PENINGKATAN RESILIENSI PADA PABRIK KULIT FAJAR MAKMUR MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING* DAN *AGILITY*

TUGAS AKHIR

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

Nama : Alya Dhaneswari
No. Mahasiswa : 19522334

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2025

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, 25 Agustus 2025

(Alya Dhaneswari)

19522334

SURAT BUKTI PENELITIAN

SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Ariz Sidarta
Jabatan	: Direktur/Pimpinan
Perusahaan	: Pabrik Kulit Fajar Makmur
Alamat	: Kawasan Industri Banyakan 1, Sitimulyo, Piyungan, Bantul, Yogyakarta

Dengan ini menerangkan bahwa mahasiswa yang bersangkutan:

Nama	: Alya Dhaneswari
NIM	: 19522334
Jurusan	: Teknik Industri (S1)
Universitas	: Universitas Islam Indonesia

Telah menyelesaikan penelitian di Pabrik Kulit Fajar Makmur dalam rangka penyusunan Tugas Akhir, terhitung sejak waktu yang telah ditentukan hingga penelitian dinyatakan selesai. Demikian surat keterangan ini dibuat dan diberikan kepada yang bersangkutan untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 25 Agustus 2025

Ariz Sidarta
Direktur

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PENINGKATAN RESILIENSI PADA PABRIK KULIT FAJAR MAKMUR MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING* DAN *AGILITY*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Alya Dhaneswari
No. Mahasiswa : 19522334

Yogyakarta, 25 Agustus 2025

Dosen Pembimbing

(Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PENINGKATAN RESILIENSI PADA PABRIK KULIT FAJAR MAKMUR MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING* DAN *AGILITY*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Alya Dhaneswari

No. Mahasiswa : 19 522 334

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

Yogyakarta, *29 – Agustus – 2025*

Tim Penguji

Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M. Ketua	
Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. 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 Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM
NIK. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim
Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya. Dengan penuh rasa syukur, laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua, saudari kandung, sahabat tercinta, serta Bapak Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M**.** selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan doa, dukungan, semangat, dan arahan hingga penelitian ini terselesaikan.

Demikian pula, persembahan ini ditujukan untuk diri sendiri sebagai bentuk apresiasi atas perjuangan dan kesabaran dalam menyelesaikan studi demi meraih gelar Sarjana Strata Satu. Semoga karya ini menjadi ladang ilmu yang bermanfaat serta menambah rasa syukur kepada Allah SWT atas segala nikmat-Nya.

MOTTO

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

"*Dia (Allah) berfirman, 'Janganlah kalian khawatir, sesugguhnya Aku bersama kalian, Aku mendengar dan melihat'*."
(QS. Taha: 46)

"*Bukan kesulitan yang membuat kita takut, tapi ketakutan yang membuat kita sulit*."
(Ali bin Abi Thalib)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.
Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan. Shalawat dan salam tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, semoga kita mendapat syafaat beliau hingga akhir zaman.

Tugas akhir ini disusun sebagai syarat menyelesaikan studi Strata-1 di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia dengan judul **"Peningkatan Resiliensi pada Pabrik Kulit Fajar Makmur Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing* dan *Agility*"**. Penulis berharap penelitian ini bermanfaat, memperluas wawasan, serta menjadi bahan pertimbangan bagi mahasiswa, program studi, dan Pabrik Kulit Fajar Makmur. Meskipun penyusunan laporan ini penuh tantangan, berkat izin Allah SWT serta dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikannya. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM, selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M., selaku dosen pembimbing tugas akhir yang dengan sabar memberikan bimbingan, ilmu, nasihat, motivasi, dan meluangkan waktunya hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Ariz Sidarta, selaku Pimpinan Pabrik Kulit Fajar Makmur yang telah memberi izin dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.
6. Kedua orang tua penulis, Ibu Suryani dan Bapak Barozi, serta kakak Dhika Pawitra Utami yang yang selalu memberi doa, kasih sayang, motivasi, dan dukungan bagi penulis.
7. Nabilla Putri Yovita, sebagai teman seperjuangan yang selalu mendukung, membantu, dan menjadi tempat berkeluh kesah hingga selesainya laporan tugas akhir ini.
8. Khansa Diva, Salma Octa, dan Denis Orlando, selaku sahabat dan rekan studi yang selalu mendukung hingga terselesaikannya prasyarat kelulusan.
9. Semua pihak yang telah memberi dukungan, baik langsung maupun tidak langsung, dalam penyusunan tugas akhir ini.

Semoga segala bantuan, dukungan, dan bimbingan yang diberikan menjadi amal kebaikan. Penulis menyadari laporan ini masih jauh dari sempurna sehingga sangat terbuka terhadap kritik dan saran demi perbaikan. Penulis berharap laporan ini dapat memberi manfaat bagi pembaca.
Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 25 Agustus 2025

Alya Dhaneswari
NIM 19522334

ABSTRAK

Penelitian ini membahas integrasi *lean manufacturing* dan *agility* untuk meningkatkan resiliensi serta daya saing Pabrik Kulit Fajar Makmur. Latar belakang penelitian adalah tingginya *waste* seperti *waiting time*, *defect rate*, dan *inventory* WIP yang menghambat efisiensi dan responsivitas pabrik. Studi kasus dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif melalui observasi, analisis data produksi, serta wawancara manajemen. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan *lean manufacturing* berhasil menurunkan *waiting time* rata-rata proses utama, pada *tanning* turun dari 35,89 menit/*batch* menjadi 19,11 menit/*batch* dan *toggle drying* dari 20,44 menit/*batch* menjadi 9,87 menit/*batch*. WIP berkurang signifikan, pada proses *tanning* dari 484 ft² menjadi 216 ft² serta pada *toggle drying* dari 660 ft² menjadi 248 ft². *Defect rate* juga turun dari 1,82% dan 1,08% menjadi 0,85% dan 0,62%, sebelumnya berkategori "Baik" dan setelah usulan perbaikan menjadi "Sangat Baik". Penerapan *agility* meningkatkan kecepatan pemenuhan pesanan mendadak dari rata-rata 13 hari menjadi 9 hari, serta menambah fleksibilitas jadwal produksi tanpa memperbesar risiko keterlambatan. Sinergi *lean-agile* berhasil mengoptimalkan efisiensi, adaptasi, dan mutu, sehingga pabrik mampu menjaga kelancaran produksi, memenuhi permintaan pasar secara responsif, dan meminimalkan risiko gangguan industri. Studi ini memberikan rekomendasi implementatif untuk pabrik kulit di Indonesia dan referensi bagi industri manufaktur sejenis.

Kata Kunci: *Waste, Lean Manufacturing, Agility,* Resiliensi, Industri Kulit

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
PERNYATAAN KEASLIAN ii
SURAT BUKTI PENELITIAN iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI v
HALAMAN PERSEMBAHAN vi
MOTTO vii
KATA PENGANTAR viii
ABSTRAK ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 6
1.3 Tujuan Penelitian 6
1.4 Manfaat Penelitian 6
1.5 Batasan Penelitian 7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8
2.1 Kajian Literatur 8
2.1.1 Penelitian Terkait Resiliensi dalam Industri Manufaktur 8
2.1.2 Penelitian Terkait Penerapan *Lean Manufacturing* 10
2.1.3 Penelitian Terkait Penerapan *Agility* dalam Industri 12
2.1.4 Penelitian Terkait Integrasi *Lean*, *Agility*, dan Resiliensi 14
2.2 Landasan Teori 20
2.2.1 Konsep Resiliensi 20
2.2.2 *Lean Manufacturing* 22
2.2.3 *Agility* 24
2.2.4 Manejemen Risiko 26
BAB III METODE PENELITIAN 27
3.1 Objek Penelitian 27
3.2 Pengumpulan Data 27
3.2.1 Data Primer 27
3.2.2 Data Sekunder 28
3.3 Alur Penelitian 28
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 32
4.1 Pengumpulan Data 32
4.1.1 Sejarah dan Profil Perusahaan 32
4.1.2 Proses Produksi 33
4.1.2.1 Alur Proses Produksi 33
4.1.2.2 Spesifikasi Produk dan Volume Batch 38
4.1.2.3 Kapasitas Mesin 39
4.1.3 Data Pengiriman Aktual 39
4.1.4 Data Kelincahan dan Adaptasi 40
4.2 Pengolahan Data 41
4.2.1 Rekapitulasi dan Perhitungan Data Proses Produksi 41

4.2.1.1 *Cycle Time*, *Lead Time*, dan *Waiting Time* 41
4.2.1.2 Rata-Rata *Output* Produksi 42
4.2.1.3 *Inventory Work in Process* 43
4.2.1.4 Identifikasi *Bottleneck* Proses Produksi 43
4.2.2 Rekapitulasi dan Perhitungan Data *Defect* Produksi 46
4.2.2.1 Estimasi Persentase Cacat 46
4.2.2.2 Jumlah dan Jenis Unit Cacat 46
4.2.2.3 Kategori Skala *Defect* 48
4.2.3 Rekapitulasi Data Kelincahan dan Adaptasi Proses Produksi 50
4.2.3.1 Kecepatan Pemenuhan Pesanan Mendadak 50
4.2.3.2 Fleksibilitas Perubahan Jadwal Produksi 51
BAB V PEMBAHASAN 53
5.1 Analisis *Waste* 53
5.1.1 Analisis *Waiting Time* 53
5.1.2 Analisis *Inventory* dan *Work in Process* (WIP) 54
5.1.3 Analisis *Bottleneck* Proses Produksi 54
5.1.4 Analisis *Defect* 56
5.1.5 *Root Cause Analysis* 57
5.1.5.1 Analisis 5 Faktor Utama *Waiting Time* Tinggi pada *Tanning* 58
5.1.5.2 Analisis 5 Faktor Utama Inventory WIP Tinggi pada *Toggle Drying* 59
5.1.5.3 Analisis 5 Faktor Utama *Defect* pada *Toggle Drying* 61
5.1.5.4 Analisis 5 Faktor Utama *Defect* pada *Spraying* 63
5.2 Analisis *Agility* 64
5.2.1 Analisis Kecepatan Pemenuhan Pesanan Mendadak 64
5.2.2 Analisis Fleksibilitas Perubahan Jadwal Produksi 65
5.2.3 Faktor Kendala *Agility* 66
5.3 Usulan Perbaikan dan Analisis Mitigasi Risiko sebagai Pengawal Resiliensi 66
5.4 Evaluasi dan Perbandingan Kinerja 70
BAB VI PENUTUP 74
6.1 Kesimpulan 74
6.2 Saran 75
DAFTAR PUSTAKA 76
LAMPIRAN 79

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Literatur 15
Tabel 4. 1 Total Pengiriman Aktual (Juni 2024 – Juni 2025) 39
Tabel 4. 2 Indikator Kelincahan dan Adaptasi Proses Produksi 40
Tabel 4. 3 Waktu Proses Produksi 41
Tabel 4. 4 Rata-Rata *Output* Produksi 42
Tabel 4. 5 Posisi dan Jumlah Material Tertahan 43
Tabel 4. 6 Identifikasi Bottleneck 44
Tabel 4. 7 WIP dan *Inventory* Produksi 45
Tabel 4. 8 Estimasi Persentase Cacat Proses 46
Tabel 4. 9 Jumlah Unit Produk Cacat Tiap Proses 46
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Jumlah, Jenis, dan *Defect Rate* Produk Tiap Proses 47
Tabel 4. 11 Skala Defect dan Kategori Mutu 49
Tabel 4. 12 Klasifikasi *Defect Rate*, *Skala Defect*, dan Kategori Mutu 49
Tabel 4. 13 Data Kecepatan Pemenuhan Pesanan Mendadak 50
Tabel 4. 14 Data Frekuensi Perubahan Jadwal Produksi 51
Tabel 5. 1 Uraian Permasalahan *Waiting Time* pada Proses *Tanning* 58
Tabel 5. 2 Uraian Permasalahan *Inventory* WIP pada Proses *Toggle Drying* 60
Tabel 5. 3 Uraian Permasalahan *Defect* pada Proses *Toggle Drying* 62
Tabel 5. 4 Uraian Permasalahan Defect pada Proses Spraying 63
Tabel 5. 5 Mitigasi Risiko Terjadinya *Defect* pada *Toggle Drying* 68
Tabel 5. 6 Mitigasi Risiko Terjadinya *Defect* pada *Spraying* 69
Tabel 5. 7 *Waiting Time* dan WIP Setelah Usulan Perbaikan 70
Tabel 5. 8 Klasifikasi *Defect Rate*, Skala *Defect*, dan Kategori Mutu Setelah Usulan Perbaikan 71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Pertumbuhan Industri Kulit, Barang dari Kulit, dan Alas Kaki 2011–2025..... 2
Gambar 2. 1 *The Seven Wastes*..... 23
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian..... 29
Gambar 4. 1 Alur Proses Produksi 33
Gambar 4. 2 *Italian Shaving Machine*..... 34
Gambar 4. 3 *Tannery Drum*..... 34
Gambar 4. 4 *France Setting Out Machine* 35
Gambar 4. 5 *Framework Aluminium Coat Toggle Dryer*..... 35
Gambar 4. 6 *Manual Spray* 36
Gambar 4. 7 *Digital Measuring Machine* 36
Gambar 4. 8 *Italian Buffing Machine*..... 37
Gambar 4. 9 *Roller Coater*..... 38
Gambar 4. 10 Bahan Baku *Wet Blue* dan Nabati..... 38
Gambar 4. 11 Diagram Batang Perbandingan *Waiting Time* dan WIP..... 44
Gambar 5. 1 *Fishbone Diagram* Penyebab *Waiting Time* pada Proses *Tanning* 58
Gambar 5. 2 *Fishbone Diagram* Penyebab Tingginya WIP pada Proses *Toggle Drying*..... 60
Gambar 5. 3 *Fishbone Diagram* Penyebab *Defect* pada Proses *Toggle Drying*..... 61
Gambar 5. 4 *Fishbone Diagram* Penyebab *Defect* pada Proses *Spraying* 63

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia industri dihadapkan kepada tekanan, ketidakpastian, dan juga lingkungan bisnis yang sangat dinamis semenjak memasuki era industri modern, khususnya sejak dimulainya revolusi industri 4.0. Panorama industri telah diubah oleh peralihan preferensi konsumen yang cepat, penerapan teknologi digital, serta permintaan akan keberlanjutan (Schwab, 2016). Sektor industri penyamakan kulit di Indonesia memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional, terutama sebagai penyedia bahan baku utama bagi berbagai industri kulit dan produk turunannya. Industri ini telah berkembang sejak era kolonial dan terus beradaptasi seiring perubahan regulasi, teknologi, serta tuntutan pasar domestik maupun ekspor (Anditya, 2011). Pemerintah melalui berbagai kebijakan, seperti fasilitasi bahan baku, insentif teknologi ramah lingkungan, dan penguatan rantai pasok, berupaya mendorong peningkatan daya saing industri penyamakan kulit agar mampu bersaing di pasar global.

Salah satu pencapaian utama industri penyamakan kulit Indonesia adalah produksi kulit samak sapi yang menjadi komoditas utama ekspor dan bahan baku industri alas kaki, *fashion*, dan otomotif. Data Kementerian Perindustrian mencatat bahwa volume produksi kulit samak Indonesia berkontribusi signifikan terhadap penyerapan tenaga kerja dan nilai tambah industri manufaktur. Pada periode 2008 hingga 2018, meski jumlah unit usaha menurun dari 312 menjadi 169 perusahaan, Indonesia tetap menjadi salah satu pemasok kulit samak terbesar di Asia Tenggara (Kemenperin RI, 2020). Namun demikian, industri penyamakan kulit juga menghadapi tantangan yang tidak ringan, seperti pengetatan regulasi lingkungan, fluktuasi harga dan pasokan bahan baku, serta meningkatnya persaingan produk kulit impor. Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan Bank Indonesia menunjukkan bahwa nilai ekspor produk kulit samak dan produk kulit olahan Indonesia sempat mengalami fluktuasi, namun tetap memberikan kontribusi positif bagi pendapatan nasional. Selain data ekspor, perkembangan industri kulit dalam negeri juga dapat dilihat dari tren pertumbuhannya. Grafik berikut menyajikan tren pertumbuhan industri kulit, barang dari kulit, dan alas kaki di Indonesia periode 2011–2025 berdasarkan data BPIPI Kemenperin yang diolah oleh Indoanalisis Research.

Gambar 1. 1 Pertumbuhan Industri Kulit, Barang dari Kulit, dan Alas Kaki 2011–2025

Sumber: (BPIPI Kemenperin Datacenter, 2025)

Berdasarkan grafik pertumbuhan industri kulit, barang dari kulit, dan alas kaki periode 2011–2025, terlihat bahwa kontribusi industri ini terhadap PDB nonmigas cenderung meningkat secara konsisten dari kisaran 21% pada 2011 hingga lebih dari 30% pada 2023–2024. Meskipun sempat mengalami kontraksi tajam pada 2020 akibat pandemi Covid-19, industri mampu pulih cepat dengan pertumbuhan positif sejak 2021. Secara keseluruhan, tren ini menunjukkan bahwa industri kulit dan alas kaki tetap memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional serta menunjukkan daya tahan yang kuat menghadapi tekanan eksternal. Hal ini tidak terlepas dari kemampuan industri untuk memanfaatkan sumber daya serta kemampuan adaptasi industri terhadap perubahan teknologi, pasar, dan regulasi yang menjadi faktor utama penentu keberlanjutan dan daya saing sektor ini (Yuliani & Sari, 2022).

Salah satu pelaku industri penyamakan kulit di Yogyakarta, Pabrik Kulit Fajar Makmur menghadapi sejumlah tantangan yang semakin kompleks di tengah dinamika permintaan pasar. Pabrik Kulit Fajar Makmur dalam aktivitasnya fokus terhadap pengolahan lanjutan kulit yang telah melalui tahap penyamakan dasar menjadi *wet blue* atau kulit nabati, kemudian mengolahnya menjadi kulit siap pakai sesuai spesifikasi pelanggan, baik berupa kulit lembaran

maupun produk jadi dalam skala terbatas. Berdasarkan keterangan dari manajer produksi, kepala proses, dan kepala *finishing* di Pabrik Kulit Fajar Makmur, penyumbang *waste* terbesar dalam proses produksi adalah *waiting time* (waktu tunggu) yang tinggi, penumpukan *inventory* WIP (*work in process*), serta *defect* (cacat produksi). Mereka sepakat bahwa *waste* ini muncul akibat alur produksi yang tidak seimbang, kurangnya pengaturan kapasitas di proses kunci, serta belum optimalnya kontrol kualitas dan lingkungan kerja di titik rawan cacat. *Waste* yang paling dominan bukan berasal dari *overproduction* atau transportasi, melainkan dari aspek waktu tunggu, akumulasi material di tengah proses, dan cacat produk yang berulang sehingga seluruhnya berdampak langsung pada rendahnya efisiensi, mutu, dan kecepatan respon terhadap pesanan pelanggan.

Urgensi muncul ketika Pabrik Kulit Fajar Makmur menghadapi permasalahan utama dalam hal efisiensi dan mutu produksi. *Waiting time* di proses *tanning* dan *toggle drying* masih tinggi, masing-masing sebesar 35,89 menit/*batch* dan 20,44 menit/*batch* sehingga menimbulkan penumpukan WIP hingga 484 ft² pada *tanning* dan 660 ft² pada *toggle drying*. Kondisi ini menyebabkan aliran material tidak lancar dan memperpanjang *lead time* produksi. Selain itu, *defect rate* pada *toggle drying* dan *spraying* juga masih di atas ambang yang diharapkan, yaitu 1,82% dan 1,08%, sementara proses-proses lain sudah masuk kategori sangat baik. Dari sisi *agility* operasional, kecepatan pemenuhan pesanan mendadak rata-rata memerlukan waktu 12–17 hari/order dan fleksibilitas penyesuaian jadwal produksi juga masih terbatas.

Waiting time yang panjang secara langsung memperpanjang *lead time* dalam proses produksi. Hal ini dikarenakan *waiting time* merupakan salah satu komponen utama pembentuk *lead time* selain waktu *value added* dan waktu proses lainnya. Semakin lama material atau produk menunggu di antara tahapan proses (baik akibat antrian, *bottleneck*, atau keterlambatan aliran), semakin lama pula total waktu untuk menyelesaikan seluruh pesanan hingga siap dikirim ke pelanggan. *Lead time* yang panjang berdampak langsung pada peningkatan potensi keterlambatan pengiriman, menurunnya kepuasan pelanggan, dan peningkatan biaya operasional seperti penyimpanan serta *overhead*. Kondisi ini juga menyebabkan turunnya daya saing perusahaan dibanding kompetitor yang memiliki proses lebih efisien (Supriyanto, Kusumawardani, Rizkiyah, & Savitri, 2024). Selain itu, *lead time* yang panjang menyebabkan ketidakpastian dalam perencanaan produksi dan inventori, memperbesar kemungkinan terjadinya *overstock* ataupun *stockout* saat permintaan pasar meningkat (Anista & Widiyastuti,

2016). Risiko ini akhirnya mengurangi profitabilitas perusahaan dan menurunkan kelincahan perusahaan dalam merespon perubahan kebutuhan pasar secara cepat dan tepat. Akan tetapi, hal ini dibuktikan dalam penelitian oleh Sari et al. (2017), di mana total waktu tidak bernilai tambah (*non-value added time*) akibat *waiting time* mencapai 57,8% dari *lead time* proses produksi. Pengurangan *waiting time* menggunakan pendekatan *lean manufacturing*, *lead time* secara keseluruhan dapat ditekan secara signifikan sehingga perusahaan mampu meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan kecepatan respons terhadap kebutuhan pasar.

Fenomena lain, *defect rate* produk yang masih berada di atas target yang diharapkan, serta rendahnya fleksibilitas dalam menghadapi perubahan spesifikasi dan varian produk dari pelanggan. Pengamatan internal perusahaan selama setahun terakhir menunjukkan sering terjadi antrian proses yang panjang, *idle* mesin, dan *bottleneck* antara proses *tanning* dan *toggle drying*. Ketika permintaan produk spesifik meningkat, kapasitas adaptasi lini produksi cenderung lambat, bahkan *throughput* menurun saat *switching* varian produk. Kondisi ini sangat bertolak belakang dari prinsip *lean* dan *agile manufacturing*, di mana perusahaan idealnya mampu meminimalkan pemborosan waktu, mengoptimalkan *flow* produksi, serta responsif dan fleksibel terhadap perubahan permintaan pasar.

Berangkat dari fenomena dan data operasional tersebut, dapat dikaitkan bahwa masalah utama di Pabrik Kulit Fajar Makmur adalah tingginya *waste* berupa *waiting time*, *inventory* WIP berlebih, dan *defect* yang konsisten terjadi di proses produksi (X1), serta lambatnya kecepatan respon dan rendahnya fleksibilitas terhadap perubahan (X2). Berbagai studi terdahulu membuktikan persoalan serupa di industri kulit membutuhkan pendekatan sistematis berbasis *improvement* yang terintegrasi. Penelitian ini secara khusus difokuskan pada produk kulit samak dari sapi, karena segmen ini merupakan penjualan utama Pabrik Kulit Fajar Makmur. Dengan demikian, peningkatan efisiensi pada proses kulit sapi akan berdampak paling signifikan pada performa perusahaan secara keseluruhan.

Ketahanan atau resiliensi suatu perusahaan menjadi elemen penting untuk menjaga kelangsungan usaha dalam menyikapi era industri masa kini dan tantangan globalisasi. Resiliensi merupakan suatu kondisi yang memungkinkan perusahaan untuk terus beroperasi dan segera pulih dari berbagai gangguan atau ancaman seperti perubahan permintaan, krisis pasokan bahan baku, atau pergeseran kebijakan lingkungan (Pettit, Fiksel, & Croxton, 2010). Masalah yang dihadapi Pabrik Kulit Fajar Makmur dapat berhubungan dengan belum optimalnya penerapan prinsip *lean manufacturing* dalam proses bisnis. Konsep *lean*

menekankan pada pengurangan pemborosan dan peningkatan efisiensi di semua aspek proses produksi. Berdasarkan hasil lapangan, aktivitas yang tidak menambah nilai seperti penantian bahan, pengulangan proses kerja, dan kekacauan dalam penyimpanan bahan baku menjadi penyebab utama inefisiensi. Sebaliknya, tantangan beradaptasi dengan perubahan yang cepat juga mengindikasikan rendahnya tingkat kelincahan perusahaan. *Agility* atau kelincahan operasional adalah kemampuan suatu perusahaan untuk beradaptasi dengan cepat dan fleksibel terhadap perubahan dalam permintaan, teknologi, dan pasar. Saat permintaan pelanggan berubah secara tiba-tiba, Pabrik Kulit Fajar Makmur membutuhkan waktu dua hingga tiga hari untuk menyesuaikan jadwal produksi, yang mencerminkan lambannya proses pengambilan keputusan dan koordinasi. Hal ini menunjukkan bahwa fleksibilitas sistem produksi dan manajemen masih harus diperbaiki agar perusahaan dapat bertahan dalam kondisi bisnis yang tidak menentu.

