktor *machine* yaitu terjadinya kerusakan pada mesin/settingan *tension*. Terdapat faktor lain yang dapat menyebabkan *defect* yaitu ruang lingkup yang berantakan, suhu ruangan panas, dan bahan yang kasar.
2. Strategi yang dapat dilakukan perusahaan dalam meminimasi *defect* produksi pada *Line 9 Factory C* untuk produk *short pants* RWG2PW/PRK55X adalah Pemberlakuan penambahan 3 petugas *Inline QC* tanpa pemberlakuan *training* atau pemberlakuan *training* pasca *defect* yang intensif dan berkelanjutan disertai peningkatan pengawasan berkelanjutan dengan menambah 2 hingga 3 petugas *Inline QC* diintegrasikan dengan *Supervisor* yang handal. Didapatkan strategi paling optimal dari segi pengeluaran dan penghematan biaya yaitu pemberlakuan *training* dan penambahan 3 petugas *Inline QC* dikarenakan penurunan *defect rate* paling besar diikuti dengan biaya penghematan yang besar.

## 6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di PT. Nesia Pan Pacific Clothing, berikut ini merupakan saran dari peneliti untuk penelitian selanjutnya:

1. Peneliti selanjutnya dapat mengembangkan model Sistem Dinamis dengan metode pengendalian kualitas lainnya untuk melengkapi kajian terkait strategi minimasi *defect* di PT. Nesia Pan Pacific Clothing.
2. Peneliti selanjutnya dapat mengembangkan model Sistem Dinamis dengan menemukan variabel lainnya jika dimungkinkan untuk melengkapi kajian terkait strategi minimasi *defect* di PT. Nesia Pan Pacific Clothing.
3. Peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian di *line* produksi lain maupun *factory* lain di PT. Nesia Pan Pacific Clothing dalam memperluas pengetahuan terkait permasalahan produksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Arsad Rahim. 2008. Bekerja Dengan Sistem Puskesmas.
- Anggamawarti, M. F., Pratikto, P., & Sumantri, Y. (2022). the Application of Six Sigma-Dmaic Method To Reduce Defects and Improve the Cartridge Case Process in Ammunition Company. *JEMIS (Journal of Engineering & Management in Industrial System)*, 10(1), 50-59.
- Anggarini, L. (2017). *Reduksi Defect Dan Variasi Ketebalan Plat Berpasta Pada Proses Pasting Dengan Metode Lean Six Sigma* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Arifin, M. (2009). *Simulasi Sistem Industri* (1st edition). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Baryshnikova, O. V., Kukartsev, V. A., Tynchenko, V. S., Kukartsev, V. V., Mymlikov, V. N., & Dzhioeva, N. N. (2020, November). Simulation-dynamic model of the details manufacturing process in the workshop. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1661, No. 1, p. 012208). IOP Publishing.
- Bauer, J., & Duffy, G. (2006). *The Quality Improvement Handbook, 2nd Ed.* Milwaukee, Wil, USA: ASQ Quality Press.
- Bertrand, J. W., Wortmann, J. C., & Wijngaard, J. (1990). *Production Control: A Structural and Design Oriented Approach*. California: Elsevier.
- Boateng, P., Chen, Z., Ogunlana, S., & Ikediashi, D. (2012). A system dynamics approach to risks description in megaprojects development. *Organization, technology & management in construction: An International Journal*.
- Buffa, Elwood S. Dan Rakesh K. Sarin. 1996. *Manajemen Operasi dan Produksi Modern Edisi Kedelapan*. Binarupa Aksara, Jakarta.
- Bustami, B., & Nurlela. (2006). *Akuntansi Biaya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Chrismadha, T., Tanjung, L. R., & Sutrisno, S. (2021). Use of minute duckweed (*Lemna perpusilla*) for supplemental feed in catfish (*Clarias sp.*) culture: determination of the optimal proportion using powersim simulation. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 322, p. 02015). EDP Sciences.
- Damai, S. H. B., Dewi, Y. E. P., & Suharti, L. (2016). *Tanggapan Buruh Wanita Terhadap Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Industri Garmen (Studi Pada Industri Garmen Di Karangjati, Ungaran-Jawa Tengah)*.