Lean dan *agility* adalah dua strategi komplementer yang bertujuan untuk memperkuat ketahanan perusahaan. *Lean* bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam proses internal, sementara *agility* mendorong penyesuaian eksternal yang cepat. Di dalam konteks Pabrik Kulit Fajar Makmur, penggabungan keduanya dapat mendukung perusahaan dalam menghadapi disrupsi dengan cara yang lebih terencana dan terorganisir. Dengan mengurangi pemborosan, mempercepat proses, dan meningkatkan kemampuan beradaptasi, perusahaan dapat lebih siap menghadapi ketidakpastian dan memelihara keberlangsungan operasional. Namun, masih minim penelitian yang secara spesifik menguji pengaruh integrasi *lean* dan *agility* dalam konteks industri penyamakan kulit, terutama di Indonesia.

Maka dari itu, penelitian ini mengusulkan penerapan dua pendekatan strategis, yakni *lean manufacturing* dan *agilily*. *Lean manufacturing* merupakan filosofi dan metode untuk menghilangkan pemborosan (*waste*), mempercepat aliran produksi, dan memastikan setiap proses bernilai tambah bagi pelanggan. Sementara itu, *agility* adalah pendekatan yang menekankan respon cepat, fleksibilitas, dan adaptasi terhadap permintaan serta spesifikasi yang berubah-ubah di pasar modern. Kedua pendekatan ini diperlukan secara bersamaan karena *lean* lebih menekankan efisiensi dan reduksi *waste*, sementara *agile* menjamin daya respons dan kemampuan perusahaan beradaptasi dinamis tanpa mengorbankan kinerja produksi.

Penggabungan *lean manufacturing* dan *agility* di Pabrik Kulit Fajar Makmur bertujuan untuk meminimalkan pemborosan, mengurangi *defect rate* dan *inventory*, serta meningkatkan kecepatan respon dan fleksibilitas produksi, sehingga memperkuat daya saing dan resiliensi

perusahaan sebagai pelaku industri penyamakan kulit di Indonesia. Menyadari urgensi permasalahan dan masih terbatasnya kajian terintegrasi di penelitian sebelumnya, penelitian ini berfokus pada usulan perbaikan yang relevan dan implementatif melalui integrasi dua pendekatan tersebut dengan harapan dapat memberikan kontribusi nyata bagi Fajar Makmur maupun industri sejenis untuk membangun sistem produksi yang lebih efisien, adaptif, dan tangguh di tengah dinamika pasar *modern*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dibuat sebagai berikut.

1. Bagaimana penerapan dan dampak *lean manufacturing* dalam mengidentifikasi dan mengurangi *waste* utama pada proses produksi di Pabrik Kulit Fajar Makmur?
2. Bagaimana perubahan indikator *agility,* yaitu kecepatan pemenuhan pesanan mendadak dan fleksibilitas jadwal, sebelum dan setelah usulan perbaikan?
3. Bagaimana sinergi *lean manufacturing* dan *agility* dalam meningkatkan resiliensi Pabrik Kulit Fajar Makmur?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Menganalisis penerapan dan dampak *lean manufacturing* dalam mengidentifikasi serta mengurangi *waste* utama di proses produksi Pabrik Kulit Fajar Makmur.
2. Mengevaluasi perubahan indikator *agility*, khususnya kecepatan pemenuhan pesanan mendadak dan fleksibilitas jadwal, sebelum dan setelah usulan perbaikan.
3. Menganalisis peran sinergi *lean manufacturing* dan *agility* serta merumuskan usulan perbaikan untuk meningkatkan resiliensi operasional Pabrik Kulit Fajar Makmur.

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat dari penelitian tugas akhir yang dilakukan di Pabrik Kulit Fajar Makmur.

1. Memberikan solusi terukur dalam menurunkan *waste* utama (*waiting time*, WIP, *defect*) di industri kulit.
2. Menjadi acuan implementasi *lean manufacturing* dan *agility* untuk peningkatan efisiensi, mutu, serta ketahanan produksi.

3. Menyajikan data perbandingan kinerja sebelum dan sesudah perbaikan yang menjadi dasar evaluasi objektif bagi manajemen sekaligus mendukung pengambilan keputusan strategis perusahaan untuk menjaga daya saing dan adaptasi terhadap pasar.
4. Memberikan referensi ilmiah dan rekomendasi integratif mengenai penerapan resiliensi industri berbasis *lean-agile*, khususnya dalam membangun sistem produksi yang resilien di industri penyamakan kulit Indonesia, seperti Pabrik Kulit Fajar Makmur.

1.5 Batasan Penelitian

Dalam penelitian, diperlukan batasan-batasan penelitian agar penelitian berjalan dengan tepat. Batasan yang digunakan dalam penelitian kali ini sebagai berikut.

1. Penelitian hanya difokuskan pada aktivitas internal di Pabrik Kulit Fajar Makmur, khususnya proses produksi penyamakan kulit sapi. Tidak membahas rantai pasok secara keseluruhan.
2. Variabel yang dianalisis terbatas pada *lean manufacturing*, *agility*, dan resiliensi, tanpa memasukkan faktor lain seperti inovasi produk, strategi pemasaran, maupun keberlanjutan lingkungan.
3. Pengumpulan data dilakukan pada bagian yang terkait langsung dengan proses produksi, meliputi alur kerja, tenaga kerja produksi, dan sistem manajemen operasional, tidak mencakup departemen pemasaran dan keuangan.
4. Penelitian hanya membahas *waste* utama, yaitu *waiting time*, *inventory* WIP, dan *defect*. Karena faktor inilah yang paling dominan di pabrik, sementara *waste* lain tidak dianalisis karena dampaknya kecil.
5. Studi kasus dilakukan hanya pada satu perusahaan, yaitu Pabrik Kulit Fajar Makmur, tanpa membandingkan dengan perusahaan penyamakan kulit lainnya.
6. Penelitian ini terbatas pada tahap usulan perbaikan yang telah dinilai implementatif oleh manajer produksi.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Tinjauan pustaka dimulai dengan mengkaji penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian pada tugas akhir ini. Kajian literatur mencakup topik penelitian mengenai resiliensi, penggunaan metode *lean manufacturing*, dan *agility.*

2.1.1 Penelitian Terkait Resiliensi dalam Industri Manufaktur

Resiliensi dalam industri manufaktur menjadi sangat penting mengingat semakin kompleksnya tantangan yang dihadapi sektor ini dalam menghadapi dinamika pasar global, gangguan rantai pasok, serta perubahan teknologi yang cepat. Resiliensi manufaktur tidak hanya berfokus pada kemampuan bertahan, tetapi juga bagaimana perusahaan dapat beradaptasi dan pulih secara efektif dari berbagai gangguan operasional. Beragam studi telah mengkaji faktor-faktor kunci yang mempengaruhi resiliensi tersebut. Dalam artikel berjudul "*Evaluating Firm Resilience Through Responsiveness and Logistics Outsourcing in the Covid-19 Era"* tahun 2024, mengkaji bagaimana perusahaan dapat meningkatkan resiliensi menghadapi gangguan besar selama era Covid-19 melalui dua strategi utama, yakni peningkatan responsivitas dan *outsourcing* logistik. Studi ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan survei terhadap 286 perusahaan manufaktur dan jasa di Finlandia yang mengalami dampak pandemi secara langsung terhadap rantai pasok dan operasional perusahaan. Analisis data dilakukan dengan metode regresi linier untuk menilai hubungan antara tingkat responsivitas perusahaan, intensitas *outsourcing* logistik, serta tingkat resiliensi yang dicapai selama pandemi. Selain itu, dilakukan analisis moderasi guna mengetahui apakah efek positif *outsourcing* logistik terhadap resiliensi lebih besar pada perusahaan yang memiliki tingkat responsivitas tinggi. Hasil penelitian menunjukkan menunjukkan responsivitas rata-rata 4,1 dari 5 dan lebih dari 53% perusahaan memperluas outsourcing logistik. Kedua strategi tersebut secara signifikan meningkatkan resiliensi perusahaan, dengan responsivitas memiliki pengaruh kuat (β 0,36–0,41) dan *outsourcing* logistik berkontribusi (β 0,29). Kombinasi keduanya bahkan meningkatkan resiliensi hingga 7–12% lebih tinggi dibanding dengan perusahaan dengan responsivitas rendah. Kesimpulannya, sinergi responsivitas dan *outsourcing* logistik menjadi kunci utama keberhasilan perusahaan dalam mengelola ketidakpastian dan mempertahankan operasi di masa krisis (Laari, Rintala, Töyli, Solakivi, & Ojala, 2024).

Penelitian lain yang berkaitan dengan resiliensi dalam industri manufaktur adalah penelitian dengan judul "*Resilience Index Development for the Manufacturing Industry based on Robustness, Resourcefulness, Redundancy, and Rapidity*", tahun 2021. Penelitian ini mengembangkan indeks resiliensi manufaktur berbasis empat pilar, yaitu *robustness*, *resourcefulness*, *redundancy*, dan *rapidity* yang dievaluasi melalui indikator di fungsi operasi, keuangan, strategi, dan SDM. Hasil utama menyatakan *redundancy* terutama ketersediaan dana cadangan adalah penentu resiliensi tertinggi. Model yang dibangun memberikan panduan komprehensif bagi perusahaan untuk mengevaluasi dan memprioritaskan sumber daya serta strategi peningkatan resiliensi melalui penguatan indikator yang relevan di setiap fungsi bisnis (Sambowo & Hidayatno, 2021).

Penelitian selanjutnya berjudul "*Resilience Compass Navigation Through Manufacturing Organization Uncertainty – A Dynamic Capabilities Approach Using Mixed Methods*" pada tahun 2024, di mana peneliti mengembangkan dan menguji alat penilaian yang disebut *resilience compass* untuk membantu perusahaan manufaktur menavigasi ketidakpastian organisasi melalui pendekatan *dynamic capabilities* (kemampuan dinamis). Alat ini menggabungkan 54 praktik resiliensi yang diklasifikasikan dalam 11 kemampuan dinamis utama, yang beroperasi dalam tiga tahap temporal resiliensi, yaitu *anticipation* (antipasi), *coping* (mengatasi), dan *adaptation* (adaptasi). Diuji pada enam perusahaan manufaktur, alat ini menunjukkan bahwa tahap antisipasi mendapat skor pengaplikasian tertinggi (68%) sedangkan adaptasi transformasi proses masih perlu pengembangan (50%). *Resilience compass* membantu manajemen fokus menguatkan praktik dan kemampuan yang paling lemah, meningkatkan kesiapan dan kelangsungan operasi manufaktur dalam menghadapi risiko dan gangguan (Chari, et al., 2024).

Selain itu, pada penelitian berjudul "Resiliensi Bisnis UMKM Produk Olahan Ikan selama Masa Pandemi: Peluang dan Kendala" tahun 2022 mengkaji kemampuan bertahan dan beradaptasi UMKM produk olahan ikan, khususnya UD Barokah di Kabupaten Gresik, Jawa Timur, selama pandemi Covid-19. Meskipun menghadapi kendala seperti kebijakan pembatasan sosial, keterbatasan pasokan ikan berkualitas, dan hambatan distribusi, UMKM ini berhasil meningkatkan omset melalui diversifikasi produk dan pemasaran digital (media sosial dan *e-commerce).* Data menunjukkan omset penjualan UD Barokah meningkat signifikan dari Rp210 juta pada 2017 menjadi Rp3 miliar selama pandemi tahun 2020, naik sekitar 66% dibanding tahun sebelumnya. Peran kemitraan dan jaringan bisnis juga menjadi kunci dalam

mempertahankan kelangsungan usaha. Kendala utama adalah pasokan bahan baku dan hambatan regulasi ekspor. Secara keseluruhan, UMKM dapat bertahan dan memperoleh peluang pertumbuhan di masa krisis dengan strategi adaptasi fleksibel dan digitalisasi (Rahmi & Sudarmiatin, 2022).

Penelitian lainnya berjudul “"Identifikasi Pengaruh antar Faktor *Vulnerability* pada Resiliensi Rantai Pasok Industri Otomotif di Indonesia" menggunakan metode DEMATEL (*Decision Making Trial and Evaluation Laboratory*) untuk mengidentifikasi dan memvisualisasikan hubungan sebab-akibat antar faktor *vulnerability*, serta mengukur bobot dan tingkat pengaruh masing-masing faktor terhadap sistem rantai pasok. Terdapat 10 subfaktor *vulnerability* yang divalidasi oleh para ahli dari institusi riset dan industri otomotif, mencakup faktor seperti ketergantungan jaringan pasok yang luas, *outsourcing*, fluktuasi permintaan pasar, ketergantungan pada pemasok utama, dan isu sumber daya manusia. Faktor paling berpengaruh yang menjadi pemicu utama kerentanan rantai pasok adalah ketergantungan pada jaringan suplai yang luas dan kompleks, diikuti oleh ketergantungan pada *outsourcing* dan pemasok tunggal yang meningkatkan risiko gangguan. Diagram sebab-akibat DEMATEL mengindikasikan bahwa faktor-faktor tersebut saling mempengaruhi satu sama lain secara kompleks sehingga strategi peningkatan resiliensi harus menitikberatkan pada diversifikasi sumber pasok, kolaborasi *stakeholder*, dan penguatan kapabilitas internal perusahaan. Penelitian ini menegaskan pentingnya merancang sistem rantai pasok otomotif yang lebih tahan gangguan dengan meminimalkan risiko melalui pengelolaan faktor *vulnerability* secara terpadu (Ramdhani & Munikhah, 2022).

2.1.2 Penelitian Terkait Penerapan *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing telah menjadi salah satu pendekatan yang banyak diterapkan di berbagai sektor industri untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi pemborosan, dan mengoptimalkan proses produksi. Dalam penelitian berjudul “Penerapan *Lean Manufacturing* dengan Metode *Value Stream Mapping* untuk Mengurangi *Cycle Time* pada Bagian Perakitan *Spring Mattress* di PT X” pada tahun 2024, peneliti berhasil mengidentifikasi dan menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah sehingga dapat mengurangi waktu siklus produksi secara signifikan. Berdasarkan pengukuran waktu siklus dan analisis aliran proses saat ini, dilakukan perbaikan tata letak menggunakan *Systematic Layout Planning* (SLP) yang mengurangi jarak perpindahan material hingga 56,77%. Selain itu, penerapan metode SMED menurunkan waktu *set-up* mesin

secara signifikan. Hasilnya, waktu siklus pada berbagai tahapan perakitan berkurang antara 5,4% hingga 45,3%, meningkatkan efisiensi proses produksi secara keseluruhan dan menekan biaya produksi (Suwandi & Suhada, 2024).

Penerapan metode *Lean Manufacturing* untuk menganalisis dan mengurangi pemborosan (*waste*) pada sistem produksi, seperti dalam penelitian berjudul "*Analysis of Waste in the Production System with the Approach Lean Manufacturing Method*". Peneliti menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) untuk memetakan proses produksi pada PT Cipta Oggi yang memproduksi produk furnitur dan mengidentifikasi aktivitas yang tidak bernilai tambah. Sebanyak 22 aktivitas *non-value added* ditemukan dengan waktu total 427 menit yang dapat dieliminasi. Setelah perbaikan, waktu produksi berkurang dari 1.353 menit menjadi 926 menit. Hasil perbaikan ini meningkatkan *Process Cycle Efficiency* (PCE) dari 46,8% menjadi 68,4%. Selain VSM, metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk menemukan akar penyebab pemborosan utama, yang diidentifikasi sebagai *overprocessing* dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi, yaitu 420. Rekomendasi utama mencakup pengelolaan penyimpanan yang lebih aman untuk mengurangi risiko kerusakan dan kebutuhan proses *rework*, serta menambah personel untuk inspeksi guna menekan frekuensi *rework* (Utomo & Pudji, 2025).

Selain itu, terdapat penelitian yang berjudul "Optimalisasi Alur Kerja Pengambilan *Material Processor* dengan Metode *Lean Manufacturing* Pada PT. XYZ". Dalam penelitian ini, dilakukan identifikasi pada bagian gudang yang mengalami permasalahan alur kerja pengambilan *material processor* akibat tata letak penyimpanan yang tidak optimal dan banyak pemborosan aktivitas. Maka dari itu, diterapkan metode *lean manufacturing* untuk mengurangi *waste* dan memperbaiki efisiensi. Melalui analisis alur kerja dan optimalisasi tata letak rak serta sentralisasi penyimpanan, waktu pengambilan material berhasil dipangkas dari 12 menit menjadi 8 menit, dan jarak tempuh *picker* berkurang dari 173 meter menjadi 115 meter. Optimalisasi tata letak menjadikan pengambilan material lebih fokus pada rak L, M, dan N sehingga *picker* tidak perlu berjalan jauh atau memutar ke rak bagian depan. Selain itu, kebutuhan ruang penyimpanan berkurang karena jumlah material yang harus disimpan semakin sedikit. Beberapa rak yang sebelumnya penuh kini kosong dan dapat dimanfaatkan untuk menyimpan material lain yang lebih dibutuhkan. Penerapan *lean manufacturing* ini secara nyata meningkatkan produktivitas *warehouse* PT XYZ dengan alur kerja yang lebih efisien dan

terorganisir, mengurangi *waste* waktu dan ruang, serta mendukung kelancaran distribusi material secara operasional (Erzon & Safirin, 2025).

2.1.3 Penelitian Terkait Penerapan *Agility* dalam Industri

Konsep *agility* dalam industri menekankan kemampuan perusahaan untuk merespons perubahan pasar dan lingkungan bisnis secara cepat dan tepat. Dalam artikel berjudul "*The Roles of Agility, Supply Chain Sustainability, and Risk Management on Operations Performance in Manufacturing Industry"* yang diterbitkan pada tahun 2025, mengkaji pengaruh manajemen risiko, keberlanjutan rantai pasok, dan kelincahan manufaktur terhadap kinerja operasional di industri manufaktur Indonesia. Data dikumpulkan dari 255 manajer manufaktur dan dianalisis menggunakan metode SEM (*Structural Equation Modeling*) atau regresi berganda untuk menguji pengaruh langsung dan tidak langsung antar variabel dengan SmartPLS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa manajemen risiko berpengaruh positif signifikan terhadap kelincahan manufaktur (koefisien regresi $\beta = 0.324$, $p < 0.001$) dan kinerja operasional ($\beta = 0.330$, $p < 0.001$). Praktik rantai pasok berkelanjutan juga memberikan pengaruh positif terhadap kelincahan manufaktur ($\beta = 0.305$, $p < 0.001$) dan sedikit lebih rendah tapi signifikan terhadap kinerja operasional ($\beta = 0.158$, $p = 0.01$). Sementara itu, kelincahan manufaktur menjadi faktor paling dominan dalam meningkatkan kinerja operasional dengan pengaruh yang sangat signifikan ($\beta = 0.419$, $p < 0.001$). Model integratif yang dibangun dalam penelitian ini menegaskan bahwa manajemen risiko dan keberlanjutan rantai pasok dapat meningkatkan kinerja operasional baik secara langsung maupun tidak langsung melalui peningkatan kelincahan manufaktur. Hal ini memberikan pemahaman bahwa strategi terpadu antara manajemen risiko, *sustainability*, dan *agility* sangat penting untuk menghadapi tantangan pasar yang dinamis dan ketidakpastian pasokan di industri manufaktur Indonesia (Syamil, La Ode, Rosariana, Aristy, & Liesl, 2025).

Dalam studi lainnya mengenai penerapan *agility* pada sektor industri berjudul "*Resilience and Agility in Sustainable Supply Chains: A Relational and Dynamic Capabilities View*" mengkaji bagaimana kapabilitas teknologi rantai pasok, *agility* (kelincahan), dan visibilitas bersama-sama meningkatkan resiliensi rantai pasok yang pada gilirannya mendukung keberlanjutan rantai pasok. Studi survei pada perusahaan manufaktur dan logistik di Inggris dan Amerika Serikat menggunakan *structural equation modeling* (SEM) mengonfirmasi bahwa ketiganya secara positif mempengaruhi resiliensi rantai pasok. Resiliensi rantai pasok

berkontribusi positif dan signifikan terhadap keberlanjutan rantai pasok. Studi menegaskan pentingnya kolaborasi antar perusahaan dan pengembangan kapabilitas teknologi untuk menciptakan rantai pasok yang tangguh, tanggap, dan berkelanjutan. Penguatan resiliensi melalui *agility* dan teknologi dapat membantu rantai pasok menghadapi gangguan besar seperti pandemi Covid-19 dengan lebih efektif (Akram, Islam, Chauhan, & Yaqub, 2024).

Penelitian selanjutnya yang berjudul "*Identification of Key Agility Variables to Improve Poultry Supply Chain Sustainability: Indonesian Case*" menggunakan metode *Interpretive Structural Modeling–Matriced Impacts Croisés Appliquée á un Classement* (ISM-MICMAC) untuk menganalisis hubungan antara variabel *agility* dan keberlanjutan dalam rantai pasok industri unggas Indonesia pasca Covid-19. Hasil menunjukkan bahwa *agility* merupakan pendorong utama keberlanjutan dengan *customer sensitivity* sebagai variabel kunci yang paling berpengaruh dalam meningkatkan kelangsungan rantai pasok nasional. Variabel *agility* lain seperti integrasi proses, integrasi informasi, dan kolaborasi juga berkontribusi signifikan terhadap dimensi ekonomi, sosial, lingkungan, dan tata kelola keberlanjutan. Penelitian ini menekankan pentingnya meningkatkan kelincahan rantai pasok, terutama melalui respons cepat dan adaptasi terhadap kebutuhan pelanggan, untuk memperkuat daya tahan dan keberlanjutan industri unggas nasional di tengah ketidakpastian pasar dan gangguan eksternal (Yunita, Hasibuan, & Thaheer, 2022).

Penelitian lainnya dengan judul "Kajian Manajemen Strategik: *Strategies for Building Resilience and Agility* Pada PT Citilink Indonesia *Post* – Covid-19", mengevaluasi strategi yang diterapkan PT Citilink Indonesia dalam membangun ketahanan (*resilience*) dan kelincahan (*agility*) menghadapi tantangan pandemi Covid-19 dan masa pascapandemi. Pendekatan kualitatif dan data sekunder digunakan sebagai metode untuk mengeksplorasi langkah adaptasi dan transformasi perusahaan selama krisis. Citilink menerapkan Satuan Tugas Covid-19, protokol kesehatan ketat, dan penyesuaian jadwal penerbangan pada masa krisis (fase *respond*), kemudian mengakselerasi digitalisasi layanan, pengembangan produk baru, dan negosiasi kontrak demi pemulihan operasional (fase *recover*). Transformasi digital yang menyeluruh diterapkan oleh Citilink dengan mengembangkan *middleware* API, pelayanan *check-in online*, dan aplikasi *mobile* untuk memperbaiki pengalaman pelanggan dan efisiensi operasional. Kemampuan untuk cepat beradaptasi menjadi faktor utama keberhasilan perusahaan dalam bertahan dan berkembang, didukung oleh penerapan *agility* yaitu inovasi dalam pengelolaan sumber daya manusia melalui metode *agile* dan *design thinking* yang meningkatkan fleksibilitas

dan efektivitas tim HR, termasuk efisiensi biaya serta hubungan yang kuat dengan pemasok. Secara keseluruhan, strategi perusahaan didasarkan pada tiga fase penting, yaitu *respond* (mengelola krisis saat pandemi, *recover* (memulihkan operasi), dan *thrive* (memanfaatkan peluang untuk pertumbuhan berkelanjutan). Penelitian menegaskan efektivitas strategi tersebut dalam meningkatkan *resilience* dan *agility* sehingga PT Citilink mampu bertahan dan berkembang menghadapi krisis global dan disrupsi pasar (Setiawati, Sopyan, Ganeva, Pangaribuan, & Nurmalitasari, 2024).

2.1.4 Penelitian Terkait Integrasi *Lean*, *Agility*, dan Resiliensi

Integrasi *lean*, *agility*, dan resiliensi menjadi kunci strategis dalam meningkatkan kinerja operasional dan ketahanan jangka panjang pada sektor manufaktur maupun jasa. Salah satunya, terdapat penelitian berjudul "*Development and Proposal of a LARG (Lean, Agile, Resilient, Green) Performance Measurement System for a Food Supply Chain*". Dalam penelitian ini, peneliti mengembangkan sistem pengukuran kinerja rantai pasok pangan berbasis empat unsur utama: *lean*, *agile*, *resilient*, dan *green* (LARG) melalui kajian literatur sistematis dan metode inferensi fuzzy Mamdani. Penelitian menunjukkan tren peningkatan signifikan penelitian LARG sejak 2018 dengan fokus pada pengukuran efisiensi, kelincahan, ketahanan, dan keberlanjutan lingkungan. Sistem yang diusulkan membantu perusahaan mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan operasional secara komprehensif, mendukung pengambilan keputusan manajerial yang lebih tepat untuk meningkatkan efisiensi, fleksibilitas, ketahanan, serta keberlanjutan rantai pasok pangan. Pendekatan ini krusial untuk memperkuat daya saing dan kelangsungan bisnis di industri pangan yang semakin kompleks dan dinamis (Bottani, Bigliardi, & Rinaldi, 2022).

Studi lain berjudul "*Analysis of Lean-Agile-Resilient-Green* (LARG) *Implementation in The Electric Car Industry in Indonesia*" mengevaluasi penerapan *lean*, *agile*, *resilient*, dan *green* (LARG) dalam industri mobil listrik Indonesia dengan metode AHP dan OMAX. Total kendaraan listrik yang terdaftar di Indonesia sampai Agustus 2023 mencapai 81.525 unit, termasuk 18.300 unit mobil listrik roda empat. Peneliti menemukan bahwa aspek *resilience* dan *green* memiliki performa sangat rendah (di bawah 10 persen) dan menjadi prioritas utama untuk perbaikan, sementara *lean* dan *agile* menunjukkan nilai implementasi yang sedikit lebih baik, masing-masing sekitar 29% dan 15%. Hasil ini mengindikasikan bahwa industri mobil listrik nasional masih dalam tahap awal pengembangan sistem produksi yang efisien, tangkas, tahan

banting, dan ramah lingkungan. Penelitian menekankan kebutuhan peningkatan ketahanan proses produksi serta adopsi praktik keberlanjutan lingkungan guna mendukung daya saing dan produktivitas jangka panjang. Studi ini memberikan dasar bagi pengembangan dan investasi berkelanjutan dalam aspek LARG di industri otomotif listrik Indonesia (Purba, Jaqin, Aisyah, & Nabilla, 2024).

Artikel berjudul "*A SCOR-Based Model to Evaluate LARG Supply Chain Performance Using a Hybrid MADM Method*" ini mengembangkan model evaluasi kinerja rantai pasok berbasis SCOR yang mengintegrasikan dimensi *lean*, *agile*, *resilient*, dan *green* (LARG) menggunakan pendekatan *hybrid Multiple Attribute Decision Making* (MADM). Studi kasus pada rantai pasok agroindustri ikan pangasius di tiga wilayah di Indonesia menghasilkan skor kinerja total 78.81 dari 100 dengan performa sedang pada *reliability*, *responsiveness*, *agility*, *cost*, dan *asset management*, namun terdapat kelemahan signifikan pada *order fulfillment cycle time* (63.60) dan *cash-to-cash cycle time* (51.70). Model ini menggunakan visualisasi data interaktif dan pemrosesan berbasis *cloud* untuk memudahkan pemantauan dan pengambilan keputusan. Hasilnya menunjukkan bahwa model SCOR-LARG efektif dalam mengidentifikasi prioritas perbaikan kinerja rantai pasok, terutama pada aspek kecepatan siklus dan pengelolaan kas, untuk meningkatkan efisiensi dan daya saing rantai pasok di industri pangan Indonesia (Divsalar, Ahmadi, & Nemati, 2020).

Rangkuman kajian literatur dari penelitian terdahulu yang mencakup nama peneliti, tahun, judul penelitian, metode, dan objek penelitian disajikan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Kajian Literatur

No	Nama Peneliti & Tahun	Judul	Metode Penelitian	Objek Penelitian
1.	Sini Laari, Oskari Rintala, Juuso Töyli, Tomi Solakivi, Lauri Ojala (2024)	*Evaluating Firm Resilience Through Responsiveness and Logistics Outsourcing in The* Covid-19 *Era*	Analisis Regresi Linier dan Analisis Moderasi	Perusahaan manufaktur dan jasa
2.	Almira Lavina Sambowo dan	*Resilience Index Development for the Manufacturing*	Pemberian skor indikator resiliensi (*robustness,*	Sistem bisnis pada industri manufaktur

No	Nama Peneliti & Tahun	Judul	Metode Penelitian	Objek Penelitian
	Akhmad Hidayatno (2021)	*Industry based on Robustness, Resourcefulness, Redundancy, and Rapidity*	*resourcefulness, redundancy, rapidity*); analisis bobot dan pembentukan matriks kinerja resiliensi menggunakan rata-rata skor ahli.	Indonesia, fokus pada fungsi operasional dan organisasi.
3.	Arpita Chari, Mélanie Despeisse, Björn Johansson, Sandra Morioka, Cláudia Fabiana Gohr, dan Johan Stahre (2024)	*Resilience Compass Navigation Through Manufacturing Organization Uncertainty – A Dynamic Capabilities Approach Using Mixed Methods*	Pendekatan *dynamic capabilities* untuk mengukur resiliensi organisasi dengan analisis kuantitatif *Content Validity Index* (CVI) dan kualitatif (wawancara, survei, *pilot test*)	Perusahaan manufaktur di sektor otomotif, aeronautika, baterai elektronik, dan alat mesin di kawasan Uni Eropa
4.	Vembri Aulia Rahmi dan Sudarmiatin Sudarmiatin (2022)	Resiliensi Bisnis UMKM Produk Olahan Ikan selama Masa Pandemi: Peluang dan Kendala	Analisis deskriptif untuk mengidentifikasi peluang dan kendala selama masa pandemi.	UD Barokah yang merupakan UMKM produk olahan ikan di Kabupaten Gresik, Jawa Timur
5.	Ade Yanyan Ramdhani dan I Anna Tul Munikhah (2022)	Identifikasi Pengaruh antar Faktor *Vulnerability* pada Resiliensi Rantai Pasok Industri	Metode DEMATEL (*Decision Making Trial and Evaluation Laboratory*)	Sistem rantai pasok pada industri otomotif di Indonesia

No	Nama Peneliti & Tahun	Judul	Metode Penelitian	Objek Penelitian
		Otomotif di Indonesia		
6.	Nadia Natalia Suwandi dan Kartika Suhada (2025)	Penerapan *Lean Manufacturing* dengan Metode *Value Stream Mapping* untuk Mengurangi *Cycle Time* pada Bagian Perakitan *Spring Mattress* di PT X	Pendekatan *Lean Manufacturing* dengan menggunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM) membandingkan kondisi sebelum dan sesudah perbaikan untuk mengukur pengurangan *cycle time* dan peningkatan efisiensi	Proses produksi pada lini perakitan produk *spring mattress* di PT X
7.	Prastyo Utomo dan Endang Pudji (2025)	*Analysis of Waste in the Production System with the Approach Lean Manufacturing Method*	Pendekatan *Lean Manufacturing* dengan teknik *Value Stream Mapping* (VSM) menemukan penyebab pemborosan	PT Cipta Oggi yang merupakan perusahaan di bidang industri furnitur
8.	Elvi Anggino Erzon dan Mochammad Tutuk Safirin (2025)	Optimalisasi Alur Kerja Pengambilan *Material Processor* dengan Metode *Lean Manufacturing* Pada PT. XYZ	Pendekatan *Lean Manufacturing* dengan penggunaan alat *Value Stream Mapping* (VSM)	Proses pengambilan material jenis processor pada lini produksi di PT. XYZ,
9.	Ahmad Syamil, Nazaruddin La Ode, Bernadetha	*The Roles of Agility, Supply Chain*	SEM (*Structural Equation Modeling*) untuk menguji pengaruh	Perusahaan industri manufaktur di

No	Nama Peneliti & Tahun	Judul	Metode Penelitian	Objek Penelitian
	Christy Rosariana, Livia Maharani Aristy, dan Rut Liesl (2025)	*Sustainability, and Risk Management on Operations Performance in Manufacturing Industry*	langsung dan tidak langsung antar variabel.	Indonesia, khususnya yang berkecimpung dalam operasi, logistik, dan manajemen rantai pasok
10.	Manzoor Ul Akram, Nazrul Islam, Chetna Chauhan, Muhammad Zafar Yaqub (2024)	*Resilience and Agility in Sustainable Supply Chains: A Relational and Dynamic Capabilities View*	*Structural Equation Modelling* (SEM) untuk menguji hubungan antara *supply chain technology capabilities*, *agility*, visibilitas, resiliensi rantai pasok, dan keberlanjutan rantai pasok	Perusahaan manufaktur dan logistik di Inggris dan Amerika Serikat
11.	Ika Yunita, Sawarni Hasibuan, dan Hermawan Thaheer (2022)	*Identification of Key Agility Variables to Improve Poultry Supply Chain Sustainability: Indonesian Case*	Metode *Interpretive Structural Modeling dan Matriced Impacts Croisés Appliquée à un Classement* (ISM-MICMAC)	Rantai pasok industri unggas nasional Indonesia
12.	Diana Setiawati, Hisma Yuliet Abu Sopyan, Irvan Ganeva, Leviadi Pangaribuan, dan Safira	Kajian Manajemen Strategik: *Strategies for Building Resilience and Agility* Pada PT	Pendekatan *agility*, *resilience*, *dynamic capabilities*, dan *planned opportunism*	PT Citilink Indonesia yang merupakan salah satu maskapai penerbangan

No	Nama Peneliti & Tahun	Judul	Metode Penelitian	Objek Penelitian
	Nurmalitasari (2024)	Citilink Indonesia *Post* – Covid-19		
13.	Eleonora Bottani, Barbara Bigliardi, dan Mata Rinaldi (2022)	*Development and Proposal of a LARG (Lean, Agile, Resilient, Green) Performance Measurement System for a Food Supply Chain*	*Literature review* dan pengembangan *framework* keempat dimesi utama *Lean*, *Agile*, *Resilient*, dan *Green* (LARG)	Rantai pasok di sektor makanan/produk pangan (*food supply chain*)
14.	Humiras Hardi Purba, Choesnul Jaqin, Siti Aisyah, dan Mutiara Nabilla (2024)	*Analysis of Lean-Agile-Resilient-Green* (LARG) *Implementation in The Electric Car Industry in Indonesia*	*Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Objective Matrix* (OMAX) yang memungkinkan pengukuran bobot dan prioritas aspek LARG berdasarkan persepsi ahli	Industri otomotif mobil listrik di Indonesia
15.	Mehdi Divsalar, Marzieh Ahmadi, dan Yaser Nemati (2020)	*A SCOR-Based Model to Evaluate LARG Supply Chain Performance Using a Hybrid MADM Method*	SCOR Model dengan pendekatan *hybrid Multiple Attribute Decision Making* (MADM)	Perusahaan alat medis khususnya produsen jarum dan suntik di Iran

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Konsep Resiliensi

Resiliensi secara umum dapat diartikan sebagai kapabilitas seorang diri, sekelompok, atau sistem untuk mempertahankan dan menyesuaikan diri ketika menghadapi berbagai masalah, gangguan dan tantangan, baik yang terjadi secara tiba-tiba maupun berlangsung lama (Grotberg, 1995). Dalam industri manufaktur, resiliensi artinya perusahaan memiliki kemampuan untuk terus beroperasi, menjaga mutu produk, dan tetap bersaing, meskipun harus menghadapi tekanan seperti perubahan pasar, aturan baru, kendala pasokan, atau gangguan lain yang bisa memengaruhi jalannya produksi. Menurut Christoper dan Peck (2004), resiliensi bukan hanya sekadar bertahan (*survive*), tetapi juga mencakup proses pemulihan (*recovery*) yang cepat dan kemampuan untuk berkembang (*thrive*) di tengah perubahan.

Resiliensi dalam industri penyamakan kulit menjadi sangat penting karena sektor ini memiliki karakteristik yang kompleks dan rentan terhadap berbagai tantangan. Fluktuasi harga kulit mentah akibat perubahan pasokan peternakan, pergeseran tren mode dan permintaan konsumen, peningkatan persaingan global, hingga pengetatan regulasi lingkungan dapat berdampak langsung pada stabilitas produksi dan profitabilitas (Susanto, Santoso, Astuti, & Wijana, 2025). Oleh karena itu, perusahaan yang resilien harus mampu mengantisipasi perubahan, mengelola risiko, dan beradaptasi dengan cepat untuk menjaga keberlangsungan usahanya.

Secara konseptual, Christoper dan Peck (2004) menjelaskan bahwa resiliensi industri dapat dipahami melalui beberapa dimensi utama berikut:

1. Kapasitas Antisipasi (*Anticipatory Capacity*)

   Kemampuan untuk memprediksi potensi gangguan sebelum terjadi melalui analisis risiko, pemantauan tren pasar, dan pengumpulan informasi dari berbagai sumber. Dalam industri penyamakan kulit, kapasitas ini dapat berupa pemantauan harga bahan baku global, tren warna dan tekstur kulit di industri *fashion*, hingga perkembangan regulasi lingkungan di negara tujuan ekspor.

2. Kapasitas Adaptasi (*Adaptive Capacity*)

   Kemampuan menyesuaikan proses produksi, strategi pemasaran, dan penggunaan sumber daya untuk merespons perubahan kondisi. Contohnya adalah kemampuan mengubah jenis bahan penyamak untuk memenuhi standar ramah lingkungan atau menyesuaikan volume produksi sesuai permintaan pasar tanpa menimbulkan pemborosan sumber daya.

3. Kapasitas Pemulihan (*Recovery Capacity*)

   Kecepatan dan efektivitas dalam mengembalikan kondisi operasional setelah gangguan. Pada industri penyamakan kulit, ini dapat berupa upaya memperbaiki rantai pasok yang terputus, mengoptimalkan jadwal produksi, atau mengalihkan pasokan bahan baku dari pemasok alternatif.

4. Kapasitas Inovasi (*Innovation Capacity*)

   Kemampuan mengembangkan solusi baru untuk mengatasi tantangan yang ada. Misalnya, mengembangkan produk kulit alternatif dengan limbah yang lebih rendah atau menggunakan teknologi *waterless tanning* untuk mengurangi penggunaan air.

Resiliensi pada dasarnya mengacu pada kemampuan untuk tetap bertahan dan bangkit dalam menghadapi berbagai tekanan maupun kesulitan. Menurut Masten et al. (1999), konsep resiliensi dapat dipahami melalui tiga hal utama. Pertama, resiliensi ditandai dengan tercapainya hasil yang positif meskipun individu atau sistem telah melalui situasi penuh adversitas. Kedua, resiliensi tercermin dari keberfungsian yang tetap efektif dan berkelanjutan, bahkan ketika berada dalam kondisi lingkungan yang keras atau kurang mendukung. Ketiga, resiliensi juga melibatkan kemampuan untuk pulih dari trauma atau tekanan besar yang pernah dialami.

Jika dikaitkan dengan resiliensi industri, konsep tersebut dapat dimaknai sebagai kapasitas industri untuk tetap menghasilkan kinerja positif meskipun menghadapi berbagai gangguan, baik internal maupun eksternal. Misalnya, industri penyamakan kulit yang mampu mempertahankan produktivitas dan kualitas produknya meski menghadapi fluktuasi harga bahan baku, perubahan regulasi lingkungan, maupun persaingan global. Keberfungsian positif industri tercermin dalam kemampuannya menjaga keberlanjutan rantai pasok, memanfaatkan teknologi ramah lingkungan, serta tetap memenuhi permintaan pasar. Sementara itu, aspek pemulihan dari trauma dapat terlihat dari kemampuan industri untuk bangkit kembali setelah krisis, seperti pandemi Covid-19, dengan melakukan inovasi produk, diversifikasi pasar, atau penyesuaian strategi bisnis. Dengan demikian, resiliensi industri tidak hanya berarti bertahan, tetapi juga mencakup kemampuan untuk beradaptasi, berinovasi, dan pulih sehingga tetap kompetitif dalam menghadapi dinamika dan ketidakpastian global.

2.2.2 *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing merupakan salah satu pendekatan penting dalam dunia manufaktur yang bertujuan untuk menekan segala bentuk pemborosan (*waste*). Melalui pengurangan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, perusahaan dapat menurunkan biaya produksi sekaligus meningkatkan efisiensi. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada proses produksi saja, tetapi juga mencakup keseluruhan aliran bisnis, mulai dari pergerakan material hingga arus informasi. *Lean Manufacturing* adalah suatu pendekatan dalam kegiatan produksi yang menekankan perhatian utama pada pengurangan pemborosan di seluruh aspek proses produksi perusahaan (Sun, 2011). Dengan kata lain, *lean manufacturing* membantu perusahaan melihat proses secara menyeluruh agar lebih ramping, efisien, dan bernilai bagi pelanggan. Konsep ini berasal dari praktik produksi di Toyota Motor Corporation pada dekade 1950-an, yang kemudian dikenal sebagai *Toyota Production System* (TPS). *Lean Manufacturing* tidak hanya terbatas pada sektor manufaktur otomotif, tetapi telah diadopsi di berbagai industri, termasuk industri penyamakan kulit, karena kemampuannya meningkatkan efisiensi, kualitas, dan fleksibilitas proses produksi.

Tujuan utama *lean manufacturing* adalah menciptakan aliran proses yang lancar dengan menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value-added activities*) bagi pelanggan. Menurut Womack dan Jones (2003), terdapat lima prinsip utama *lean manufacturing*, yaitu:

1. Menentukan Nilai (*Value*)

   Nilai ditentukan dari sudut pandang pelanggan, yaitu apa yang benar-benar diinginkan dan bersedia mereka bayar. Dalam industri penyamakan kulit, nilai dapat berupa kualitas kulit yang memenuhi standar internasional, pengiriman tepat waktu, dan harga yang kompetitif.
2. Memetakan Aliran Nilai (*Value Stream Mapping*)

   Proses ini melibatkan identifikasi seluruh langkah dalam proses produksi, mulai dari penerimaan bahan baku kulit mentah hingga produk jadi. Melalui pemetaan aliran nilai, dapat diketahui titik-titik pemborosan seperti waktu tunggu, proses yang berulang, atau penggunaan bahan berlebih.
3. Menciptakan Aliran Proses (*Flow*)

   Setelah pemborosan dihilangkan, langkah selanjutnya adalah menciptakan aliran kerja yang lancar tanpa hambatan. Dalam penyamakan kulit, aliran proses yang efisien akan mengurangi waktu tunggu antar proses seperti perendaman, pengapuran, penyamakan, dan *finishing*.

4. Menggunakan Sistem Tarik (*Pull System*)

   Produksi dilakukan berdasarkan permintaan aktual dari pelanggan, bukan perkiraan. Dengan sistem tarik, persediaan bahan baku dan produk setengah jadi dapat ditekan sehingga mengurangi biaya penyimpanan dan risiko penurunan kualitas.

5. Penyempurnaan Berkelanjutan (*Continuous Improvement/Kaizen*)

   Lean Manufacturing menekankan pada perbaikan terus-menerus dengan melibatkan seluruh karyawan, dari level operator hingga manajemen puncak. Perbaikan ini dapat berupa peningkatan kualitas, pengurangan waktu siklus, maupun pengurangan biaya produksi.

Dalam bukunya yang berjudul "*Going Lean*", Hines dan Taylor (2000) menjelaskan ada enam tahapan *lean thinking*. Tahapan pertama merupakan *understanding waste* yang dijabarkan atau dibagi ke dalam tujuh kategori pemborosan (7 *waste*), di antaranya sebagai berikut.

Gambar 2. 1 *The Seven Wastes*

1. *Overproduction* (Produksi Berlebihan)

   Memproduksi barang terlalu banyak atau terlalu cepat sehingga aliran informasi maupun barang terganggu dan menimbulkan penumpukan persediaan yang berlebihan.

2. *Defect* (Cacat)

   Terjadinya kesalahan berulang, baik dalam dokumen, kualitas produk, masalah teknis, maupun keterlambatan pengiriman, yang berdampak pada kepuasan pelanggan.

3. *Unnccessary Inventory* (Persediaan Berlebih)

   Penyimpanan barang atau informasi yang terlalu banyak serta keterlambatan dalam distribusinya sehingga menimbulkan biaya tinggi dan pelayanan pelanggan yang buruk.

4. *Inappropriate Processing* (Proses yang Tidak Tepat)

   Melakukan pekerjaan dengan cara, alat, atau prosedur yang salah, padahal ada metode lain yang lebih sederhana dan efektif untuk mencapai hasil yang sama.

5. *Excessive Transportation* (Transprtasi Berlebihan)

   Perpindahan orang, barang, atau informasi yang terlalu sering dan tidak efisien sehingga menyebabkan pemborosan waktu, tenaga, dan biaya.

6. *Waiting* (Menunggu)

   Waktu tunggu yang terlalu lama, baik untuk orang, barang, maupun informasi, yang menyebabkan aliran kerja terhambat dan waktu penyelesaian menjadi lebih panjang.

7. *Unneccessary Motion* (Gerakan Tidak Perlu)

   Tata letak tempat kerja yang buruk menyebabkan pekerja harus melakukan gerakan berlebih, seperti terlalu banyak membungkuk, meregang, atau sering kehilangan barang sehingga mengurangi efisiensi kerja.

Penerapan prinsip dan alat *lean manufacturing* secara konsisten, industri penyamakan kulit tidak hanya dapat meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga membangun ketahanan (*resilience*) terhadap fluktuasi permintaan, gangguan rantai pasok, maupun perubahan tren pasar (Pradana. dkk 2018).

2.2.3 *Agility*

Agility, dalam konteks industri dan manajemen operasi, merupakan kemampuan suatu organisasi untuk merespons perubahan pasar, permintaan pelanggan, dan kondisi lingkungan bisnis secara cepat, tepat, dan efisien. Konsep ini lahir dari kebutuhan industri untuk tetap kompetitif di tengah ketidakpastian dan dinamika pasar global. Menurut Waileruny dan Hadinda (2025) pentingnya kelincahan (*agility*) rantai pasok dalam meningkatkan ketahanan dan keberlanjutan kinerja industri.

Berbeda dengan konsep efisiensi yang menjadi fokus utama *lean manufacturing*, *agility* menitikberatkan pada kecepatan adaptasi dan fleksibilitas. Dalam industri penyamakan kulit, yang kerap menghadapi fluktuasi permintaan, perubahan tren mode, serta variasi kualitas bahan baku, *agility* menjadi strategi penting untuk mempertahankan daya saing. Sebagai contoh, perusahaan penyamakan kulit yang *agile* mampu dengan cepat mengubah spesifikasi produk sesuai kebutuhan pembeli, menyesuaikan kapasitas produksi ketika pasokan kulit mentah terganggu, atau memanfaatkan peluang pasar baru secara lebih cepat dibanding pesaing.

Menurut Goldman et al. (1995), terdapat empat prinsip utama dalam penerapan *agility*, yaitu dijabarkan sebagai berikut.