- Damayanti, K., Fajri, M., & Adriana, N. (2022). Pengendalian Kualitas Di Mabel PT. Jaya Abadi Dengan Menggunakan Metode Seven Tools. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 3(1).
- Daniel, H. Kim. (2000). "System Thinking Tools (A User's Reference Guide)". The Toolbox Reprint Series. Waltham: Pegasus Communication, Inc.
- Daonil. 2012. "Implementasi Lean Manufacturing untuk Eliminasi Waste pada Lini Produksi Machining Cast Wheel dengan Menggunakan Metode WAM dan VALSAT". Magister Teknik - Universitas Indonesia (UI) Depok.
- Darmawan, D. P. (2022). *Pemodelan Dinamika Sistem Dengan Powersim*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Fogarty, D.W., Blackstone, J.H. dan Hoffman, T.R., *Production and Inventory Management*, South-Western Publishing Co., Cincinnati, 1991.
- Gaikwad, L. M., Teli, S. N., Majali, V. S., & Bhushi, U. M. (2016). An application of Six Sigma to reduce supplier quality cost. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series C*, 97, 93-107.
- Hari, P. (2004). *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Heizer, Render. (2014). *Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat
- Herjanto, E. (2007). *Manajemen Operasi* (3rd ed.). Jakarta: Grasindo.
- Hoover, Stewart V. & Ronald F. Perry. (1989). *Simulation: A Problem-Solving Approach*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.: Boston, USA. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 584, No. 1, p. 012039). IOP Publishing.
- Jahan, S., Khan, K. I. A., Thaheem, M. J., Ullah, F., Alqurashi, M., & Alsulami, B. T. (2022). Modeling profitability-influencing risk factors for construction projects: A system dynamics approach. *Buildings*, 12(6), 701.
- Jaya, B. A., & Mulyono, M. (2022). Analisa Produk Cacat Menggunakan Metode Six Sigma Pada Perusahaan Garmen. *Ultima Management: Jurnal Ilmu Manajemen*, 14(1), 143-155.
- Law, A. M & Kelton. (1991). *Simulation Modeling and Analysis*. McGraw-Hill Inc., 2<sup>nd</sup> Edition, New York, USA.
- Magar, V.M. and Shinde, V.B. (2014) Application of 7 Quality Control (7 QC) Tools for Continuous Improvement of Manufacturing Processes. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 2, 364-371.

- Muhammad, K., Winarso, K., & Lumintu, I. (2020). Peningkatan Kualitas Produk dan Minimasi Pemborosan Dengan Menggunakan Pendekatan Six Sigma Pada Perusahaan Pakan Ternak. *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, 17(2), 73-80.
- Piay, P. I., Kristina, H. J., & Doaly, C. O. (2021). Pengurangan jumlah produk cacat pada produksi glasses box dengan metode lean six sigma. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 9(2), 81-92.
- Prabaswari, A. D., & Susilo, A. J. (2020, December). Analysis of quality control of chippendale furniture products using seven tools approach (case study of PT. Bothwell Indonesia). In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 982, No. 1, p. 012052). IOP Publishing.
- Prahasta, Eddy. (2018). *System Thinking & Pemodelan Sistem Dinamis*. Bandung: Informatika.
- Prasetyo, R., & Bakhti, Y. K. (2022). Pengendalian Kualitas Produk Pakaian Anak Pada Industri Garment Dengan Metode Seven Tools. *Jurnal Inkofar*, 6(1).
- Prawita, D., & Putri, E. P. (2022). Analisa Pengendalian Kualitas Produk Guna Meminimalkan Defect pada CV. Cipta Mandiri Sukses. *Journal of Industrial View*, 4(2), 1-10.
- Purnomo, B. H., & Izza, A. (2020). Model Sistem Dinamis Perencanaan Bahan Baku Pada Produk Veneer Di Pt. Xyz. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 14(1), 75-87.
- Rizkiyah, N. D., & Adawiyah, R. (2020). Analisis biaya pengeluaran produk impor elektronik dari pelabuhan ke gudang importer dengan analisis rantai pasok dan Model Sistem Dinamis menggunakan Powersim. *Operations Excellence*, 12(1), 117-123.
- Rosyidi, M. R., Izzah, N., Najahi, T. K., Industri, T., Teknik, F., & Qomaruddin, U. (2020). Seven Tools untuk Menurunkan Kecacatan pada Produk Kopi. *Jurnal Optimalisasi*, 6(2), 142-155.
- Sargent, Robert G. (1998). *Verification And Validation of Simulation Models*. Electrical Engineering and Computer Science. 7.
- Severin, W. J., Tankard, J. W. (2008). *Teori Komunikasi, Sejarah, Metode dan Terapan di dalam Media Massa* (Edisi Kelima). Jakarta: Kencana Media Group.
- Sjarifudin, D., & Kurnia, H. (2022). The PDCA Approach with Seven Quality Tools for Quality Improvement Men's Formal Jackets in Indonesia Garment Industry: The PDCA Approach with Seven Quality Tools. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 24(2), 159-176.