1. Penghargaan Terhadap Pelanggan (*Enriching the Customer*)

   Perusahaan harus memahami secara mendalam kebutuhan pelanggan dan memberikan nilai tambah yang unik. Dalam penyamakan kulit, hal ini dapat berupa inovasi motif, variasi warna, atau pengembangan kulit ramah lingkungan yang sesuai dengan tren pasar internasional.
2. Kesiapan terhadap Perubahan (*Cooperating to Enhance Competitiveness*)

   Agility menuntut organisasi untuk siap menghadapi perubahan mendadak, baik dari sisi permintaan maupun pasokan. Perusahaan penyamakan kulit yang *agile* akan memiliki sistem produksi modular, proses kerja yang fleksibel, serta hubungan kolaboratif dengan pemasok dan pelanggan.
3. Kolaborasi dan Integrasi (*Organizing to Master Change*)

   Perusahaan yang agile membangun jaringan kerja sama dengan berbagai pihak, mulai dari pemasok bahan baku, penyedia teknologi, hingga pelanggan, untuk menciptakan respons yang cepat terhadap tantangan pasar.
4. Eksploitasi Peluang (*Leveraging the Impact of People and Information*)

   Agility memanfaatkan teknologi informasi, data pasar, dan kreativitas karyawan untuk mengidentifikasi peluang baru. Dalam penyamakan kulit, data tren mode global dapat digunakan untuk memutuskan desain atau jenis kulit yang akan diproduksi sebelum tren tersebut menjadi *mainstream*.

Implementasi *agility* dalam industri penyamakan kulit memerlukan beberapa langkah strategis, antara lain:

- Pengembangan proses produksi yang fleksibel sehingga memungkinkan perubahan spesifikasi produk tanpa mengganggu alur kerja utama.
- Pemanfaatan teknologi digital seperti sistem ERP (*Enterprise Resource Planning*) dan IoT (*Internet of Things*) untuk memantau produksi dan rantai pasok secara real-time.
- Pelatihan dan pemberdayaan karyawan agar mampu mengambil keputusan cepat di lapangan.
- Diversifikasi sumber bahan baku untuk mengurangi risiko keterlambatan atau kekurangan pasokan.

Manfaat penerapan *agility* pada industri penyamakan kulit meliputi peningkatan kepuasan pelanggan, kemampuan menangkap peluang pasar baru, pengurangan risiko akibat perubahan lingkungan bisnis, serta penguatan ketahanan perusahaan dalam menghadapi krisis.

2.2.4 Manejemen Risiko

Menurut Darmawi (2018), manajemen risiko adalah suatu cara untuk mengenali, mempelajari, dan mengendalikan berbagai risiko yang muncul dalam aktivitas perusahaan. Tujuannya adalah agar perusahaan dapat berjalan lebih efektif dan efisien dalam mencapai targetnya. Manajemen risiko dapat dipahami sebagai suatu proses yang terstruktur untuk mengenali, menilai, mengendalikan, dan memantau berbagai risiko yang berpotensi memengaruhi pencapaian tujuan organisasi maupun proyek. Tujuan utamanya adalah meminimalkan dampak negatif yang mungkin timbul sekaligus memaksimalkan peluang yang menguntungkan sehingga organisasi tetap dapat berjalan sesuai arah yang direncanakan. Dalam praktiknya, manajemen risiko mencakup beberapa tahapan penting, mulai dari mengidentifikasi risiko, menilai tingkat ancaman atau peluang yang ditimbulkannya, merancang strategi pengelolaan, melaksanakan langkah-langkah pengendalian, hingga melakukan pemantauan secara berkala. Melalui pendekatan yang tepat, organisasi dapat lebih siap dalam menghadapi berbagai ketidakpastian, baik dengan cara mengantisipasi, mengurangi, menghindari, maupun mengalihkan risiko yang berpotensi mengganggu operasional, keuangan, atau pencapaian target yang telah ditetapkan (Ningsih, Judijanto, & Widiyanto, 2024).

Manajemen risiko dalam industri penyamakan kulit merupakan proses strategis untuk mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi, dan mengendalikan berbagai potensi ancaman yang dapat mengganggu kelancaran proses produksi serta keberlanjutan usaha. Manajemen resiko membantu tentang bagaimana caranya mengurangi resiko dalam berbisnis seperti, strategi apa saja yang harusnya dipakai dalam menjalankan suatu bisnis, dan membuat perencanaan jika ada terjadi sesuatu hal yang tidak diinginkan seperti ulasan kritik dan saran dari para *customer* (Wiryani, Achsani, & Baga, 2014).

Dalam konteks peningkatan resiliensi, manajemen risiko berperan penting sebagai fondasi untuk membangun kemampuan adaptasi dan pemulihan industri penyamakan kulit. Pendekatan *lean manufacturing* membantu meminimalkan risiko dengan menghilangkan pemborosan (*waste*), mengoptimalkan aliran proses, dan meningkatkan kualitas melalui perbaikan berkelanjutan. Sementara itu, *agility* memungkinkan perusahaan merespons perubahan permintaan pasar, gangguan pasokan, maupun ketidakpastian lingkungan dengan cepat dan tepat.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah proses produksi jenis kulit sapi pada Pabrik Kulit Fajar Makmur, sebuah perusahaan penyamakan kulit yang berlokasi di Kawasan Industri Banyakan 1, Sitimulyo, Piyungan, Bantul, Yogyakarta. Perusahaan ini berfokus pada pengolahan lanjutan kulit yang telah melalui tahap penyamakan dasar menjadi *wet blue* atau kulit nabati. Setelah bahan baku berupa *wet blue* dan nabati diterima, Pabrik Kulit Fajar Makmur mengolahnya menjadi kulit siap pakai sesuai spesifikasi pelanggan. Fokus penelitian adalah mengidentifikasi dan menganalisis penerapan pendekatan *lean manufacturing* dan *agility* sebagai strategi untuk meningkatkan resiliensi perusahaan dalam menghadapi berbagai macam gangguan yang ada.

3.2 Pengumpulan Data

3.2.1 Data Primer

Pada penelitian ini, data primer diperoleh melalui dua metode, yaitu observasi dan wawancara yang dijelaskan sebagai berikut.

1. Observasi

   Observasi dilakukan dengan pengamatan langsung di lingkungan Pabrik Kulit Fajar Makmur untuk mengidentifikasi secara nyata aktivitas produksi, proses penanganan bahan baku, serta potensi pemborosan (*waste*) dan kendala lapangan yang muncul sehari-hari. Melalui metode ini, peneliti dapat memperoleh data objektif terkait efisiensi alur kerja, kecepatan respons terhadap gangguan, serta implementasi aktual sistem operasi dan SOP di pabrik. Observasi juga memungkinkan peneliti mengamati pola kerja, interaksi antar bagian, perilaku operator, dan ketepatan pelaksanaan prosedur sehingga hasilnya menjadi dasar kuat untuk analisis *lean manufacturing* dan *agility* di perusahaan.

2. Wawancara

   Pengumpulan data juga dilakukan dengan wawancara terstruktur kepada pihak-pihak kunci, dalam hal ini kepada manajer produksi di Pabrik Kulit Fajar Makmur. Wawancara bertujuan menggali informasi mendalam terkait hambatan, pengalaman, dan solusi yang telah atau belum diterapkan, terutama yang berkaitan dengan resiliensi operasional, strategi manajemen perubahan, serta persepsi terhadap efektivitas *lean* dan *agility* di lapangan.

Dengan wawancara, peneliti dapat memperoleh pandangan subjektif, pengetahuan, serta saran perbaikan langsung dari sumber yang berkompeten sehingga data kualitatif yang terkumpul dapat memperkaya analisis dan menunjang keabsahan hasil penelitian.

3. *Focus Group Discussion* (FGD)

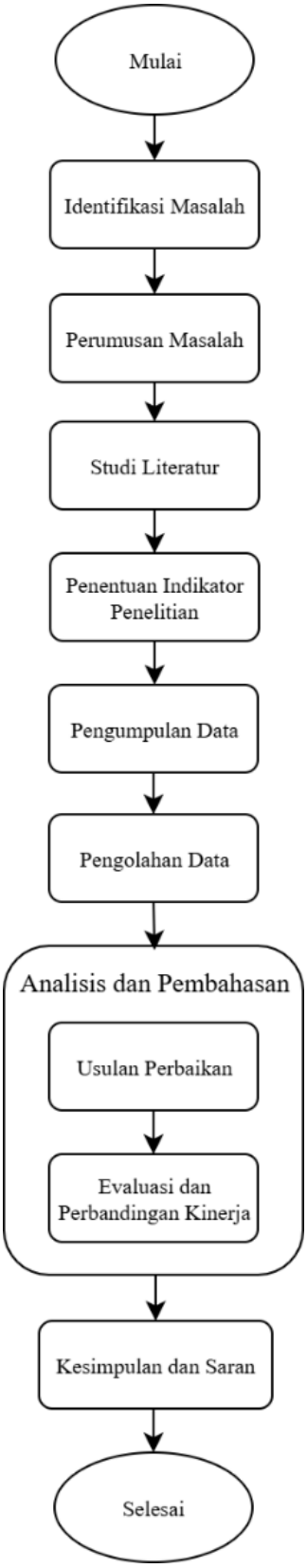
   Focus Group Discussion digunakan dalam penelitian ini sebagai sarana untuk merumuskan dan memvalidasi indikator-indikator penelitian yang relevan bagi peningkatan resiliensi di Pabrik Kulit Fajar Makmur. FGD dilaksanakan dengan melibatkan para ahli, yakni manajer produksi, kepala bagian proses, dan kepala bagian *finishing* di perusahaan sebagai peserta diskusi kelompok.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari berbagai sumber dokumentasi dan referensi yang telah tersedia sebelum penelitian dilakukan. Sumber data sekunder meliputi laporan produksi bulanan, catatan historis pengiriman, dokumen manajemen operasional, serta arsip administrasi perusahaan yang relevan. Selain itu, data sekunder juga didapatkan melalui studi pustaka berupa literatur, jurnal ilmiah, buku, dan hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan topik *lean manufacturing*, *agility*, dan resiliensi pada berbagai sektor industri. Data ini digunakan untuk mendukung analisis, memperkuat pembahasan, serta sebagai pembanding atau pelengkap terhadap data primer yang diperoleh di lapangan.

3.3 Alur Penelitian

Alur penelitian merupakan panduan sistematis yang mengiringi seluruh tahapan pelaksanaan penelitian ini, mulai dari identifikasi masalah hingga penarikan kesimpulan dan pemberian saran. Penyusunan alur dilakukan secara terstruktur agar setiap langkah yang ditempuh dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dan mampu menjawab tujuan serta rumusan masalah penelitian. Adanya alur yang jelas, diharapkan pelaksanaan penelitian dapat berjalan efektif, terarah, dan menghasilkan temuan yang bermanfaat baik untuk dunia akademis maupun dunia industri. Berikut merupakan diagram alur penelitian dalam penelitian ini.



Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian

Dalam memberikan gambaran yang jelas mengenai langkah-langkah penelitian ini, berikut penjelasan untuk masing-masing tahapan pada diagram alur penelitian.

1. Mulai

   Proses penelitian diawali dengan penetapan kerangka dan tujuan penelitian berdasarkan identifikasi kebutuhan dan permasalahan utama yang ingin diselesaikan pada Pabrik Kulit Fajar Makmur.

2. Identifikasi Masalah

   Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan informasi awal dan pengamatan langsung untuk mengenali kendala utama dalam proses produksi di Pabrik Kulit Fajar Makmur. Tujuannya adalah untuk memperoleh pemahaman menyeluruh terhadap masalah yang dihadapi perusahaan.

3. Perumusan Masalah

   Berdasarkan hasil identifikasi, dirumuskan permasalahan penelitian secara jelas dan spesifik. Rumusan masalah difokuskan pada aspek ketahanan (resiliensi), efisiensi (*lean*), serta kelincahan (*agility*) dalam sistem produksi Pabrik Kulit Fajar Makmur.

4. Studi Literatur

   Studi literatur dilakukan dengan menelaah buku, jurnal, artikel, dan penelitian terdahulu yang relevan. Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh landasan teori, konsep, dan indikator yang akan digunakan serta menyesuaikan penelitian dengan perkembangan ilmu dan praktik terbaru.

5. Penentuan Indikator Penelitian

   Berdasarkan hasil studi literatur, disusun dan dipilih indikator-indikator penelitian yang sesuai, seperti efisiensi proses, kecepatan *recovery*, fleksibilitas produksi, dan indikator resiliensi lainnya. Penentuan indikator dilakukan bersama *expert* agar relevan dengan kebutuhan praktis di lapangan.

6. Pengumpulan Data

   Tahap ini merupakan pelaksanaan pengambilan data lapangan sesuai indikator yang telah ditetapkan. Metode yang digunakan dapat berupa observasi, wawancara, pengisian kuesioner, maupun dokumentasi data produksi.

7. Pengolahan Data

   Data yang diperoleh dari lapangan diolah secara sistematis, meliputi kegiatan tabulasi, rekapitulasi, penyusunan grafik, serta perhitungan indeks atau parameter yang dibutuhkan. Tahap ini menghasilkan data terstruktur yang siap dianalisis lebih lanjut.

8. Analisis dan Pembahasan

   Hasil pengolahan data dianalisis secara kritis untuk mengetahui keadaan nyata sistem produksi dan resiliensi di pabrik. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil penelitian dengan standar atau target yang diharapkan, serta mengaitkan dengan teori dan temuan studi literatur untuk mendukung pembahasan yang argumentatif. Analisis dan pembahasan dilakukan dengan menguraikan hal-hal berikut:

   a. Usulan Perbaikan

      Berdasarkan hasil analisis, disusun usulan berupa strategi atau tindakan perbaikan yang aplikatif, seperti penerapan *lean manufacturing*, penguatan *agility*, dan mitigasi risiko, guna meningkatkan efisiensi dan ketahanan sistem pabrik.

   b. Evaluasi dan Perbandingan Kinerja

      Setelah usulan perbaikan diterapkan, dilakukan evaluasi untuk mengukur dampak dan keberhasilan solusi yang diberikan. Hasil kinerja baru dibandingkan dengan data sebelum perbaikan demi mengukur efektivitas strategi yang diterapkan.

9. Kesimpulan dan Saran

   Tahap akhir berupa penarikan kesimpulan dari keseluruhan proses penelitian beserta rekomendasi dan saran untuk perusahaan maupun untuk penelitian selanjutnya.

10. Selesai

    Seluruh rangkaian proses penelitian dinyatakan selesai setelah pencapaian tujuan penelitian dan dihasilkannya laporan final serta saran yang aplikatif.

BAB IV
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Sejarah dan Profil Perusahaan

Pabrik Kulit Fajar Makmur merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di sektor industri penyamakan kulit sejak tahun 1982 dan didirikan oleh Bapak Ridwan Sidarta. Lokasi perusahaan beralamat di Kawasan Industri, Banyakan 1, Sitimulyo, Kec. Piyungan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Sebelum mendirikan usaha penyamakan kulit hewan, Bapak Ridwan sempat bekerja sebagai manajer di Pabrik Kulit Sinar Obor di Yogyakarta, sebuah perusahaan tempat ayah beliau memiliki saham. Setelah beberapa waktu, beliau memutuskan untuk mengundurkan diri. Meski saat itu belum memiliki pabrik sendiri, Bapak Ridwan tetap menerima pesanan dan mengerjakannya di pabrik milik rekannya. Berkat kegigihan dan kerja keras, beliau akhirnya berhasil mendirikan pabrik sendiri di Jalan Imogiri Timur, Bantul, Yogyakarta. Seiring berkembangnya usaha, kapasitas pabrik di lokasi tersebut dirasa tidak lagi memadai. Kemudian, atas arahan Sri Sultan Hamengkubuwono, Pabrik Kulit Fajar Makmur kemudian merelokasi dan merenovasi pabrik ke Kawasan Industri Banyakan 1 yang juga menjadi lokasi bagi berbagai pabrik lainnya.

Saat ini, perusahaan dipimpin oleh Bapak Ariz Sidarta yang merupakan anak dari Bapak Ridwan Sidarta. Selain menjabat sebagai direktur, Pak Ariz juga merangkap sebagai kepala produksi yang secara langsung mengawasi dan melakukan pengendalian mutu (*quality control*) di setiap tahapan proses, guna memastikan hasil kulit lembaran yang dihasilkan memenuhi standar kualitas perusahaan dan permintaan pelanggan. Pabrik Kulit Fajar Makmur berfokus pada pengolahan lanjutan kulit yang telah melalui tahap penyamakan dasar menjadi *wet blue* atau kulit nabati. Proses awal dari kulit mentah hingga menjadi *wet blue* dan nabati dilakukan melalui kerja sama (*maklon*) dengan perusahaan penyamakan kulit di Magetan, Jawa Timur. Setelah bahan baku diterima, Pabrik Kulit Fajar Makmur mengolah kulit menjadi produk siap pakai sesuai spesifikasi pelanggan, baik dalam bentuk kulit lembaran maupun produk jadi dalam skala terbatas, serta menyediakan layanan *customization* mulai dari ketebalan, tingkat kekakuan, tipe *finishing*, hingga warna dan motif kulit sesuai permintaan pelanggan. Visi dan misi perusahaan ini adalah menciptakan proses penyamakan kulit secara optimal sehingga menghasilkan lembaran kulit yang berkualitas tinggi. Dengan kapasitas produksi mencapai

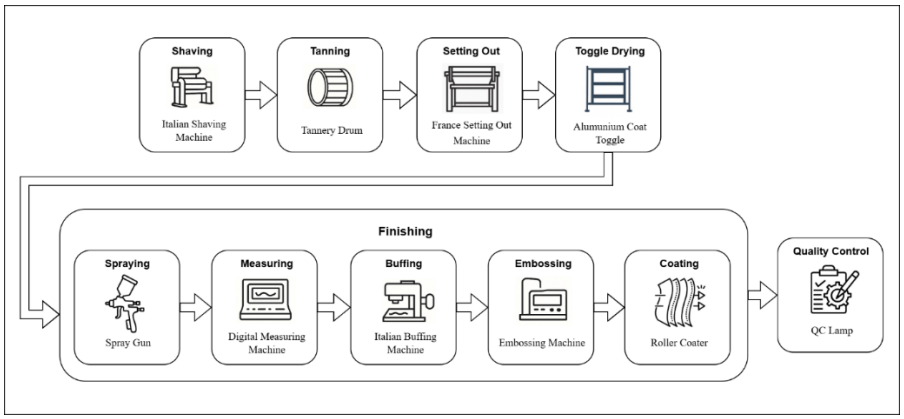
150.000 ft² per bulan, Fajar Makmur memproduksi berbagai jenis kulit hewan, di antaranya yaitu kulit sapi, kulit kambing dan domba, serta kulit buaya. Spesialisasi kulit sapi diproses untuk artikel produk seperti *furniture*, sepatu, dan tas, sedangkan kulit kambing dan domba digunakan untuk sarung tangan serta *garment*. Sementara itu, permintaan kulit buaya pada umumnya berasal dari pasar ekspor khususnya Jepang. Namun, sejak terjadinya pandemi Covid-19, produksi kulit buaya di pabrik terhenti akibat menurunnya permintaan dari pasar Jepang.

Menerapkan sistem produksi berbasis *make to order*, Pabrik Kulit Fajar Makmur tidak hanya memproduksi kulit lembaran, tetapi juga memenuhi pesanan khusus pelanggan untuk produk jadi dalam skala kecil seperti tas, dompet, *notebook cover*, dan aksesori lain, termasuk layanan *custom* seperti pencetakan logo. Dalam rangka memenuhi kebutuhan tersebut, perusahaan menjalin kerja sama dengan berbagai mitra yang memiliki spesialisasi tertentu dalam pembuatan produk kulit. Pabrik Kulit Fajar Makmur melayani pasar domestik maupun ekspor, dengan negara tujuan antara lain Amerika, Eropa, Australia, dan juga Indonesia sendiri. Saat ini, Pabrik Kulit Fajar Makmur mempekerjakan sekitar 30 orang karyawan yang tersebar di beberapa divisi, dengan jam operasional hari Senin hingga Jumat mulai pukul 08.00 WIB sampai 16.00 WIB. Keberhasilan ini tidak lepas dari reputasi perusahaan yang mampu menjaga kualitas produk, fleksibilitas dalam menyesuaikan pesanan, serta hubungan bisnis jangka panjang dengan berbagai produsen barang jadi berbahan kulit seperti PT Lukie Works Indonesia, CV Jaya Abadi Perkasa, PT Ebako Nusantara, dan CV Rivalve Furniture.

4.1.2 Proses Produksi

4.1.2.1 Alur Proses Produksi

Berikut merupakan alur proses produksi lembaran kulit sapi pada Pabrik Kulit Fajar Makmur.



Gambar 4. 1 Alur Proses Produksi

Berikut adalah deskripsi untuk setiap tahapan proses produksi penyamakan kulit sapi di Pabrik Kulit Fajar Makmur sesuai urutan mesin dan fungsi proses.

1. *Shaving* (Pengirisan Ketebalan Kulit)

   Pada tahap awal, kulit sapi yang telah diproses awal akan masuk ke *Italian Shaving Machine* (Mosconi, kapasitas 3 meter). Mesin ini berfungsi untuk meratakan dan menipiskan lembaran kulit hingga ketebalan sesuai standar spesifikasi industri, dengan tingkat presisi antara 0,1 sampai 0,2 mm. Proses *shaving* sangat krusial dalam memastikan kualitas dasar kulit yang akan disamak dan mempengaruhi karakter kulit pada tahap berikutnya.

Gambar 4. 2 *Italian Shaving Machine*
(Sumber Gambar: Dokumentasi Pribadi, 2025)

2. *Tanning* (Penyamakan)

   Setelah melalui *shaving*, kulit diproses dalam *tannery drum* berbahan kayu balau. Di sini kulit direndam dan mengalami reaksi kimia penyamakan yang bertujuan meningkatkan daya tahan, kelenturan, dan awetnya kulit jadi. Proses *tanning* menentukan sifat fisik dan kimia kulit, sekaligus memastikan setiap lembar kulit memperoleh perlakuan kimiawi yang merata.

Gambar 4. 3 *Tannery Drum*
(Sumber Gambar: Dokumentasi Pribadi, 2025)

3. *Setting Out* (Pelurusan dan Penyisihan Air)

   Kulit yang telah disamak kemudian dimasukkan ke *France Setting Out Machine* (Mercier, 2 meter), di mana fungsi utama proses ini adalah meluruskan kulit dan menyisihkan kelebihan air setelah proses *tanning*. Tahapan ini sangat penting untuk menjaga bentuk dan kestabilan dimensi kulit serta menghindari cacat pada masa pengeringan berikutnya.

Gambar 4. 4 *France Setting Out Machine*
(Sumber Gambar: Dokumentasi Pribadi, 2025)

4. *Toggle Drying* (Pengeringan/Perataan Kulit)

   Pengeringan dilakukan menggunakan *aluminium coat toggle* berukuran 3 x 2 meter, yang memastikan kulit dikeringkan sambil mempertahankan bentuk dan kelenturannya sesuai kebutuhan produk akhir. *Framework toggle dryer* juga membantu kulit tidak mengalami deformasi, menjaga kelembutan dan ketahanan fisiknya. *Framework aluminium* memberikan struktur yang kuat sementara lapisan *aluminium* memastikan distribusi panas yang optimal selama proses pengeringan.

Gambar 4. 5 *Framework Aluminium Coat Toggle Dryer*
(Sumber Gambar: Dokumentasi Pribadi, 2025)

5. *Finishing*

a. *Spraying* (Penyemprotan Pewarna/*Coating*)

Pada proses *finishing* awal, permukaan kulit disemprot dengan *coating* atau pewarna menggunakan *spray gun* berukuran 1 x 3 meter. Proses ini bertujuan memberikan lapisan pelindung, estetika warna, dan karakter permukaan kulit sesuai permintaan *customer*.

Gambar 4. 6 *Manual Spray*
(Sumber Gambar: Dokumentasi Pribadi, 2025)

b. *Measuring* (Pengukuran Dimensi, Ketebalan, dan Luas Kulit)

Setelah tahapan *spraying* selesai, kulit akan memasuki proses *measuring* sebagai langkah kontrol kualitas awal sebelum *buffing*. Pada tahap ini, setiap lembar kulit diukur menggunakan *digital measuring machine* yang dilengkapi dengan sistem digital dan sensor untuk mengukur luas permukaan kulit dalam satuan *square feet*. Proses *measuring* sebelum *buffing* memiliki tujuan strategis, yaitu untuk melakukan sortir dan *grading* kulit berdasarkan ukuran dan kualitas dasar.