- Škraba, A., Vavtar, B., Stanovov, V., Semenkin, E., & Stojanović, R. (2021, February). Parametrization of bass diffusion model on COVID-19 first wave data. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1047, No. 1, p. 012084). IOP Publishing.
- Somadi, S., Priambodo, B. S., & Okarini, P. R. (2020). Evaluasi kerusakan barang dalam proses pengiriman dengan menggunakan metode seven tools. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 6(1), 1-11.
- Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Jeffrey J. Shelstad.
- Sugiyono. (2010). *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suseno, P. (2023). Peningkatan Kualitas Produk Pakaian di PT XYZ dengan Pendekatan PDCA dan Seven Tools. *ARIKA*, 17(1), 23-32. <https://doi.org/10.30598/arika.2023.17.1.23>.
- Yulianeu, A., & Oktamala, R. (2022). Sistem Informasi Geografis Trayek Angkutan Umum di Kota Tasikmalaya Berbasis Web. *Jurnal Teknik Informatika (JUTEKIN)*, 10(2).

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Penelitian di PT. Nesia Pan Pacific Clothing



### Lampiran 2. Surat Keterangan Selesai Penelitian



## PT NESIA PAN PACIFIC CLOTHING

Dusun Ketonggo RT01/RW02, Desa Kerjo Lor, Kecamatan Ngadirojo  
Kabupaten Wonogiri. Telp (021) – 3002 9057

### Surat Keterangan PKL

Nomor : 248/NPC/HRD-NPC/XII/2023

Yang bertanda tangan dibawah ini Manager HRD PT Nesia Pan Pacific Clothing, menerangkan bahwa :

Nama : **Muhammad Rifki**

NIM : **20522167**

Program Studi : **Teknik Industri**

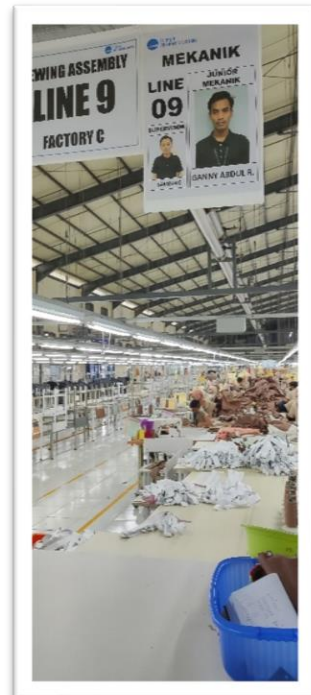
Mahasiswa tersebut diatas telah melaksanakan PKL pada Oktober 2023 – Desember 2023 dalam rangka memenuhi penelitian tugas akhir di Universitas Islam Indonesia.