Gambar 4. 7 *Digital Measuring Machine*
(Sumber Gambar: Dokumentasi Pribadi, 2025)

c. *Buffing* (Penghalusan Permukaan)

Pada tahap *buffing*, kulit diolah menggunakan *Italian Buffing Machine* (Alletti, 3 meter) untuk proses penghalusan permukaan. Mesin *buffing* mengoptimalkan tekstur, mengurangi ketidaksempurnaan, dan meningkatkan nilai estetika serta kenyamanan kulit.

Gambar 4. 8 *Italian Buffing Machine*
(Sumber Gambar: Dokumentasi Pribadi, 2025)

d. *Embossing* (Pemberian Motif/Corak)

Pada tahap selanjutnya, *embossing machine* diterapkan untuk memberikan motif atau tekstur pada kulit sesuai permintaan dari *customer*. Proses ini meningkatkan nilai tambah produk dan daya tarik visual.

e. *Coating* (Pelapisan Akhir/*Top Coat*)

Pada tahap akhir *finishing* ini, permukaan kulit yang telah di-*emboss* akan dilapisi menggunakan bahan kimia khusus berupa *top coat* dan *pigment coat*. Tujuan utama *coating* adalah untuk memberikan lapisan pelindung pada permukaan kulit sehingga meningkatkan daya tahan terhadap goresan, kelembaban, dan paparan sinar matahari. *Coating* dalam proses ini berperan dalam memperbaiki tampilan estetika kulit, yakni memberi efek *glossy* (mengkilap), *matte* (doff), atau karakteristik visual tertentu sesuai permintaan *customer*. Selain itu, proses ini membantu menjaga warna, melindungi hasil *embossing*, serta mempermudah perawatan dan pembersihan permukaan kulit selama pemakaian.

Gambar 4. 9 *Roller Coater*
(Sumber Gambar: Dokumentasi Pribadi, 2025)

6. *Quality Control*

   Setelah melalui seluruh tahap *finishing* dan sebagai tahap akhir, setiap lembar kulit akan diperiksa secara detail di *station quality control* yang dilengkapi dengan lampu inspeksi berkualitas tinggi dan peralatan standar pengujian kualitas. Tim QC akan melakukan inspeksi visual dan teknis untuk mengidentifikasi berbagai jenis *defect* seperti noda, goresan, ketidakrataan permukaan, atau ketidaksesuaian warna dan tekstur.

4.1.2.2 Spesifikasi Produk dan *Volume Batch*

Pada penelitian ini, produk utama yang diamati adalah kulit sapi lembaran hasil proses penyamakan lanjutan dari bahan baku berupa *wet blue* dan nabati. Spesifikasi kulit yang diamati meliputi dimensi standar per lembar (panjang x lebar rata-rata 22 x 17 kaki persegi), ketebalan (1.4–2 mm), serta tipe *finishing* permukaan *glossy*, *embossed*, atau *matte* sesuai pesanan pelanggan.

Gambar 4. 10 Bahan Baku *Wet Blue* dan Nabati
(Sumber Gambar: Dokumentasi Pribadi, 2025)

Proses produksi di Pabrik Kulit Fajar Makmur dilakukan secara *batch*, di mana satu batch rata-rata terdiri dari 20 lembar kulit sapi. Penetapan ukuran batch ini disesuaikan dengan kapasitas tangki *tanning*, mesin *shaving*, serta *ergonomic handling operator* pada setiap giliran proses. Data *volume batch* dicatat pada setiap siklus produksi untuk mendukung pelacakan kualitas, efisiensi *waste*, dan analisis resiliensi proses manufaktur dalam jangka waktu penelitian (misal mingguan atau bulanan).

4.1.2.3 Kapasitas Mesin

Fasilitas produksi di Pabrik Kulit Fajar Makmur terdiri dari beberapa lini utama, meliputi mesin *shaving*, *drum tanning*, mesin *setting out*, *toggle dryer*, serta lini *finishing* (*spraying*, *buffing*, *embossing*, *coating*) dan ruang *quality control*. Setiap mesin utama memiliki kapasitas operasi yang telah disesuaikan untuk skala *batch* 20 lembar per siklus. *Drum tanning* memiliki daya tampung hingga 25 lembar kulit setiap siklus proses, mesin *shaving* dan *setting out* rata-rata mengolah 20 lembar per jam, sedangkan *toggle dryer* dilengkapi ruang pengering (*spacing sheet*) yang mampu menampung antara 15 hingga 30 lembar kulit dalam setiap satu siklus pengeringan.

4.1.3 Data Pengiriman Aktual

Berikut merupakan data pengiriman aktual bulanan produk kulit sapi lembaran dari Pabrik Kulit Fajar Makmur selama periode Juni 2024 hingga Juni 2025.

Tabel 4. 1 Total Pengiriman Aktual (Juni 2024 – Juni 2025)

Bulan	Total Pengiriman Bulanan (ft^2)
Juni 2024	21.196
Juli 2024	44.477
Agustus 2024	50.640
September 2024	51.901
Oktober 2024	68.950
November 2024	61.275
Desember 2024	54.757
Januari 2025	75.910
Februari 2025	70.748
Maret 2025	57.871
April 2025	49.961
Mei 2025	27.165
Juni 2025	24.893
Rata-Rata	**50.749**

Berdasarkan tabel data pengiriman aktual di atas, dapat disimpulkan bahwa selama periode Juni 2024 hingga Juni 2025, volume pengiriman kulit lembaran dari Pabrik Kulit Fajar Makmur mengalami fluktuasi yang cukup signifikan setiap bulannya. Jumlah pengiriman bulanan bervariasi antara 21.196 ft² hingga mencapai 75.910 ft², dengan rata-rata pengiriman per bulan sebesar 50.749 ft². Menurut keterangan manajer produksi, kapasitas maksimal produksi Pabrik Kulit Fajar Makmur mencapai 150.000 ft² per bulan. Namun, selama periode Juni 2024 hingga Juni 2025, rata-rata pengiriman bulanan hanya sebesar 50.749 ft², yang berarti pencapaian produksi aktual selalu berada jauh di bawah kapasitas terpasang tersebut.

4.1.4 Data Kelincahan dan Adaptasi

Indikator kelincahan dan adaptasi yang digunakan dalam penelitian ini ditetapkan melalui diskusi internal bersama manajer produksi, kepala proses, kepala *finishing*, dan perencana produksi di Pabrik Kulit Fajar Makmur. Setiap indikator pada tabel berikut dipilih berdasarkan relevansi terhadap praktik nyata di pabrik kulit dan kebutuhan strategi peningkatan operasional, dengan memperhatikan kriteria waktu respon, fleksibilitas produksi, kemampuan *recovery*, serta efektivitas kolaborasi internal dan eksternal. Beberapa indikator kunci dirangkum pada tabel berikut ini.

Tabel 4. 2 Indikator Kelincahan dan Adaptasi Proses Produksi

No.	Indikator *Agility*	Satuan	Target/Ideal	Keterangan Indikator
1.	Kecepatan pemenuhan pesanan mendadak	hari	≤ 12	Rata-rata waktu merespon order dadakan
2.	Fleksibilitas perubahan jadwal produksi	kali/bulan	≥ 3	Jumlah perubahan jadwal yang dapat dilakukan tanpa masalah produksi
3.	Adaptasi spesifikasi produk	variasi/bulan	≥ 2	Frekuensi perubahan spesifikasi produk direspons tim tanpa kendala utama
4.	Jumlah suplai bahan baku cadangan	*supplier* aktif	≥ 2	Banyaknya *supplier* alternatif bahan utama
5.	Kecepatan *switch* ke *supplier* cadangan	jam	≤ 8	Waktu rata-rata alih proses saat *supplier* utama gagal
6.	Kecepatan *recovery* setelah	jam	≤ 6	Rata-rata waktu pulih akibat mesin/error lain

No.	Indikator *Agility*	Satuan	Target/Ideal	Keterangan Indikator
	gangguan produksi			
7.	Persentase *delivery* tepat waktu saat *force majeure*	%	≥ 90	Proporsi *delivery* tetap *on-time* ketika ada situasi tak terduga
8.	Meeting evaluasi adaptasi	kali/bulan	≥ 2	Frekuensi diskusi tim untuk antisipasi & tindak lanjut perubahan permintaan

Tabel di atas memperlihatkan bahwa terdapat beragam indikator yang dapat digunakan untuk menilai kelincahan dan kemampuan adaptasi proses produksi di Pabrik Kulit Fajar Makmur. Masing-masing indikator dilengkapi dengan satuan, target ideal yang diharapkan, dan penjelasan tentang mekanisme pengukuran atau tolok ukurnya. Hasil pengukuran pada periode penelitian kemudian akan dianalisis untuk mengevaluasi sejauh mana proses produksi telah memenuhi target kelincahan dan adaptasi, serta proses mana saja yang masih membutuhkan perbaikan. Pengelolaan indikator-indikator ini diharapkan dapat menjadi landasan pengambilan keputusan dalam peningkatan resiliensi serta penyusunan strategi produksi di masa mendatang.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Rekapitulasi dan Perhitungan Data Proses Produksi

4.2.1.1 *Cycle Time*, *Lead Time*, dan *Waiting Time*

Berikut adalah tabel data waktu proses kondisi aktual sebelum perbaikan di setiap tahapan produksi Pabrik Kulit Fajar Makmur.

Tabel 4. 3 Waktu Proses Produksi

No.	Tahapan Proses	***Cycle Time*** **(min/lembar)**	***Lead Time*** **(min/*batch*)**	***W*aiting *Time*** **(min/*batch*)**
1.	*Shaving*	8,23	45,17	12,51
2.	*Tanning*	179,77	240,38	35,89
3.	*Setting Out*	14,66	85,34	25,12
4.	*Toggle Drying*	120,75	165,26	20,44
5.	*Spraying*	5,14	38,93	8,28
6.	*Measuring*	3,05	21,88	4,16
7.	*Buffing*	11,67	58,21	18,36
8.	*Embossing*	10,41	48,65	15,71
9.	*Coating*	7,32	42,74	12,03
10.	*Quality Control*	6,58	35,19	10,62

Data *cycle time* yang disajikan dalam satuan lembar pada tabel di atas diasumsikan setiap lembar kulit sapi yang diproses memiliki dimensi dan karakteristik yang relatif seragam, yaitu sekitar 22 ft² per lembar sesuai standar pabrik. Tabel tersebut merupakan hasil perhitungan rata-rata waktu proses aktual pada setiap tahapan produksi, berdasarkan pengumpulan data secara sistematis selama periode 30 hari penelitian di Pabrik Kulit Fajar Makmur.

Melalui pengamatan ini, diperoleh waktu proses rata-rata yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu *batch* produksi pada setiap tahapan proses. Beberapa proses, yaitu *tanning* dan *toggle drying*, memerlukan *lead time* dan *cycle tim*e yang jauh lebih tinggi dibandingkan proses lain, sedangkan proses-proses seperti *measuring* dan *spraying* menunjukkan waktu relatif lebih singkat. Selain itu, waktu tunggu (*waiting time*) pada tahapan-tahapan utama menunjukkan masih adanya potensi pemborosan, khususnya pada proses dengan *idle time* yang tinggi seperti *tanning*, *toggle drying*, dan *buffing*.

4.2.1.2 Rata-Rata *Output* Produksi

Berdasarkan rata-rata pengiriman bulanan sebesar 50.749 ft² dari periode Juni 2024 hingga Juni 2025, berikut adalah tabel rata-rata *output* harian, mingguan, dan bulanan pada Pabrik Kulit Fajar Makmur.

Tabel 4. 4 Rata-Rata *Output* Produksi

Periode	**Rata-rata *Output* (Lembar)**	**Rata-rata *Output* *(Batch)***	**Rata-rata *Output* (ft²)**
Per Hari	105	5–6	2.310
Per Minggu	525	26	11.550
Per Bulan	2.307	115	50.749

Keterkaitan *output* dan waktu proses tampak jelas pada data tabel 4.3 dan tabel 4.2. *Waiting time* yang tinggi pada proses *tanning* (35,89 menit per *batch*) dan *toggle drying* (20,44 menit per *batch*) menyebabkan aliran material terhambat menuju tahapan berikutnya. Kondisi ini berdampak langsung pada penumpukan *inventory* WIP di area *bottleneck*, karena kulit yang telah selesai di proses sebelumnya harus menunggu giliran untuk diproses lebih lanjut. Akibatnya, meskipun *output* harian mencapai 105 lembar, sebagian produk akan tertahan dalam bentuk WIP dan tidak segera berpindah ke proses selanjutnya. Penumpukan WIP ini bukan hanya memperlambat distribusi volume produksi aktual ke proses *downstream*, tetapi juga meningkatkan risiko pemborosan waktu, ruang penyimpanan, dan potensi cacat material yang semakin lama berada dalam status menunggu di lantai produksi.

4.2.1.3 *Inventory Work in Process*

Inventory w*ork in process* (WIP) yang menunjukkan posisi serta jumlah material tertahan pada setiap tahapan proses produksi di Pabrik Kulit Fajar Makmur dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 5 Posisi dan Jumlah Material Tertahan

No.	Proses	Posisi Material Tertahan	Jumlah Material Tertahan	
			Lembar	ft²
1.	*Shaving*	Area persiapan sebelum masuk *tanning*	10	220
2.	*Tanning*	Sebelum oven dan pending proses kimia	22	484
3.	*Setting Out*	Menunggu pengaturan permukaan	13	286
4.	*Toggle Drying*	Menunggu giliran pengeringan lembaran	30	660
5.	*Spraying*	Antrian penyemprotan	9	198
6.	*Measuring*	Pemilahan sebelum inspeksi	5	110
7.	*Buffing*	Antrian polesan permukaan	12	264
8.	*Embossing*	Pemrosesan motif sebelum *coating*	8	176
9.	*Coating*	Persiapan hantaran ke QC	10	220
10.	*Quality Control*	Material siap uji kelolosan/akhir	7	154

Berdasarkan data jumlah material tertahan di setiap tahapan proses produksi, dapat disimpulkan bahwa penumpukan material tertinggi terjadi pada proses *tanning* dan *toggle drying*. Pada proses *tanning*, sebanyak 22 lembar kulit (setara 484 ft²) tertahan setiap hari, sedangkan di *toggle drying* penumpukan meningkat hingga 30 lembar (660 ft²) per hari. Proses lainnya, seperti *measuring*, *embossing*, dan *quality control* akhir, menunjukkan akumulasi material WIP yang lebih kecil dan masih dalam batas normal aliran produksi. Teridentifikasinya *bottleneck* ini berdampak besar terhadap performa keseluruhan pabrik, di mana aliran produksi menjadi terhambat, waktu tunggu meningkat, kebutuhan *storage* bertambah, dan potensi material cacat karena terlalu lama menunggu juga ikut naik.

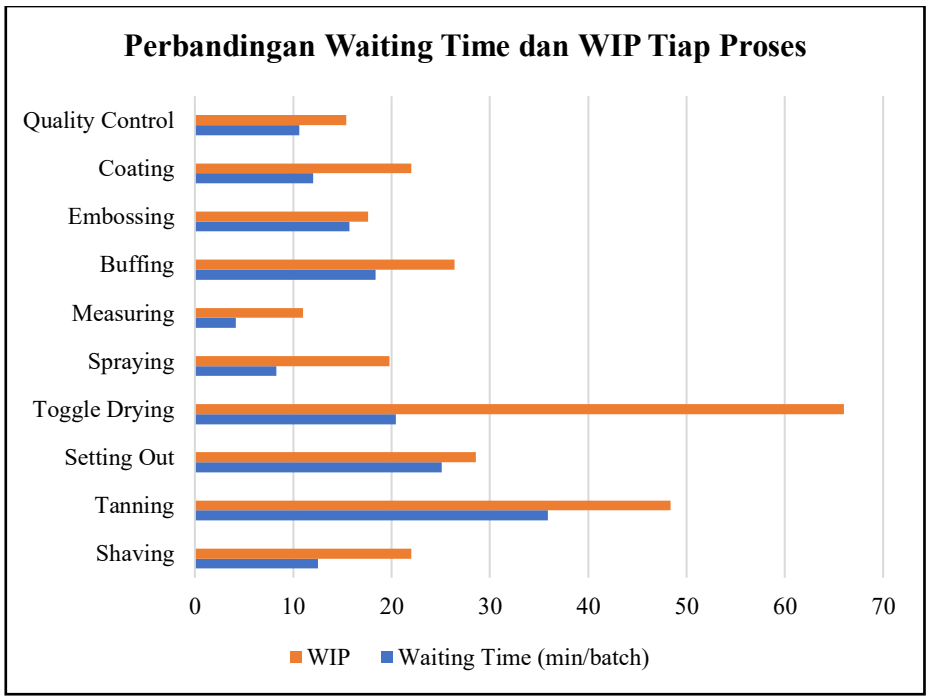
4.2.1.4 Identifikasi *Bottleneck* Proses Produksi

Berikut adalah data identifikasi *bottleneck* proses produksi di Pabrik Kulit Fajar Makmur berdasarkan hasil pengolahan waktu tunggu (*waiting time*) dan inventori WIP.

Tabel 4. 6 Identifikasi *Bottleneck*

No.	Tahapan Proses	*Waiting Time* (min/*batch*)	WIP (ft^2)
1.	*Shaving*	12,51	220
2.	*Tanning*	35,89	484
3.	*Setting Out*	25,12	286
4.	*Toggle Drying*	20,44	660
5.	*Spraying*	8,28	198
6.	*Measuring*	4,16	110
7.	*Buffing*	18,36	264
8.	*Embossing*	15,71	176
9.	*Coating*	12,03	220
10.	*Quality Control*	10,62	154

Diagram batang berikut menunjukkan profil *bottleneck* berdasarkan waktu tunggu dan akumulasi *inventory* WIP untuk setiap tahapan proses secara visual.



Gambar 4. 11 Diagram Batang Perbandingan *Waiting Time* dan WIP

Diagram batang di atas memperlihatkan perbandingan antara *waiting time* (waktu tunggu per *batch*) dan jumlah WIP (*work in process*) pada setiap tahapan proses produksi di Pabrik Kulit Fajar Makmur. Melalui visualisasi ini terlihat bahwa proses *tanning* dan *toggle drying* menonjol sebagai *bottleneck* utama, dengan nilai *waiting time* yang sangat tinggi disertai akumulasi WIP terbesar dibandingkan proses lainnya. Pada proses *toggling drying*, batang WIP mencapai titik paling panjang, menunjukkan material tertahan dalam jumlah signifikan.

Sementara pada proses *tanning*, selain WIP yang besar, juga diiringi waktu tunggu yang jauh lebih lama dari proses lain. Proses seperti *buffing*, *setting out*, dan *coating* juga menunjukkan nilai WIP dan *waiting time* yang cukup tinggi, namun tidak sebesar dua *bottleneck* utama.

Diagram ini juga memperlihatkan bahwa proses-proses lain seperti *measuring*, *spraying*, dan *quality control* memiliki *waiting time* dan WIP yang rendah. Hal ini menunjukkan aliran produksi yang lebih lancar tanpa penumpukan berarti. Keseluruhan diagram mengindikasikan bahwa aliran produksi paling terganggu di proses dengan batang terpanjang, dan area tersebut menjadi prioritas utama untuk perbaikan efisiensi dan pengurangan *inventory* tertahan.

Berikut adalah *work in process* (WIP) dan *inventory* aktual di Pabrik Kulit Fajar Makmur yang mencerminkan permasalahan penumpukan dan *delay* akibat waktu tunggu tinggi pada proses *tanning* dan *toggle drying*.

Tabel 4. 7 WIP dan *Inventory* Produksi

No.	Tahapan Proses	Rata-rata *Output* Masuk (Lembar/hari)	WIP Tertahan		Penjelasan Permasalahan
			Lembar	ft²	
1.	*Tanning*	105	22	484	WIP menumpuk karena menunggu proses oven dengan *waiting time* 35,89 menit/*batch.*
2.	*Toggle Drying*	105	30	660	Penumpukan disebabkan waktu pengeringan yang tidak seimbang dengan laju input.
3.	Proses lain	105	8–13	176–286	WIP relatif stabil, tidak menjadi *bottleneck* utama.

Penumpukan dan *delay* WIP di Pabrik Kulit Fajar Makmur terutama terjadi pada tahapan proses *tanning* dan *toggle drying*. Dari *output* harian sebanyak 105 lembar, sekitar 22 lembar kulit setiap hari harus tertahan sebagai WIP di area *tanning* karena siklus mesin dan waktu tunggu yang cukup tinggi. Kondisi *bottleneck* ini menyebabkan kulit hasil proses sebelumnya tidak bisa segera menjalani tahapan *tanning* sehingga perlahan terjadi akumulasi produk setengah jadi. Situasi yang sama juga ditemukan pada area *toggle drying*, di mana penumpukan WIP lebih besar dapat terjadi hingga 30 lembar atau sekitar 660 ft² setiap hari. Hal ini disebabkan waktu proses *toggle dryer* yang lebih lama dibandingkan dengan laju input dari proses sebelumnya, dan memperlambat aliran kulit menuju proses lanjutan.

Sementara itu, pada tahapan proses yang lain, jumlah WIP tertahan relatif kecil, yaitu antara 8 sampai 13 lembar (176–286 ft²) per hari, dan masih dalam batas normal aliran produksi.

Permasalahan utama dari penumpukan WIP di kedua proses *bottleneck* tersebut adalah terhambatnya efisiensi produksi, peningkatan kebutuhan ruang simpan, serta meningkatnya risiko kerusakan atau cacat material akibat waktu tunggu yang panjang di lantai produksi.

4.2.2 Rekapitulasi dan Perhitungan Data *Defect* Produksi

4.2.2.1 Estimasi Persentase Cacat

Berikut merupakan tabel persentase cacat pada setiap tahapan proses produksi kulit sapi di Pabrik Kulit Fajar Makmur.

Tabel 4. 8 Estimasi Persentase Cacat Proses

Persentase Cacat Proses		
No.	**Proses**	**Persentase Cacat**
1.	*Shaving*	1.0%
2.	*Tanning*	0.7%
3.	*Setting Out*	0.8%
4.	*Toggle Drying*	2.0%
5.	*Spraying*	1.2%
6.	*Measuring*	0,5%
7.	*Buffing*	0.6%
8.	*Embossing*	0.4%
9.	*Coating*	0.7%
10.	*Quality Control*	0,5%

Persentase cacat pada setiap tahapan proses yang tercantum pada tabel tersebut merupakan hasil estimasi dan diskusi bersama manajer produksi Pabrik Kulit Fajar Makmur yang didasarkan pada praktik aktual, pemantauan rutin, dan data *baseline* historis produksi di pabrik.

4.2.2.2 Jumlah dan Jenis Unit Cacat

Data pada tabel berikut merepresentasikan jumlah unit produk cacat yang teridentifikasi selama pengamatan pada minggu pertama hingga minggu keempat masa penelitian. Seluruh informasi dalam tabel diperoleh dari proses pencatatan atas temuan produk cacat di setiap tahapan produksi Pabrik Kulit Fajar Makmur.

Tabel 4. 9 Jumlah Unit Produk Cacat Tiap Proses

No.	**Proses**	**Jumlah Cacat (lembar)**				**Total Cacat**	
		Minggu I	**Minggu II**	**Minggu III**	**Minggu IV**	**Lembar**	**ft²**
1.	*Shaving*	5	5	5	6	21	462
2.	*Tanning*	4	4	4	4	16	352

No.	Proses	Jumlah Cacat (lembar)				Total Cacat	
		Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV	Lembar	ft²
3.	*Setting Out*	4	4	5	4	17	374
4.	*Toggle Drying*	11	11	10	10	42	924
5.	*Spraying*	6	7	6	6	25	550
6.	*Measuring*	2	3	2	2	9	198
7.	*Buffing*	3	4	3	3	13	286
8.	*Embossing*	2	2	2	2	8	176
9.	*Coating*	4	4	4	4	16	352
10.	*Quality Control*	3	3	3	2	11	242

Berdasarkan tabel jumlah unit cacat di atas, dapat disimpulkan bahwa setiap tahapan proses produksi di Pabrik Kulit Fajar Makmur masih mengalami jumlah cacat yang bervariasi tiap minggunya, di mana proses *toggle drying* dengan total cacat mencapai 42 lembar kulit atau setara dengan 924 ft², lalu diikuti proses *spraying*, dan *shaving* yang menjadi penyumbang cacat terbanyak. Data ini mencerminkan bahwa beberapa tahapan produksi perlu mendapatkan perhatian khusus terhadap kendali kualitas dan perbaikan proses, terutama pada titik yang memberikan kontribusi tertinggi terhadap total *defect* mingguan.