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya

Wonogiri, 29 Desember 2023

  
Yuliawati  
HRD Manager  


### Lampiran 3. Observasi



**Lampiran 4. Wawancara**



**Lampiran 5. Bussiness Flow Management PT. Nesia Pan Pacific Clothing**





Factory C   Line 09   8,FAL/2024							
INS TYPE	OPERATOR	JENIS PROSES	MESIN	DEFECT	DEFECT %	GAMBAR	CONFIRM
	Wartini	Obras front rise back rise	OL5	Pleated	16.6 %		<input checked="" type="checkbox"/>
	Purwanti	Stitch side seam	SN LS	Uneven	16.6 %		<input checked="" type="checkbox"/>
	Anesa Pujiastuti	Bartack pocket front	Bartack	Missing Part	16.6 %		<input checked="" type="checkbox"/>
	Rina Ayu Lestari	Lubang kancing	Button Hole	High / Low	16.6 %		<input checked="" type="checkbox"/>
	Yosi Noviana	Hemming bottom	SN LS	High / Low	10.0 %		<input checked="" type="checkbox"/>
	Wulandari	Stitch 1/4 bibir pocket kiri kanan	SN LS	Skip Stitch	10.0 %		<input checked="" type="checkbox"/>

### Lampiran 11. Matrix Skill Line 9

Nik	Line	Machine					
Nama	Factory (All)	Show					
Result : Hasil pencarian data dari - - - Sew 09 - C							
NIK	Nama	Line	Factory	Jml Men	Mesin	Eff	Grade
018779	Abdul Aziz Azaria	Sew 09	C	3	Button Hole	38%	D
					SN DLU	100%	A
					SN LS	94%	A
020220	Adi Kiswanto	Sew 09	C	1	SN LS	73%	B
					DN LS	66%	C
016828	Ambar Kurniati	Sew 09	C	2	SN LS	70%	B
016569	Anas Tyani Eka Pradana	Sew 09	C	2	IRON	68%	C
					OL5	83%	A
019341	Anesa Pujiastuti	Sew 09	C	2	Bartack	78%	B
					Bass Machine	100%	A
019342	Anisa Yogi Mahanani	Sew 09	C	2	SN CUTTER	100%	A
					SN LS	61%	C
020088	Bayu Satrio Wicaksono	Sew 09	C	1	DN LS	34%	D
019343	Choirun Nisa Nur'ain	Sew 09	C	2	Auto Belt Loop	35%	D
					SN LS	74%	B
009177	Cici Purbo	Sew 09	C	5	DN LS	74%	B
					DN R/L	83%	A
					Kansai	83%	A
					SN LS	68%	C
					Template Machine	76%	B
015132	Deni Tri Wahyuni	Sew 09	C	2	SN CUTTER	100%	A
					SN LS	81%	A
016174	Desti Dwi Nur Setyowati	Sew 09	C	3	DN LS	33%	D
					Overdeck	100%	A
					SN LS	81%	A

### Lampiran 12. Ttabel

Tabel *t*

df	Tingkat signifikansi uji satu arah					
	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
	Tingkat signifikansi uji dua arah					
	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,599
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	1,476	2,015	2,571	3,385	4,032	6,869
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	1,235	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,813	3,819
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,799	3,792
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659
30	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	1,303	1,697	2,021	2,423	2,704	3,551
60	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