Setelah dilakukan perhiungan jumlah cacat selama empat minggu periode observasi, selanjutnya mengukur tingkat kecacatan (%) pada masing-masing proses menggunakan rumus *defect rate*, yaitu jumlah produk cacat yang ditemukan pada setiap proses dibagi dengan total *output* produksi dalam satuan ft², kemudian dikalikan 100 persen. Pada pengamatan ini, total output yang digunakan sebagai pembagi dalam rumus *defect rate* adalah rata-rata volume produksi aktual bulanan, yaitu sebesar 50.749 ft² kulit sapi siap jual. Rumus dijabarkan sebagai berikut.

$$Defect\ Rate\ (\%) = \frac{\text{Jumlah Produk Cacat (Defect)}}{\text{Total Output Produksi (ft}^2\text{)}} \times 100\%$$

Dengan demikian, perincian jumlah, jenis utama, dan hasil pengukuran tingkat kecacatan yang ditemukan pada masing-masing tahapan proses produksi di Pabrik Kulit Fajar Makmur dapat dilihat pada tabel 4.10 berikut.

Tabel 4. 10 Rekapitulasi Jumlah, Jenis, dan *Defect Rate* Produk Tiap Proses

No.	Proses	Jenis Cacat	Jumlah		*Defect Rate* (%)
			Lembar	ft²	
1.	*Shaving*	Sobek, terlalu tipis	21	462	0,91
2.	*Tanning*	Warna tidak merata, keriput	16	352	0,69
3.	*Setting Out*	Permukaan tidak rata, kasar	17	374	0,74

No.	Proses	Jenis Cacat	Jumlah		*Defect Rate* (%)
			Lembar	ft²	
4.	*Toggle Drying*	Retak, kaku, tidak kering	42	924	1,82
5.	*Spraying*	Noda, belang, ketebalan tidak rata	25	550	1,08
6.	*Measuring*	Dimensi tidak sesuai, pencatatan salah	9	198	0,39
7.	*Buffing*	Gores, permukaan kasar	13	286	0,56
8.	*Embossing*	Motif tidak rata, motif kabur	8	176	0,35
9.	*Coating*	Permukaan belang, lengket	16	352	0,69
10.	*Quality Control*	Tidak lolos toleransi mutu	11	242	0,48

Berdasarkan tabel rekapitulasi jumlah, jenis, dan *defect rate* produk cacat di setiap proses produksi, dapat disimpulkan bahwa proses *toggle drying* memiliki *defect rate* paling tinggi, yaitu sebesar 1,82%. Hal ini menunjukkan bahwa proses *toggle drying* menjadi prioritas utama untuk dilakukan perbaikan dalam upaya peningkatan resiliensi di Pabrik Kulit Fajar Makmur.

Tahapan perbaikan akan dilakukan secara terstruktur, dimulai dari analisis mendalam pada proses dengan *defect rate* tertinggi. Selanjutnya, untuk mengidentifikasi penyebab utama terjadinya *defect* pada proses *toggle drying*, akan digunakan metode *fishbone diagram* sebagai alat analisis akar masalah. Dengan cara ini, perbaikan yang tepat dapat diimplementasikan secara spesifik untuk menurunkan tingkat kecacatan pada proses yang paling kritis tersebut.

4.2.2.3 Kategori Skala *Defect*

Kategori skala *defect* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil *Focus Group Discussion* (FGD) yang melibatkan manajer produksi, kepala proses, dan kepala *finishing* di Pabrik Kulit Fajar Makmur. Skala tersebut disusun berdasarkan pertimbangan pengalaman praktis di lapangan serta kebutuhan kontrol mutu di pabrik, dan mengacu pada standar perusahaan yang berlaku untuk penilaian kualitas produksi. Melalui forum diskusi ini, dirumuskan rentang persentase *defect* beserta kategori deskriptif yang relevan untuk memetakan mutu produk di setiap tahapan proses. Berdasarkan kesepakatan bersama tersebut,

penilaian kualitas produksi dapat dilakukan secara objektif dan selaras dengan standar operasional yang berlaku di Pabrik Kulit Fajar Makmur. Dengan demikian, kategori skala *defect* ini dapat digunakan untuk memetakan tingkat kualitas dan mutu produk di setiap tahapan proses produksi secara objektif dan konsisten. Kategori serta rentang nilai pada skala *defect* tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 11 Skala *Defect* dan Kategori Mutu

Skala	Rentang *Defect* (%)	Kategori Deskriptif
1	<1%	Sangat Baik
2	1–3%	Baik
3	>3–5%	Cukup
4	>5–8%	Kurang
5	>8%	Buruk

Setelah dilakukan penghitungan *defect rate* pada masing-masing tahapan proses produksi, setiap nilai *defect rate* tersebut kemudian dipetakan ke dalam skala dan kategori deskriptif sesuai klasifikasi yang telah disepakati bersama pihak manajemen Pabrik Kulit Fajar Makmur. Rangkuman pemetaan *defect rate* beserta skala dan kategori mutunya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 12 Klasifikasi *Defect Rate*, Skala *Defect*, dan Kategori Mutu

No.	Proses	*Defect Rate* (%)	Skala *Defect*	Kategori Deskriptif
1.	*Shaving*	0,91	1	Sangat Baik
2.	*Tanning*	0,69	1	Sangat Baik
3.	*Setting Out*	0,74	1	Sangat Baik
4.	*Toggle Drying*	1,82	2	Baik
5.	*Spraying*	1,08	2	Baik
6.	*Measuring*	0,39	1	Sangat Baik
7.	*Buffing*	0,56	1	Sangat Baik
8.	*Embossing*	0,35	1	Sangat Baik
9	*Coating*	0,69	1	Sangat Baik
10.	*Quality Control*	0,48	1	Sangat Baik

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa sebagian besar proses produksi berada pada kategori “Sangat Baik”, yaitu dengan *defect rate* di bawah 1%. Akan tetapi, dua proses yakni *toggle drying* dan *spraying* masuk dalam kategori “Baik” karena memiliki *defect rate* lebih tinggi dalam kisaran 1–3%. Kedua proses tersebut menjadi sorotan utama, terutama *toggle drying* yang memiliki nilai *defect rate* tertinggi sehingga akan menjadi prioritas dalam upaya analisis mendalam dan perbaikan mutu produksi selanjutnya.

4.2.3 Rekapitulasi Data Kelincahan dan Adaptasi Proses Produksi

Dari beberapa indikator *agility* yang ada, terdapat dua indikator yang paling relevan dan krusial untuk didalami di industri pabrik kulit Fajar Makmur adalah sebagai berikut.

4.2.3.1 Kecepatan Pemenuhan Pesanan Mendadak

Kecepatan pemenuhan pesanan mendadak merupakan salah satu indikator utama kelincahan operasional di industri pabrik penyamakan kulit. Dalam praktiknya, Pabrik Kulit Fajar Makmur sering menghadapi kondisi di mana pelanggan, terutama dari pasar ekspor maupun domestik, mengajukan permintaan tambahan atau perubahan order secara tiba-tiba di luar jadwal produksi yang telah direncanakan. Untuk dapat memenuhi permintaan tersebut dengan cepat dan tepat waktu, pabrik harus memiliki sistem produksi, koordinasi tim, serta manajemen bahan baku yang baik agar order mendadak tidak menimbulkan gangguan pada proses reguler maupun penurunan kualitas. Tabel berikut menyajikan data kecepatan pemenuhan pesanan mendadak Pabrik Kulit Fajar Makmur selama periode Juni 2024 hingga Juni 2025, yang mencakup jumlah order, rata-rata waktu penyelesaian, serta status pencapaian target kecepatan respon.

Tabel 4. 13 Data Kecepatan Pemenuhan Pesanan Mendadak

Bulan	Jumlah Order Mendadak	Rata-Rata Waktu Pemenuhan (hari)	Target (≤12 hari)	Status Pencapaian
Juni 2024	2	13	≤12	Tidak tercapai
Juli 2024	1	12	≤12	Tercapai
Agustus 2024	2	12	≤12	Tercapai
September 2024	3	15	≤12	Tidak tercapai
Oktober 2024	2	14	≤12	Tidak tercapai
November 2024	2	11	≤12	Tercapai
Desember 2024	3	17	≤12	Tidak tercapai
Januari 2025	2	13	≤12	Tidak tercapai
Februari 2025	2	11	≤12	Tercapai
Maret 2025	2	15	≤12	Tidak tercapai
April 2025	3	14	≤12	Tidak tercapai
Mei 2025	1	12	≤12	Tercapai
Juni 2025	2	14	≤12	Tidak tercapai

Berdasarkan tabel di atas, Pabrik Kulit Fajar Makmur telah menunjukkan upaya dalam merespon permintaan order mendadak selama periode Juni 2024 hingga Juni 2025. Akan tetapi, data menunjukkan bahwa target waktu pemenuhan pesanan ≤ 12 hari belum konsisten tercapai. Dari total 13 bulan observasi, hanya pada 5 bulan pabrik berhasil memenuhi pesanan mendadak sesuai target waktu, sedangkan pada 8 bulan lainnya waktu pemenuhan melampaui standar yang telah ditetapkan. Kondisi ini mengindikasikan perlunya evaluasi dan perbaikan terhadap sistem

respon cepat, baik dari sisi koordinasi, perencanaan, maupun pengelolaan sumber daya, agar kecepatan pemenuhan pesanan mendadak dapat terus ditingkatkan untuk menjaga kestabilan produksi, kepuasan pelanggan, dan resiliensi perusahaan di tengah dinamika permintaan pasar.

4.2.3.2 Fleksibilitas Perubahan Jadwal Produksi

Fleksibilitas perubahan jadwal produksi merupakan salah satu syarat penting bagi pabrik penyamakan kulit untuk mempertahankan daya saing dan keberlanjutan usaha di tengah fluktuasi permintaan dan perubahan kondisi pasar. Dalam praktik Pabrik Kulit Fajar Makmur, kebutuhan mengubah jadwal produksi secara mendadak kerap muncul akibat order prioritas, permintaan pelanggan dengan spesifikasi khusus, ataupun adanya kendala teknis di jalur produksi. Tingkat fleksibilitas jadwal ini mencerminkan sejauh mana pabrik mampu menyesuaikan aliran kerja tanpa menyebabkan keterlambatan, penumpukan WIP, atau penurunan kualitas produk. Tabel berikut menyajikan data frekuensi perubahan jadwal produksi bulanan di Pabrik Kulit Fajar Makmur selama periode Juni 2024 hingga Juni 2025, berikut informasi dampak terhadap kelancaran aliran produksi dan pencapaian target fleksibilitas.

Tabel 4. 14 Data Frekuensi Perubahan Jadwal Produksi

Bulan	Jumlah Perubahan Jadwal	Dampak pada Produksi	Target (≥3 kali/bulan)	Status Pencapaian
Juni 2024	2	Tidak ada dampak	≥3	Tidak tercapai
Juli 2024	2	Produksi tertunda 1 hari	≥3	Tidak tercapai
Agustus 2024	3	Tidak ada dampak	≥3	Tercapai
September 2024	2	Tidak ada dampak	≥3	Tidak tercapai
Oktober 2024	2	Produksi tertunda 0,5 hari	≥3	Tidak tercapai
November 2024	3	Tidak ada dampak	≥3	Tercapai
Desember 2024	2	Tidak ada dampak	≥3	Tidak tercapai
Januari 2025	3	Tidak ada dampak	≥3	Tercapai
Februari 2025	2	Produksi tertunda 1 hari	≥3	Tidak tercapai
Maret 2025	2	Tidak ada dampak	≥3	Tidak tercapai
April 2025	3	Tidak ada dampak	≥3	Tercapai
Mei 2025	2	Tidak ada dampak	≥3	Tidak tercapai
Juni 2025	2	Tidak ada dampak	≥3	Tidak tercapai

Tabel di atas menggambarkan frekuensi perubahan jadwal produksi serta dampaknya terhadap kelancaran proses di Pabrik Kulit Fajar Makmur. Dalam kurun waktu satu tahun pengamatan, target perubahan jadwal minimal tiga kali per bulan jarang tercapai, di mana hanya 4 bulan status pencapaian target dianggap tercapai, sementara 9 bulan lainnya tidak tercapai. Selain itu, pada beberapa kasus ditemukan perubahan jadwal mengakibatkan produksi tertunda,

meskipun sebagian besar perubahan dapat dilaksanakan tanpa dampak negatif yang signifikan. Fakta ini mengindikasikan bahwa fleksibilitas penyesuaian jadwal produksi masih perlu diperkuat, baik dari segi perencanaan maupun komunikasi antar bagian, agar pabrik bisa lebih responsif serta minim gangguan saat menghadapi dinamika permintaan dan kondisi operasional.

BAB V
PEMBAHASAN

5.1 Analisis *Waste*

5.1.1 Analisis *Waiting Time*

Waiting time merupakan salah satu indikator utama dalam analisis *lean manufacturing* di Pabrik Kulit Fajar Makmur karena berperan langsung terhadap efisiensi aliran proses dan kemampuan resiliensi perusahaan dalam menghadapi fluktuasi permintaan. Berdasarkan rekap data pengolahan waktu produksi, tiap tahapan proses di pabrik penyamakan kulit memiliki karakteristik *waiting time* yang berbeda, di mana proses *tanning* dan *setting out* tercatat sebagai dua tahapan dengan *waiting time* paling tinggi, seringkali melebihi rata-rata waktu proses lain dalam satu siklus produksi, Sementara itu, proses lain seperti *shaving*, *setting out*, *spraying*, dan *quality control* secara umum menunjukkan *waiting time* yang lebih rendah dan cenderung stabil. Pola ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan aliran produksi, di mana terjadi penumpukan material WIP pada titik tertentu akibat perbedaan kapasitas dan durasi antar proses.

Berdasarkan data waktu proses produksi, terlihat bahwa *tanning* menjadi pusat *bottleneck* utama dengan nilai *waiting time* proses *tanning* 35,89 menit/*batch*. *Bottleneck* pada proses *tanning* disebabkan oleh lamanya waktu reaksi kimia, kebutuhan kontrol suhu dan kelembapan yang ketat, kapasitas mesin drum terbatas, serta seringnya terjadi antrian material sebelum masuk proses selanjutnya. Akibat *bottleneck* ini, material tertahan lebih lama di *waiting line* sehingga menyebabkan penumpukan material WIP yang berpotensi menimbulkan risiko *overcapacity*, penurunan kualitas produk akibat *aging* atau *overdrying*, serta pemborosan waktu produksi.

Secara garis besar, implikasi *waiting time* tinggi yang terjadi pada proses *tanning* terhadap aliran produksi dan resiliensi mencakup beberapa aspek, di antaranya menyebabkan *throughput* aktual pabrik lebih rendah dari kapasitas teoritis sehingga menimbulkan risiko keterlambatan dalam pemenuhan pesanan dan berpengaruh langsung terhadap efisiensi lini produksi. Selain itu, tingginya *waiting time* berdampak pada penurunan fleksibilitas, di mana jumlah inventori WIP yang menumpuk pada proses *bottleneck* memperkecil ruang gerak dalam penjadwalan ulang maupun respons terhadap order mendadak sehingga *agility* perusahaan menurun.

5.1.2 Analisis *Inventory* dan *Work in Process* (WIP)

Work in Process (WIP) merupakan indikator penting dalam implementasi *lean manufacturing* yang mencerminkan tingkat efisiensi aliran material dan kemampuan produksi untuk merespon perubahan permintaan. Dalam permasalahan yang dihadapi Pabrik Kulit Fajar Makmur, analisis WIP menjadi sangat penting karena proses produksi kulit melibatkan tahapan kimia yang kompleks dan tidak dapat diinterupsi secara sembarangan sehingga penumpukan *inventory* pada titik-titik tertentu dapat berdampak signifikan terhadap kualitas produk dan resiliensi operasional.

Berdasarkan data jumlah material tertahan pada setiap tahapan proses, t*oggle drying* tercatat memiliki material tertahan dengan jumlah tertinggi sebesar 660 ft², diikuti oleh *tanning* dengan 484 ft². Kondisi ini mencerminkan ketidakseimbangan kapasitas produksi yang menyebabkan material terjebak dalam aliran produksi. Proses *shaving* dan *measuring* menunjukkan level WIP yang relatif rendah, yaitu 220 ft² dan 110 ft². Hal ini mengindikasikan bahwa tahapan awal produksi memiliki *throughput* yang lebih baik dibandingkan proses *downstream*. Namun, penumpukan WIP yang tinggi pada *setting out* (286 ft²) dan *buffing* (264 ft²) menunjukkan adanya *bottleneck* sekunder yang perlu mendapat perhatian khusus.

Tingginya level WIP berdampak negatif terhadap beberapa aspek efisiensi produksi. Dampak yang pertama yaitu penurunan *throughput* keseluruhan, di mana meskipun *output* harian mencapai 105 lembar atau 2.310 ft², penumpukan WIP menyebabkan *lead time* keseluruhan meningkat dari 35-240 menit per *batch* tergantung proses. Hal ini mengindikasikan bahwa kapasitas teoritis tidak dapat dicapai secara konsisten akibat *bottleneck* pada titik-titik kritis. Selain itu, peningkatan biaya *carrying cost* juga diidentifikasi sebagai dampak negatif dari tingginya level WIP. Akumulasi WIP per hari sebesar 2.772 ft² secara total menghasilkan biaya penyimpanan, *handling*, dan potensi kerusakan material yang signifikan. Dalam industri penyamakan kulit, material yang terlalu lama tersimpan dalam kondisi WIP rentan terhadap perubahan karakteristik fisik dan kimia yang dapat menurunkan kualitas.

5.1.3 Analisis *Bottleneck* Proses Produksi

Proses *tanning* di Pabrik Kulit Fajar Makmur teridentifikasi sebagai *bottleneck* utama berdasarkan *waiting time* tertinggi (35,89 menit/batch) di antara seluruh tahapan produksi. *Tanning* merupakan tahap krusial yang berfungsi mengawetkan kulit dan membentuk sifat dasar

material sebelum masuk ke tahapan lanjut. Karakteristik *bottleneck* pada proses *tanning* di pabrik kulit Fajar Makmur disebabkan oleh sejumlah faktor yang saling terkait erat. Pertama, proses reaksi kimia dalam *tanning* membutuhkan waktu yang relatif lama karena kulit harus benar-benar menyerap bahan kimia penyamak (baik *chrome* maupun *vegetable tanning*) agar kualitas, daya tahan, dan kelenturannya optimal. Keberhasilan proses ini sangat menentukan mutu akhir sehingga tidak dapat dipercepat secara sembarangan tanpa berisiko memperburuk hasil kulit. Selain itu, pengendalian suhu dan kelembapan menjadi faktor kunci, di mana setiap perubahan kecil pada temperatur dan tingkat kelembapan dapat memengaruhi proses reaksi sehingga memerlukan pengawasan intensif. Kondisi ini sering menyebabkan perlambatan siklus produksi karena operator harus memastikan parameter lingkungan tetap stabil sepanjang proses berlangsung. Karakter *bottleneck* pada tanning juga sangat dipengaruhi oleh kapasitas mesin drum yang terbatas. Setiap *batch* hanya dapat diproses dalam jumlah tertentu secara bersamaan sehingga material dari proses sebelumnya mudah menumpuk dan menunggu giliran sebelum bisa diproses lebih lanjut. Antrian material pun tak terhindarkan, apalagi jika terjadi *mismatch output* (*output* yang tidak sesuai) antara proses *shaving* dengan input *setting out*, memperpanjang *waiting time* dan menambah akumulasi *inventory work in process* (WIP).

Dampak utamanya adalah *waiting time* pada proses *tanning* yang tinggi sehingga aliran material ke proses berikutnya menjadi terhambat. Penumpukan WIP menambah risiko *defect* akibat lamanya material tertahan dalam proses, serta menurunkan responsivitas sistem produksi dalam menghadapi permintaan pasar yang fluktuatif. *Bottleneck* pada proses *tanning* ini akhirnya memberikan efek domino ke seluruh lini produksi, dan menjadi prioritas utama dalam rekomendasi perbaikan *lean manufacturing* untuk meningkatkan efisiensi dan resiliensi pabrik.

Tahap *toggle drying* di Pabrik Kulit Fajar Makmur juga merupakan *bottleneck* kritis yang ditandai oleh jumlah WIP paling tinggi (660 ft^2) dalam aliran produksi serta waktu tunggu (*waiting time*) yang signifikan selama 20,44 menit per *batch*. *Bottleneck* ini muncul karena beberapa faktor utama. Pertama, *cycle time toggle drying* tergolong panjang disebabkan oleh kebutuhan waktu pengeringan yang cukup lama agar kulit mencapai kadar air dan tingkat kekakuan yang optimal tanpa menyebabkan kerusakan pada struktur permukaan. Pengeringan kulit tidak dapat dipercepat secara sembarangan, sebab perubahan kecil saja dapat memicu cacat seperti retak atau deformasi.

Kedua, kapasitas alat pengering *toggle* yang terbatas menyebabkan material kulit mudah menumpuk, terutama saat menerima *output* dalam jumlah besar dari proses sebelumnya. Setiap siklus pengeringan hanya dapat menangani sejumlah lembar kulit tertentu sehingga stok WIP akan meningkat jika laju produksi *upstream* lebih tinggi dari kapasitas *drying*. Ketiga, kesulitan *setup* dan penataan material pada *frame toggle* juga memperpanjang waktu proses. Variasi ketebalan dan ukuran kulit membuat waktu pemasangan serta pengaturan posisi kulit di *frame* menjadi bervariasi, menambah waktu *setup* dan mengakibatkan antrean material pada alat *drying*.

Akibat seluruh faktor di atas, akumulasi WIP di *toggle drying* menjadi sangat tinggi dan nilai investasi yang tertanam dalam stok setengah jadi pun meningkat drastis. Ruang penyimpanan di area ini pun menjadi cepat penuh sehingga menurunkan efisiensi tata letak dan kelancaran aliran logistik internal. Dampak utama dari *bottleneck* ini adalah memanjangnya *total lead time* produksi, penurunan optimalisasi ruang kerja, serta meningkatnya risiko *defect* akibat *over-exposure* maupun kesalahan proses pengeringan. *Bottleneck* pada *toggle drying* juga membatasi respons sistem produksi terhadap fluktuasi permintaan dan akhirnya menghambat kelancaran proses di tahapan-tahapan berikutnya. Seluruh karakteristik tersebut menjadikan *toggle drying* sebagai prioritas utama dalam perbaikan *lean* di Fajar Makmur.

Oleh karena itu, *waiting time* pada proses *tanning* dan penumpukan WIP pada proses *toggle drying* merupakan dua sumber *bottleneck* utama yang saling terkait dan menjadi hambatan terbesar dalam aliran produksi. Fokus perbaikan pada dua titik kritis ini akan berdampak signifikan terhadap peningkatan resiliensi, efisiensi operasional, serta kemampuan adaptasi dan daya saing Pabrik Kulit Fajar Makmur di era industri modern.

5.1.4 Analisis *Defect*

Analisis *defect* merupakan tahap penting dalam evaluasi kualitas produksi kulit di Pabrik Kulit Fajar Makmur, diawali dengan estimasi persentase cacat pada setiap tahapan proses. Estimasi ini diperlukan untuk memperoleh gambaran kuantitatif mengenai seberapa besar tingkat cacat yang terjadi pada masing-masing proses produksi, mulai dari *shaving* hingga *quality control*. Proses estimasi dilakukan melalui kolaborasi dengan manajer produksi, berdasarkan praktik aktual, hasil pemantauan rutin, dan *data baseline* historis produksi di pabrik sehingga hasilnya merepresentasikan kondisi lapangan yang riil. Fungsi utama dari estimasi persentase cacat adalah sebagai indikator awal untuk mendeteksi area dan tahapan proses yang paling kritis

terhadap risiko cacat. Dengan mengetahui besaran dan distribusi persentase cacat, manajemen dapat lebih mudah memprioritaskan titik perbaikan, mengalokasikan sumber daya untuk peningkatan kualitas, serta melakukan *root cause analysis* secara terarah pada proses yang paling bermasalah.

Berdasarkan rekapitulasi, *defect rate* tertinggi ditemukan pada proses *toggle drying*, yakni mencapai 1,82% dengan jumlah cacat 42 lembar pada area 924 ft². Jenis cacat yang dominan pada proses ini berupa "retak, kaku, dan tidak kering", yang biasanya diakibatkan oleh ketidakstabilan suhu, distribusi uap panas yang tidak merata, serta ketidaksesuaian parameter waktu pengeringan kulit. Dengan *defect rate* tersebut, *toggle drying* dikategorikan dalam skala 2, kategori mutu "Baik" yang menandakan bahwa meskipun tidak kritis secara absolut, proses ini tetap menjadi titik sensitif dalam penjaminan kualitas produk kulit.

Selain *toggle drying*, proses *spraying* juga memperoleh *defect rate* yang relatif tinggi yaitu 1,08%, dan turut masuk pada kategori "Baik". Adapun mayoritas proses lain seperti *shaving*, *tanning*, *setting out*, *measuring*, *buffing*, *embossing*, *coating*, dan *quality control* menunjukkan defect rate <1% sehingga dikategorikan "Sangat Baik". Dengan demikian, hasil analisis ini menempatkan *toggle drying* dan *spraying* sebagai dua tahapan prioritas untuk perbaikan *defect*, karena keduanya tergolong masih rentan menghasilkan produk cacat walaupun sudah memenuhi kategori mutu yang baik. Fokus perbaikan ke proses-proses ini strategis, karena penurunan *defect rate* pada titik-titik tersebut akan berdampak signifikan dalam meningkatkan konsistensi mutu, menurunkan biaya *rework*, dan memperkuat resiliensi sistem produksi secara keseluruhan.

5.1.5 *Root Cause Analysis*

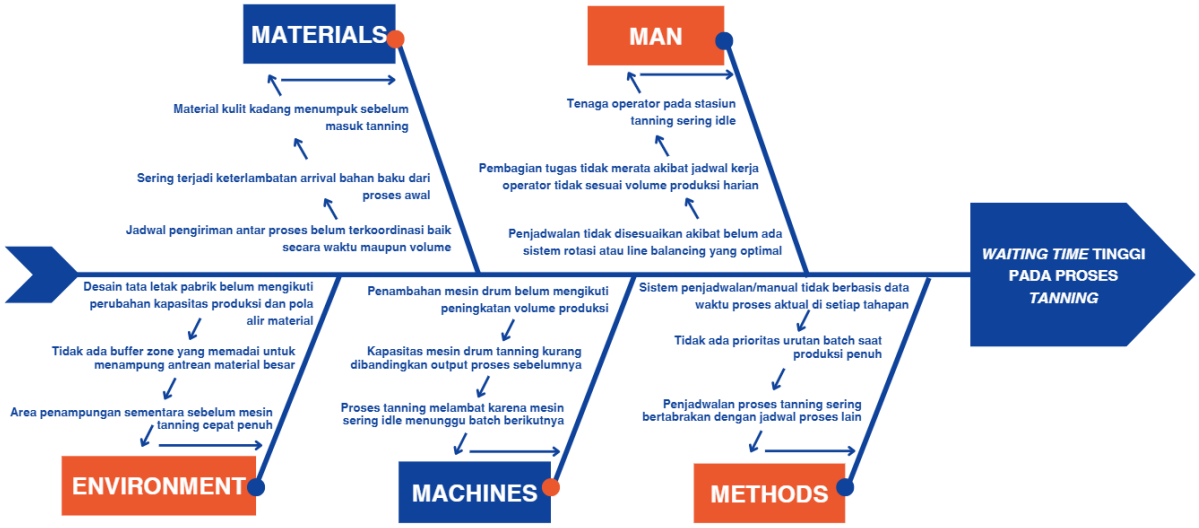
Root Cause Analysis (RCA) adalah metode analisis sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memahami akar penyebab utama dari suatu masalah, bukan hanya memperbaiki gejalanya saja sehingga solusi yang diambil dapat menyelesaikan masalah secara tuntas dan mencegahnya terulang di kemudian hari. RCA dilakukan pada penelitian ini karena ketiga indikator *lean* utama, *waiting time*, *inventory* WIP, dan *defect rate* masih menunjukkan perbedaan signifikan dari target dan ditemukan menjadi penghambat utama dalam peningkatan resiliensi pabrik. Masalah-masalah seperti *waiting time* tertinggi di proses *tanning*, penumpukan WIP (stok material tertahan) pada *toggle drying*, dan *defect rate* kategori "baik"

yang masih terjadi di *toggle drying* maupun *spraying* telah diidentifikasi berdasarkan data historis, hasil pemantauan rutin, serta diskusi dengan manajemen pabrik.

Penerapan Metode RCA dalam penelitian ini dilaksanakan melalui diskusi bersama manajer produksi, kepala bagian proses, dan kepala *finishing* di Pabrik Kulit Fajar Makmur, untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah dan merumuskan usulan perbaikan yang divisualisasikan dalam bentuk *fishbone diagram*. *Fishbone diagram* adalah alat analisis visual berbentuk tulang ikan yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan akar penyebab dari suatu masalah secara sistematis sehingga memudahkan tim menemukan sumber permasalahan utama dan merancang solusi yang tepat. *Fishbone diagram* efektif untuk menganalisis faktor-faktor penyebab baik dari aspek manusia (*man*), mesin (*machine*), material, metode (*method*), maupun lingkungan (*environment*).

5.1.5.1 Analisis 5 Faktor Utama *Waiting Time* Tinggi pada *Tanning*

Akar permasalahan *waiting time* tinggi pada proses *tanning* di Pabrik Kulit Fajar Makmur dijabarkan melalui 5 faktor (*man*, *machine*, *material*, *method*, *environment*) dalam *fishbone diagram* berikut.



Gambar 5. 1 *Fishbone Diagram* Penyebab *Waiting Time* pada Proses *Tanning*

Uraian permasalahan masing-masing faktor penyebab yang berkontribusi terhadap *waiting time* tinggi pada proses *tanning* di Pabrik Kulit Fajar Makmur, dapat dilihat pada tabel berikut.

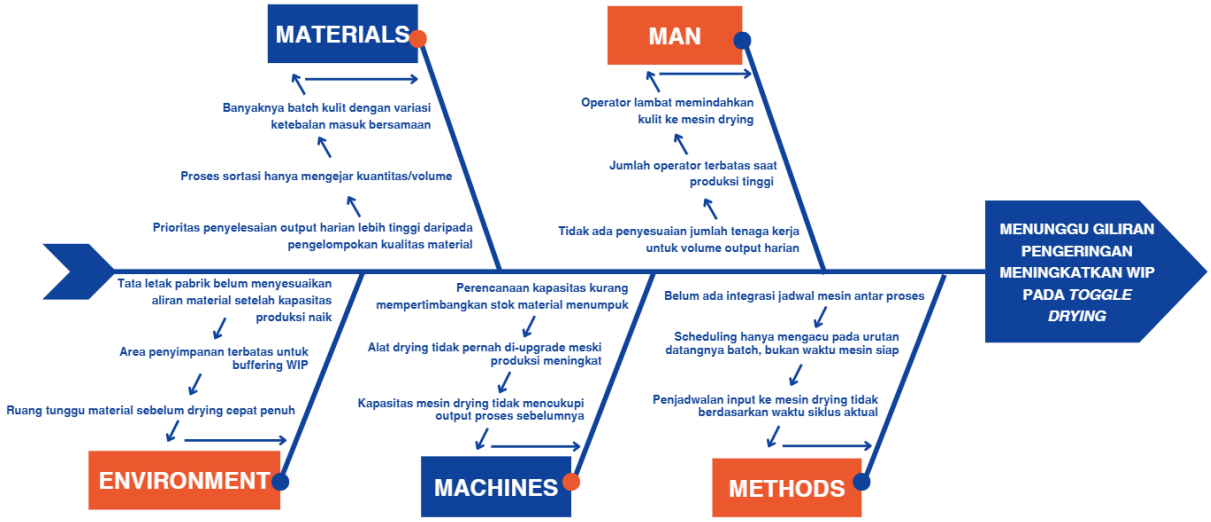
Tabel 5. 1 Uraian Permasalahan *Waiting Time* pada Proses *Tanning*

Faktor	Uraian Permasalahan
Man	Permasalahan pada faktor manusia terletak pada beban kerja operator stasiun *tanning* yang sering tidak merata. Penugasan operator belum disesuaikan dengan besaran volume produksi harian sehingga tenaga kerja di stasiun

Faktor	Uraian Permasalahan
	tanning kerap *idle* menunggu *batch* berikutnya. Hal ini diperparah ketika jadwal kerja tidak diatur dengan prinsip rotasi atau *line balancing* secara optimal, menyebabkan *waiting time* semakin panjang pada proses *tanning*.
Machine	Kapasitas mesin drum tanning yang tidak kunjung ditambah meski volume produksi meningkat menjadi akar permasalahan utama pada faktor mesin. Drum tanning yang tersedia kurang mampu mengimbangi *output* dari proses sebelumnya sehingga proses *tanning* sering terhambat lantaran mesin sering *idle*, menunggu *batch* material berikutnya. Akibatnya, material tertunda masuk ke proses *tanning*, memperlama waktu tunggu dan memicu ketidakseimbangan arus produksi.
Material	Material kulit yang menumpuk sebelum masuk *tanning* terjadi akibat seringnya keterlambatan *arrival* dari proses awal. Hal ini disebabkan pula oleh jadwal pengiriman antar proses yang tidak terkoordinasi dengan baik, baik dari segi waktu maupun volume. Ketidaksinkronan *supply* material tersebut membuat *buffer* material di area sebelum mesin *tanning* mudah penuh dan *batch* sering tertunda untuk diproses.
Method	Permasalahan metode terutama berkaitan dengan sistem penjadwalan yang belum berbasis data waktu proses aktual di tiap tahapan produksi. Jadwal proses *tanning* kerap bertabrakan dengan jadwal proses lain, khususnya pada saat produksi penuh, karena tidak ada sistem prioritas urutan *batch* yang diterapkan. Penjadwalan manual yang belum terintegrasi menyebabkan operator dan mesin sering menunggu giliran, memperpanjang *waiting time* secara keseluruhan.
Environment	Lingkungan kerja berperan dalam memperparah *waiting time* ketika desain tata letak pabrik belum mengikuti pola alir material dan perubahan kapasitas produksi. Tidak adanya *buffer zone* yang memadai untuk menampung antrean material, serta area penampungan material sementara sebelum mesin *tanning* yang cepat penuh, semakin memperlambat pergerakan *batch* material ke proses *tanning*.

5.1.5.2 Analisis 5 Faktor Utama *Inventory* WIP Tinggi pada *Toggle Drying*

Rincian 5 faktor (*man*, *machine*, *material*, *method*, *environment*) yang menjadi akar permasalahan terjadinya peningkatan atau tingginya *inventory* WIP pada proses *toggle drying* di Pabrik Kulit Fajar Makmur, disajikan dalam *fishbone diagram* berikut.



Gambar 5. 2 *Fishbone Diagram* Penyebab Tingginya WIP pada Proses *Toggle Drying*

Tabel berikut berisi uraian permasalahan dari masing-masing faktor yang menjadi penyebab peningkatan atau tingginya *inventory* WIP pada proses *toggle drying.*

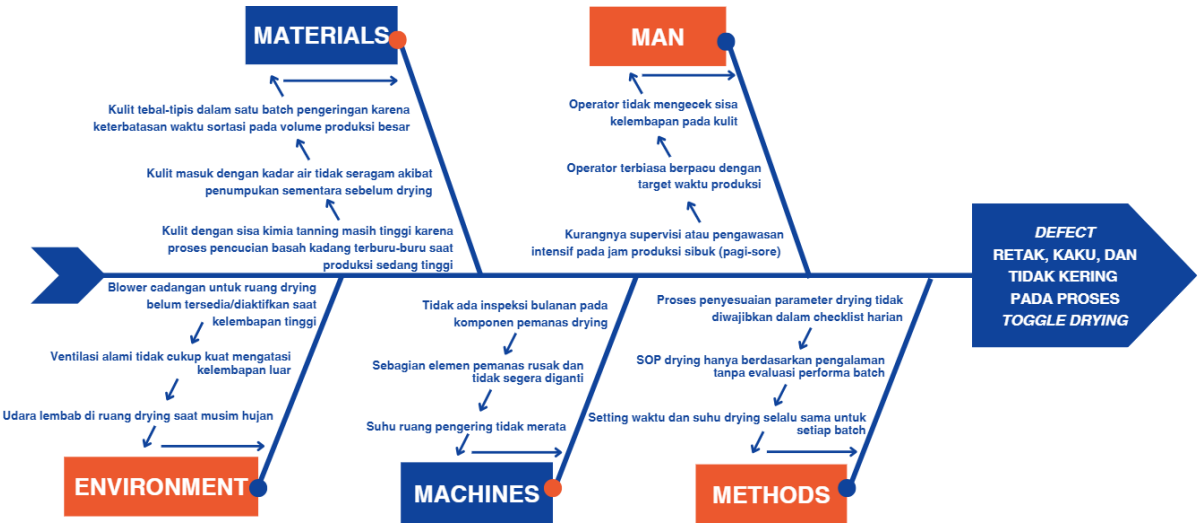
Tabel 5. 2 Uraian Permasalahan *Inventory* WIP pada Proses *Toggle Drying*

Faktor	Uraian Permasalahan
Man	Permasalahan utama pada faktor manusia adalah keterbatasan operator serta kurangnya penyesuaian tenaga kerja dengan fluktuasi volume produksi. Jumlah operator yang terbatas saat produksi tinggi menyebabkan proses pemindahan kulit ke alat *drying* menjadi lambat. Hal ini diperparah dengan absennya sistem penyesuaian jumlah tenaga kerja harian yang menyesuaikan volume *output* sehingga *bottleneck* sering terjadi pada proses input ke *toggle drying*.
Machine	Kapasitas alat *drying* yang tidak mencukupi dibanding *output* proses sebelumnya menjadi salah satu penyebab utama WIP menumpuk. Perencanaan kapasitas yang kurang matang menyebabkan alat *drying* tidak pernah di-*upgrade* meski produksi meningkat. Alhasil, alat *drying* tidak mampu mengikuti lonjakan produksi dari proses *upstream*, meningkatkan antrean material untuk pengeringan.
Material	Faktor material sangat dipengaruhi oleh masuknya *batch* kulit dengan variasi ketebalan secara bersamaan. Proses sortasi yang berfokus pada kuantitas dan kecepatan menyebabkan pengelompokan kualitas material kurang diperhatikan. Prioritas utama pada penyelesaian *output* harian dibandingkan pengaturan *batch* berkualitas seragam semakin memperparah ketidaksesuaian waktu pengeringan antar lembar kulit.

Faktor	Uraian Permasalahan
Method	Pada aspek metode, belum adanya integrasi jadwal antara mesin antar proses menyebabkan antrean *batch* menumpuk di *toggle drying*. Penjadwalan input ke alat *drying* tidak mempertimbangkan waktu siklus aktual, tetapi hanya mengacu pada urutan kedatangan *batch*. Ketiadaan sistem penjadwalan berbasis *real-time* ini memperparah ketidaksesuaian aliran material menuju proses pengeringan.
Environment	Faktor lingkungan juga memberi kontribusi besar pada peningkatan WIP. Tata letak pabrik yang belum menyesuaikan alur material setelah kapasitas produksi bertambah membuat area penyimpanan cepat penuh. Area penyimpanan terbatas menyebabkan ruang tunggu material sebelum *drying* menjadi *bottleneck* tambahan, memperlambat proses pengosongan dari proses sebelumnya dan akhirnya menambah WIP *toggle drying* secara signifikan.

5.1.5.3 Analisis 5 Faktor Utama *Defect* pada *Toggle Drying*

Pemaparan secara rinci analisis 5 faktor (*man*, *machine*, *material*, *method*, *environment*) yang menjadi akar penyebab utama terjadinya *defect* berupa retak, kaku, dan tidak kering pada proses *toggle drying* di Pabrik Kulit Fajar Makmur, sebagaimana divisualisasikan dalam *fishbone diagram* berikut.



Gambar 5. 3 *Fishbone Diagram* Penyebab *Defect* pada Proses *Toggle Drying*

Berikut merupakan tabel yang berisi uraian permasalahan masing-masing faktor penyebab *defect* berupa retak, kaku, dan tidak kering pada proses *toggle drying*.

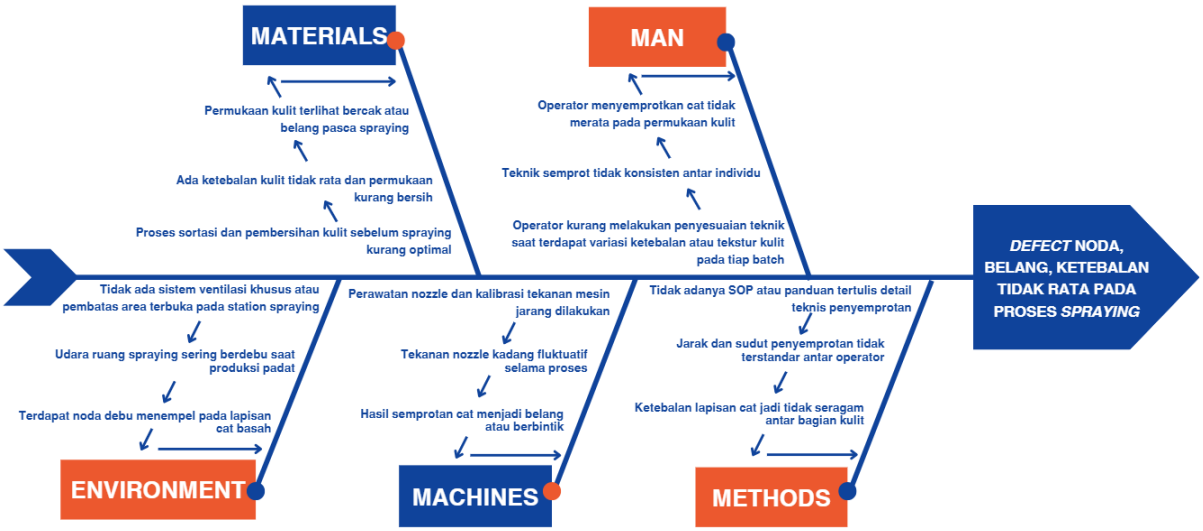
Tabel 5. 3 Uraian Permasalahan *Defect* pada Proses *Toggle Drying*

Faktor	Uraian Permasalahan
Man	Permasalahan utama pada faktor *man* adalah kurang optimalnya pengawasan *detail* oleh operator di lini *toggle drying*. Operator sering kali tidak melakukan pengecekan sisa kelembapan pada kulit sehingga ada bagian yang masih basah namun sudah dikeluarkan dari mesin. Kebiasaan operator yang berpacu dengan target *output* harian tanpa waktu cukup untuk inspeksi *detail* diperparah dengan minimnya supervisi langsung di jam-jam sibuk (pagi-sore). Alhasil, tahap inspeksi kritis kerap terabaikan dan *defect* tidak terdeteksi sejak awal.
Machine	Faktor mesin berkontribusi besar terhadap kecacatan karena tidak semua elemen pemanas di area *drying* berfungsi optimal. Beberapa di antaranya rusak dan tidak kunjung diganti sehingga suhu ruang pengering tidak merata. Proses ini diperburuk karena inspeksi dan perawatan bulanan pada pemanas sering terlewat. Ketidakseimbangan suhu ini menimbulkan area pengeringan yang terlalu panas atau terlalu lembab, meningkatkan potensi kulit retak atau tidak kering dengan baik.
Material	Permasalahan pada material terutama bersumber dari variasi kualitas bahan baku yang masuk. Sering dijumpai kulit dengan kadar air tidak seragam akibat penumpukan sementara sebelum *drying* serta sisa kimia *tanning* yang belum betul-betul hilang karena proses pencucian kurang optimal saat volume produksi tinggi. Selain itu, keterbatasan waktu sortasi di saat produksi sibuk menyebabkan terdapat kulit tebal-tipis dalam satu *batch drying* sehingga waktu pengeringan per lembar tidak bisa dioptimalkan secara seragam.
Method	Metode yang digunakan pada proses *toggle drying* masih kurang fleksibel dan adaptif. Penyesuaian parameter *drying* (waktu dan suhu) tidak diwajibkan dalam *checklist* harian sehingga operator cenderung menggunakan pengaturan yang sama untuk setiap *batch*, tanpa evaluasi data performa aktual. Prosedur operasi standar (SOP) lebih didominasi kebiasaan berdasarkan pengalaman, bukan pada kaidah evaluasi performa dan pengujian periodik.
Environment	Faktor lingkungan juga memainkan peran penting dalam munculnya *defect*. Pada musim hujan atau ketika kelembapan udara luar meningkat, ventilasi alami dan sistem *blower* ruangan tidak cukup kuat untuk menjaga kestabilan kelembapan udara di ruang *drying*. Ditambah lagi, *blower* cadangan untuk menghadapi kelembapan tinggi sering belum tersedia atau tidak diaktifkan.

Faktor	Uraian Permasalahan
	Akibatnya, suhu dan kelembapan lokal menjadi susah dikendalikan sehingga hasil pengeringan tidak konsisten, menyebabkan kulit tetap lembab, kaku, ataupun mengalami retak.

5.1.5.4 Analisis 5 Faktor Utama *Defect* pada *Spraying*

Analisis ini menguraikan secara rinci lima faktor utama (*man*, *machine*, *material*, *method*, dan *environment*) yang menjadi penyebab *defect* berupa noda, belang, serta ketebalan cat tidak rata pada proses *spraying* di Pabrik Kulit Fajar Makmur, sesuai fishbone diagram berikut.



Gambar 5. 4 *Fishbone* Diagram Penyebab *Defect* pada Proses *Spraying*

Berikut merupakan tabel yang berisi uraian permasalahan masing-masing faktor penyebab *defect* berupa noda, belang, serta ketebalan cat tidak rata pada proses *spraying*.

Tabel 5. 4 Uraian Permasalahan *Defect* pada Proses *Spraying*

Faktor	Uraian Permasalahan
Man	Permasalahan pada faktor manusia berawal dari teknik penyemprotan yang tidak konsisten antar operator. Operator menyemprotkan cat secara tidak merata di permukaan kulit karena kurang melakukan penyesuaian teknik saat menghadapi variasi ketebalan atau tekstur kulit pada tiap *batch*. Akhirnya, sebagian area permukaan mengalami *over spray* atau *under spray* sehingga muncul *defect* berupa belang dan ketebalan lapisan cat tidak seragam.
Machine	Pada faktor mesin, kebersihan dan performa *nozzle* kurang terjaga optimal, sebab perawatan rutin dan kalibrasi tekanan mesin jarang dilakukan. Akibatnya, tekanan *nozzle* sering fluktuatif selama proses berjalan sehingga hasil semprotan cat pada kulit menjadi belang, berbintik,

Faktor	Uraian Permasalahan
	ataupun tidak rata. Mesin yang tidak diberi perawatan reguler makin memperparah potensi *defect* pada hasil akhir *spraying*.
Material	Persoalan pada aspek material muncul dari kualitas input kulit sebelum *spraying*. Ketebalan kulit yang tidak seragam dan permukaan yang kurang bersih akibat proses sortasi serta pembersihan yang kurang optimal menimbulkan cacat bercak, belang atau *layer finishing* yang tidak menutup rata. Permukaan kulit yang tidak rata memicu distribusi cat yang tidak sempurna sehingga kualitas permukaan *finishing* tidak konsisten antar lembar.
Method	Pada faktor metode, belum tersedia SOP detail atau panduan tertulis teknis penyemprotan yang baku. Jarak dan sudut penyemprotan tidak terstandar antar operator sehingga ketebalan lapisan cat dapat berbeda-beda di setiap bagian kulit. Akibatnya, *finishing* yang dihasilkan kurang seragam dan sering didapati cacat pada proses inspeksi akhir.
Environment	Lingkungan stasiun *spraying* juga memegang peranan penting. Tidak ada sistem ventilasi khusus atau pembatas area terbuka, menyebabkan udara ruang spraying mudah berdebu terutama saat produksi padat. Noda debu yang menempel pada lapisan cat basah sulit dihindari, mengakibatkan munculnya bercak atau titik cacat pada hasil akhir penyemprotan.