Tabel F

Probabilitas 1%

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	4052	4999	5403	5625	5764	5859	5928	5981	6022	6056	6083	6106	6126	6143	6157
2	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39	99.40	99.41	99.42	99.42	99.43	99.43
3	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35	27.23	27.13	27.05	26.98	26.92	26.87
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.55	14.45	14.37	14.31	14.25	14.20
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.05	9.96	9.89	9.82	9.77	9.72
6	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.79	7.72	7.66	7.60	7.56
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62	6.54	6.47	6.41	6.36	6.31
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.73	5.67	5.61	5.56	5.52
9	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	5.18	5.11	5.05	5.01	4.96
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.77	4.71	4.65	4.60	4.56
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54	4.46	4.40	4.34	4.29	4.25
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.22	4.16	4.10	4.05	4.01
13	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	4.02	3.96	3.91	3.86	3.82
14	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.86	3.80	3.75	3.70	3.66
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.73	3.67	3.61	3.56	3.52
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.62	3.55	3.50	3.45	3.41
17	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.52	3.46	3.40	3.35	3.31
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51	3.43	3.37	3.32	3.27	3.23
19	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.36	3.30	3.24	3.19	3.15
20	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.29	3.23	3.18	3.13	3.09
21	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40	3.31	3.24	3.17	3.12	3.07	3.03
22	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.18	3.12	3.07	3.02	2.98
23	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	3.14	3.07	3.02	2.97	2.93
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	3.09	3.03	2.98	2.93	2.89
25	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22	3.13	3.06	2.99	2.94	2.89	2.85
26	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.09	3.02	2.96	2.90	2.86	2.81
27	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15	3.06	2.99	2.93	2.87	2.82	2.78
28	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.03	2.96	2.90	2.84	2.79	2.75
29	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09	3.00	2.93	2.87	2.81	2.77	2.73
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.91	2.84	2.79	2.74	2.70
31	7.53	5.36	4.48	3.99	3.67	3.45	3.28	3.15	3.04	2.96	2.88	2.82	2.77	2.72	2.68
32	7.50	5.34	4.46	3.97	3.65	3.43	3.26	3.13	3.02	2.93	2.86	2.80	2.74	2.70	2.65
33	7.47	5.31	4.44	3.95	3.63	3.41	3.24	3.11	3.00	2.91	2.84	2.78	2.72	2.68	2.63
34	7.44	5.29	4.42	3.93	3.61	3.39	3.22	3.09	2.98	2.89	2.82	2.76	2.70	2.66	2.61
35	7.42	5.27	4.40	3.91	3.59	3.37	3.20	3.07	2.96	2.88	2.80	2.74	2.69	2.64	2.60
36	7.40	5.25	4.38	3.89	3.57	3.35	3.18	3.05	2.95	2.86	2.79	2.72	2.67	2.62	2.58
37	7.37	5.23	4.36	3.87	3.56	3.33	3.17	3.04	2.93	2.84	2.77	2.71	2.65	2.61	2.56
38	7.35	5.21	4.34	3.86	3.54	3.32	3.15	3.02	2.92	2.83	2.75	2.69	2.64	2.59	2.55

Lampiran 14. Chi Square Tabel

Tabel Chi Square

dk	Taraf Signifikansi					
	50%	30%	20%	10%	5%	1%
1	0.455	1.074	1.642	2.706	3.481	6.635
2	0.139	2.408	3.219	3.605	5.591	9.210
3	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	11.341
4	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	13.277
5	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	15.086
6	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	16.812
7	6.346	8.383	9.803	12.017	14.017	18.475
8	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	20.090
9	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	21.666
10	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	23.209
11	10.341	12.899	14.631	17.275	19.675	24.725
12	11.340	14.011	15.812	18.549	21.026	26.217
13	12.340	15.19	16.985	19.812	22.368	27.688
14	13.332	16.222	18.151	21.064	23.685	29.141
15	14.339	17.322	19.311	22.307	24.996	30.578
16	15.338	18.418	20.465	23.542	26.296	32.000
17	16.337	19.511	21.615	24.785	27.587	33.409
18	17.338	20.601	22.760	26.028	28.869	34.805
19	18.338	21.689	23.900	27.271	30.144	36.191
20	19.337	22.775	25.038	28.514	31.410	37.566
21	20.337	23.858	26.171	29.615	32.671	38.932
22	21.337	24.939	27.301	30.813	33.924	40.289
23	22.337	26.018	28.429	32.007	35.172	41.638
24	23.337	27.096	29.553	33.194	35.415	42.980
25	24.337	28.172	30.675	34.382	37.652	44.314
26	25.336	29.246	31.795	35.563	38.885	45.642
27	26.336	30.319	32.912	36.741	40.113	46.963
28	27.336	31.391	34.027	37.916	41.337	48.278
29	28.336	32.461	35.139	39.087	42.557	49.588
30	29.336	33.530	36.250	40.256	43.775	50.892