5.2 Analisis *Agility*

5.2.1 Analisis Kecepatan Pemenuhan Pesanan Mendadak

Kecepatan pemenuhan pesanan mendadak di Pabrik Kulit Fajar Makmur berdasarkan data Tabel 4.14 yang meliputi jumlah order mendadak, rata-rata waktu pemenuhan, dan tingkat pencapaian target, menunjukkan bahwa selama periode Juni 2024 – Juni 2025, jumlah order mendadak berkisar antara 1 hingga 3 order per bulan, sementara rata-rata waktu pemenuhan masih berada di rentang 12–17 hari. Target waktu penyelesaian ≤ 12 hari hanya tercapai pada beberapa bulan (Juli, Agustus, November, Januari, dan Februari) sedangkan pada mayoritas bulan lainnya status pencapaian masih "tidak tercapai".

Tren ini mengindikasikan bahwa kemampuan respon terhadap pesanan mendadak masih terbatas dan cenderung fluktuatif. Kondisi tersebut berpotensi menurunkan kepuasan pelanggan serta menghambat daya saing, terutama ketika pola permintaan pasar semakin membutuhkan kecepatan adaptasi dan layanan yang fleksibel. Pemenuhan order yang melebihi target waktu menandakan adanya *bottleneck* proses internal, terutama pada sistem penjadwalan produksi,

ketersediaan *buffer* WIP, dan kecepatan rekonfigurasi prioritas produksi saat menerima order mendadak.

Pada data kecepatan pemenuhan pesanan mendadak pada Pabrik Kulit Fajar Makmur menunjukkan bahwa tren waktu respon order masih menghadapi kendala, terutama saat terjadi lonjakan permintaan yang membutuhkan penjadwalan dan proses produksi yang sangat sigap. Evaluasi pencapaian waktu respon order mendadak memperlihatkan bahwa kapasitas produksi aktual, *bottleneck* proses, serta alur internal sering kali memperlama *lead time* dan mengurangi kemampuan pabrik dalam memenuhi kebutuhan pasar yang bersifat *urgent*.

Keterlambatan dalam pemenuhan pesanan mendadak dapat berdampak pada hilangnya kesempatan penjualan dan kepuasan pelanggan, karena beberapa order yang datang secara tiba-tiba memiliki toleransi waktu yang sangat terbatas. Penyebab utama keterlambatan terletak pada *bottleneck* di proses *toggle drying* atau *finishing*, ketersediaan tenaga kerja yang tidak fleksibel, serta jadwal produksi yang belum terintegrasi secara *real-time*.

5.2.2 Analisis Fleksibilitas Perubahan Jadwal Produksi

Fleksibilitas perubahan jadwal produksi di Pabrik Kulit Fajar Makmur dianalisis berdasarkan frekuensi perubahan dan dampaknya terhadap kelancaran proses serta resiliensi operasional. Berdasarkan Tabel 4.15, rata-rata perubahan jadwal produksi adalah 2 kali per bulan selama periode Juni 2024–Juni 2025. Namun, target minimal 3 kali perubahan per bulan belum tercapai pada sebagian besar bulan dengan mayoritas periode berstatus “tidak tercapai”. Dilihat dari sisi dampak, hampir semua perubahan jadwal tidak mengganggu produksi, kecuali pada beberapa bulan tertentu (Juli, Oktober, dan Februari), di mana terjadi penundaan produksi selama 0,5 hingga 1 hari akibat penyesuaian jadwal.

Fleksibilitas perubahan jadwal yang masih di bawah target menunjukkan operasional di Fajar Makmur belum cukup responsif dalam mengakomodasi kebutuhan mendadak atau dinamika permintaan pasar. Meskipun perubahan jadwal tidak selalu berdampak langsung pada keterlambatan produksi, kemampuan untuk melakukan *adjustment* jadwal dengan lancar sangat penting dalam meningkatkan resiliensi operasional, khususnya dalam menghadapi permintaan pesanan mendadak atau situasi tak terduga. Dengan demikian, diperlukan evaluasi lanjutan terhadap faktor penghambat fleksibilitas jadwal, seperti integrasi sistem perencanaan, koordinasi antarbagian, dan kapasitas buffer produksi agar daya adaptasi pabrik terhadap perubahan semakin optimal.

5.2.3 Faktor Kendala *Agility*

Kelincahan (*agility*) operasional di Pabrik Kulit Fajar Makmur menghadapi beberapa kendala utama yang berdampak langsung terhadap kemampuan adaptasi pabrik dalam menangani perubahan pesanan, lonjakan permintaan, maupun fluktuasi pasar. Kendala pertama adalah masih adanya *bottleneck* atau titik lemah pada proses penting seperti *toggle drying* dan *finishing*. Proses ini sering kali menjadi hambatan utama ketika ada permintaan mendadak sehingga waktu respon menjadi lebih lama dan kapasitas adaptasi sangat terbatas.

Kedua, sistem penjadwalan produksi masih cenderung bersifat statis dan kurang fleksibel. Jadwal produksi yang ada saat ini belum didukung oleh sistem digital yang terintegrasi secara *real-time*, membuat perubahan jadwal, prioritas order, maupun re-sekuensi alur produksi harus dilakukan secara manual dan kerap menimbulkan keterlambatan atau antrian material. Selain itu, keterbatasan *buffer* dan ruang penyimpanan antara (WIP) menyebabkan pabrik sulit untuk langsung mengakomodasi lonjakan permintaan, di mana material yang diperlukan seringkali tidak siap sehingga produksi order mendadak harus menunggu giliran.

Dari sisi sumber daya manusia (SDM), *agility* juga terkendala oleh kurangnya *cross-training* tenaga kerja. Karyawan yang hanya ahli pada satu bidang atau proses menjadikan penyesuaian sumber daya pada proses *bottleneck* tidak mudah dilakukan sehingga ketika dibutuhkan tambahan tenaga kerja mendadak di satu titik, adaptasi terjadi lambat. Terakhir, rendahnya adopsi teknologi produksi dan *monitoring* menyebabkan minimnya visibilitas data performa aktual sehingga perubahan kebutuhan pasar atau terjadinya *bottleneck* baru sering terlambat disadari dan direspons oleh tim manajemen.

5.3 Usulan Perbaikan dan Analisis Mitigasi Risiko sebagai Pengawal Resiliensi

Masalah *waiting time* tinggi pada proses *tanning* dan WIP tinggi pada *toggle drying* di Pabrik Kulit Fajar Makmur sebenarnya merupakan dua sisi dari ketidakseimbangan distribusi beban kerja (*unbalanced line*) di alur produksi. Pada proses *tanning*, *waiting time* yang lama muncul karena kapasitas dan kecepatan kerja di salah satu stasiun lebih rendah, di mana material harus mengantri hingga proses *tanning* selesai. Sementara itu, setelah proses *tanning* selesai, aliran material menuju *toggle drying* justru menumpuk, karena *toggle drying* tidak mampu mengimbangi *output* dari proses sebelumnya. Akibatnya, terbentuk *lag* di satu titik (*waiting time* di *tanning*) dan penumpukan di titik lain (WIP di *toggle drying*).

Keterkaitan keduanya jelas, yaitu keduanya sama-sama menimbulkan inefisiensi, meningkatkan *lead time total*, memicu *bottleneck*, dan berujung pada stagnansi produksi di lintasan berikutnya. Jika satu proses terlalu lambat dibanding proses lainnya (*tanning* terlalu lambat, *drying* tidak segera menerima material), seluruh sistem produksi terganggu. Sebaliknya, jika proses sebelum *drying* terlalu cepat, terjadi WIP tinggi dan risiko kualitas karena material menunggu terlalu lama sebelum diproses lanjut, berpengaruh pada mutu kulit.

Oleh karena itu, *line balancing* dipilih karena mampu menyeimbangkan beban kerja di seluruh stasiun utama sehingga *output* setiap proses menjadi lebih seragam, stabil, dan sesuai dengan kebutuhan aliran berikutnya. *Line balancing* sangat tepat untuk mengurangi *waiting* dan *inventory* pada WIP karena menyeimbangkan beban kerja agar setiap stasiun beroperasi mendekati *takt time* sehingga *bottleneck* berkurang, *idle time* menurun, dan aliran material menjadi lebih lancar. Dalam praktik *lean*, *line balancing* terbukti menurunkan *waiting waste* dan *inventory* WIP dengan menstandarkan *output* per stasiun sesuai kemampuan proses dan permintaan.

Penerapan *line balancing* pada lintasan produksi Pabrik Kulit Fajar Makmur diawali dengan analisis kondisi awal di dua proses kritis, yaitu *tanning* dan *toggle drying*. Waktu siklus atau *cycle time* (CT) pada proses tanning sebesar 179,77 menit per lembar dan *toggle drying* 120,75 menit per lembar, dengan *lead time* (LT) masing-masing 240,38 menit per *batch* dan 165,26 menit per *batch*. Ketidakseimbangan waktu siklus ini menyebabkan *bottleneck*, sehingga *batch* yang telah selesai dari proses *tanning* menumpuk sebelum *toggle drying*, dan WIP di area tersebut menjadi sangat tinggi.

Langkah pertama dalam implementasi *line balancing* adalah menghitung *takt time* mingguan. Dengan target output 11.550 ft² per minggu atau sekitar 525 lembar kulit, dan jam kerja efektif 5 hari kerja per 8 jam, diperoleh kapasitas optimal sekitar 2.400 menit per minggu. *Takt time* diperhitungkan sebesar 4,57 menit per lembar (2.400/525). Tujuannya adalah mendekatkan waktu siklus di setiap stasiun terhadap nilai *takt time* tersebut melalui pengelompokan dan redistribusi tugas agar alur proses lebih lancar dan beban kerja lebih seragam di setiap titik.

Tahap selanjutnya adalah *rebalancing* tugas antar stasiun. Beberapa aktivitas non-kritis pada proses *tanning*, dapat dipindahkan ke area terpisah di luar stasiun *tanning* utama sehingga proses *tanning* dapat lebih fokus dan efisien. Hasilnya, waktu efektif per lembar di *tanning* menjadi lebih pendek dan masukan material ke stasiun ini menjadi lebih teratur, mengurangi

antrean serta potensi penumpukan di depan mesin. Pada proses *toggle drying*, diterapkan split lintasan kerja menjadi dua jalur paralel (misal dua rak *conveyor*) sehingga antrian berangsur turun karena kapasitas dan *size batch* menjadi lebih kecil dan terkontrol. Siklus pengeringan bisa dipercepat karena beban kerja terbagi sehingga *lead time* dan WIP di area *drying* semakin terkendali. Terakhir, pekerjaan ringan pada proses *toggle drying* dapat digabungkan dengan proses *finishing* agar jalur produksi menjadi satu aliran yang lebih efisien. *Output drying* dapat langsung masuk ke proses berikutnya tanpa menimbulkan kecenderungan *excess capacity* atau *bottleneck* pada proses akhir.

Dengan seluruh penerapan *line balancing* ini, *output* produksi akan meningkat secara signifikan, *lead time* menurun, dan penumpukan WIP antar proses dapat diminimalkan tanpa peningkatan biaya besar sehingga solusi ini sangat layak dan *executable* untuk diterapkan secara nyata di Pabrik Kulit Fajar Makmur.

Sementara itu, dilakukan analisis mitigasi risiko sebagai pengawal resiliensi untuk *defect* pada *toggle drying* dan *spraying* di Pabrik Kulit Fajar Makmur mengingat kedua proses ini langsung berpengaruh terhadap kualitas akhir produk dan berpotensi menimbulkan *waste* yang signifikan jika tidak terkendali dengan baik. Berikut merupakan mitigasi risiko terjadinya *defect* pada proses *toggle drying* yang dijabarkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. 5 Mitigasi Risiko Terjadinya *Defect* pada *Toggle Drying*

***Defect* pada *Toggle Drying* (Retak, Kaku, Tidak Kering)**	
Identifikasi Risiko Utama	**Strategi Mitigasi**
• Risiko *overheating* atau *underheating* akibat *setting* suhu tidak konsisten, menyebabkan kulit retak atau tidak kering merata. • Risiko ketidakseragaman tegangan pada *toggle frame*, mengakibatkan deformasi atau retak pada area tertentu. • Risiko kontaminasi atau kelembapan berlebih pada lingkungan *drying* yang mempengaruhi hasil pengeringan.	• *Preventive Maintenance* dan Kalibrasi Berkala: Lakukan pemeliharaan rutin pada sistem pemanas, kontrol suhu, dan *toggle frame* untuk memastikan konsistensi parameter operasi. Kalibrasi sensor suhu dan tekanan secara berkala mengurangi risiko setting tidak akurat. • Standardisasi SOP *Toggle Setting*: Buat prosedur baku untuk pemasangan *toggle frame*, termasuk tekanan optimal, jarak, dan orientasi kulit untuk mencegah ketegangan berlebih yang menyebabkan retak atau deformasi. • *Real-time Monitoring System*: Implementasikan sistem monitoring kelembapan, suhu, dan waktu *drying* secara *real-time* dengan *alarm* otomatis jika parameter keluar dari *range* yang

Defect pada *Toggle Drying* (Retak, Kaku, Tidak Kering)	
Identifikasi Risiko Utama	**Strategi Mitigasi**
	ditentukan sehingga operator dapat segera melakukan koreksi.

Berikut merupakan mitigasi risiko terjadinya *defect* pada proses *spraying* yang dijabarkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. 6 Mitigasi Risiko Terjadinya *Defect* pada *Spraying*

Defect pada *Spraying* (Noda, Belang, Ketebalan Tidak Rata)	
Identifikasi Risiko Utama	**Strategi Mitigasi**
• Risiko kontaminasi dari lingkungan kerja yang berdebu atau tidak terkontrol, menyebabkan noda pada lapisan cat. • Risiko *inconsistency* teknik *spraying* antar operator yang menghasilkan ketebalan tidak merata. • Risiko *malfunction* peralatan (nozzle, kompresor) yang menyebabkan hasil belang atau berbintik.	• *Environmental Control* dan *5S Implementation*: Terapkan sistem 5S (*Sort*, *Set in Order*, *Shine*, *Standardize*, *Sustain*) di area *spraying* untuk menjaga kebersihan dan mengurangi kontaminasi debu. Pasang sistem ventilasi atau pembatas area untuk mengontrol lingkungan kerja. • *Operator Training* dan *Skill Standardization*: Lakukan pelatihan berkelanjutan untuk standardisasi teknik *spraying*, termasuk jarak optimal, sudut penyemprotan, dan kecepatan gerakan. Buat *visual work instruction* sebagai panduan *real-time* di area kerja. • *Equipment Reliability Program*: Implementasikan program *predictive* dan *preventive maintenance* untuk *nozzle*, kompresor, dan sistem *spraying* lainnya. Lakukan pengecekan berkala tekanan dan kalibrasi peralatan untuk memastikan konsistensi *output*. • *Statistical Process Control* (SPC): Terapkan kontrol statistik untuk monitor parameter kritis seperti ketebalan lapisan, *coverage area*, dan tingkat *defect* per *batch* sehingga *trend abnormal* dapat segera terdeteksi dan ditindaklanjuti.

Keterkaitan antara penerapan *line balancing* untuk mengatasi *waiting time* dan WIP, serta mitigasi risiko untuk *defect*, sangat erat dengan upaya peningkatan *agility* (*kelincahan*) di Pabrik Kulit Fajar Makmur. Ketika *line balancing* diterapkan, beban kerja di setiap stasiun produksi mulai dari *tanning* hingga *toggle drying*, diatur agar seimbang dan sesuai dengan *takt*

time. Hasil utamanya adalah penurunan waktu tunggu (*waiting time*) di titik *bottleneck* dan pengurangan penumpukan *inventory* WIP antara proses. Efisiensi aliran proses meningkat dan alur material menjadi lebih lancar sehingga produksi dapat merespons perubahan order dengan lebih cepat serta mengurangi risiko stagnasi akibat *bottleneck*.

Pada saat yang sama, mitigasi risiko terhadap *defect* dilakukan dengan standarisasi proses, *preventive maintenance*, pelatihan operator, serta monitoring parameter kritis secara *real-time*. Upaya ini memastikan bahwa perubahan-perubahan operasional akibat penyesuaian lini dan distribusi tugas tidak memunculkan cacat baru dan kualitas produk tetap terjaga. Hal ini juga memperkuat kemampuan pabrik untuk beradaptasi terhadap permintaan pasar, termasuk order mendadak dan perubahan spesifikasi.

Secara prinsip, ketika sistem produksi sudah lebih efisien dan bebas dari *bottleneck* serta cacat yang terkendali, seluruh konsep *agility* seperti fleksibilitas penjadwalan, *buffer* order mendadak, hingga pembentukan *quick response team* menjadi semakin efektif diterapkan. *Line balancing* dan mitigasi risiko berperan sebagai fondasi, sementara *agility* memperkuat kemampuan adaptif perusahaan dan memastikan setiap perubahan atau dinamika dapat direspons cepat, tepat, dan konsisten.

Dengan demikian, perbaikan yang dilakukan melalui *lean manufacturing* secara otomatis akan memperkuat aspek *agility*, karena efisiensi proses mendukung fleksibilitas dan daya respons sistem produksi. Sinergi antara *lean* dan *agility* inilah yang pada akhirnya mendorong resiliensi operasional Pabrik Kulit Fajar Makmur, memenuhi permintaan pasar yang berubah-ubah, dan mempertahankan kualitas produk secara berkelanjutan.

5.4 Evaluasi dan Perbandingan Kinerja

Setelah dilakukan usulan perbaikan, efisiensi diperkirakan meningkat dengan estimasi penurunan *bottleneck* sebesar 40–50% dibandingkan kondisi awal. Berikut merupakan tabel yang menunjukkan waiting time dan WIP kondisi setelah usulan perbaikan.

Tabel 5. 7 *Waiting Time* dan WIP Setelah Usulan Perbaikan

No.	Tahapan Proses	***W*aiting *Time*** **(min/*batch*)**	**WIP (ft²)**
1.	*Shaving*	7,89	154
2.	*Tanning*	19,85	264
3.	*Setting Out*	14,62	220
4.	*Toggle Drying*	11,28	374
5.	*Spraying*	4,8	176
6.	*Measuring*	2,47	88

No.	Tahapan Proses	*W*aiting *Time* (min/*batch)*	WIP (ft^2)
7.	*Buffing*	10,82	132
8.	*Embossing*	8,24	110
9.	*Coating*	7,15	154
10.	*Quality Control*	5,87	88

Penurunan *angka waiting time* dan WIP pada seluruh proses produksi didapatkan dari dampak implementasi perbaikan sistemik, khususnya melalui pendekatan *lean manufacturing* dengan metode *line balancing* yang menyasar *bottleneck* utama (proses dengan angka tertinggi: *tanning* dan *toggle drying*). Meskipun analisis fokus pada proses-proses dengan nilai tertinggi, perbaikan pada *bottleneck* secara logis akan memengaruhi dan menurunkan angka di seluruh tahapan produksi. Penurunan *waiting time* dan WIP pada *tanning* dan *toggle drying* terjadi karena redistribusi beban kerja dan penyesuaian kapasitas stasiun kritis sehingga proses *bottleneck* bisa bekerja lebih lancar dan cepat. Angka penurunan pada proses lain diperoleh dari simulasi bahwa ketika *bottleneck* hilang, aliran material menjadi lebih lancar ke seluruh jalur produksi. Setiap stasiun hilir (setelah *bottleneck*) tidak lagi menunggu atau "tertahan" secara berlebihan sehingga *waiting time* dan WIP pada proses-proses tersebut ikut turun. Selain itu, implementasi *lean* mendorong pembaruan SOP, pengaturan *batch*, rotasi tenaga kerja, dan *monitoring visual* yang meningkatkan efisiensi lintasan produksi secara keseluruhan.

Usulan perbaikan *lean manufacturing* dan mitigasi risiko menghasilkan penurunan angka *defect rate* (%) pada proses *toggle drying* dan *spraying* yang merupakan dua titik kritis, klasifikasi *defect rate*, skala *defect*, dan kategori mutu kondisi setelat usulan perbaikan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. 8 Klasifikasi *Defect Rate*, Skala *Defect*, dan Kategori Mutu Setelah Usulan Perbaikan

No.	Proses	*Defect Rate* (%)	Skala *Defect*	Kategori Deskriptif
4	*Toggle Drying*	0,85	1	Sangat Baik
5	*Spraying*	0,62	1	Sangat Baik

Sebelum perbaikan, proses *toggle drying* dan *spraying* di Pabrik Kulit Fajar Makmur memiliki tingkat cacat (*defect rate*) yang relatif lebih tinggi dibandingkan proses lain. Pada *toggle drying*, *defect rate* mencapai 1,82% karena masalah utama seperti *setting* suhu yang kurang konsisten, pemeliharaan alat pemanas yang belum rutin, kurangnya *buffer* serta SOP yang detail sehingga kerap terjadi kulit retak, kaku, atau tidak kering sempurna. *Spraying* juga bermasalah dengan *defect rate* 1,08%, disebabkan oleh teknik operator yang belum seragam,

lingkungan kerja yang sering tercemar debu, serta *maintenance nozzle* dan kompresor yang tidak konsisten menyebabkan hasil belang, berbintik, dan ketebalan lapisan yang tidak rata. Kondisi tersebut membuat kedua proses ini dikategorikan hanya "Baik" dan bukan "Sangat Baik".

Setelah dilakukan usulan perbaikan, melalui penerapan *lean* seperti *line balancing*, SOP ketat, *preventive maintenance*, *environmental control*, pelatihan operator, dan sistem monitoring, terlihat bahwa angka *defect rate* pada kedua proses mengalami penurunan signifikan. Pada *toggle drying*, *defect rate* turun menjadi 0,85% karena suhu dan parameter *drying* menjadi lebih konsisten dan pengawasan lebih intensif sehingga produk yang cacat dapat diminimalkan. Pada proses *spraying*, *defect rate* turun menjadi 0,62% sebagai dampak dari teknik operator yang makin seragam, lingkungan produksi yang lebih bersih, dan peralatan yang lebih terjaga performanya. Dengan penurunan ini, baik *toggle drying* maupun *spraying* masuk ke dalam kategori mutu "Sangat Baik", setara dengan tahapan proses lainnya di Pabrik Kulit Fajar Makmur.

Kecepatan pemenuhan pesanan mendadak di Pabrik Kulit Fajar Makmur sebelum diusulkan perbaikan, menunjukkan rata-rata waktu pemenuhan sekitar 12 hingga 17 hari per order. Target pemenuhan pesanan ≤ 12 hari hanya tercapai di sebagian bulan sedangkan pada bulan lainnya pesanan mendadak tidak bisa diproses dengan cepat karena sistem penjadwalan yang kurang fleksibel, keterbatasan *buffer*, dan SDM yang belum siap merespon lonjakan permintaan secara optimal. Ketidakmampuan memenuhi target waktu ini berdampak pada kepuasan pelanggan dan mengurangi daya saing pabrik dalam menghadapi permintaan pasar yang berubah-ubah.

Setelah diusulkan perbaikan, melalui penerapan penjadwalan fleksibel, *quick response team*, peningkatan *buffer* WIP, serta pelatihan dan rotasi SDM, rata-rata waktu pemenuhan pesanan mendadak menurun signifikan menjadi 8,5–10 hari per order. Kini, sebagian besar permintaan mendadak dapat dipenuhi dengan status tercapai sesuai target waktu yang ditetapkan. Kelancaran produksi meningkat, penyesuaian jadwal bisa dilakukan secara *real-time*, dan sistem menjadi lebih *agile* dalam menghadapi fluktuasi pasar sehingga kepuasan pelanggan pun naik.

Pada indikator fleksibilitas perubahan jadwal produksi, sebelum perbaikan frekuensi perubahan rata-rata hanya 2 kali per bulan dan pencapaiannya belum konsisten, di mana sistem produksi sering kali tidak cukup adaptif saat terjadi perubahan atau permintaan mendadak.

Dampaknya, produksi terkadang masih tertunda selama 0,5 sampai 1 hari pada bulan-bulan tertentu.

Pasca diusulkan perbaikan, frekuensi perubahan jadwal meningkat menjadi 3–4 kali per bulan, dengan sistem penjadwalan dan koordinasi lintas fungsi yang lebih baik. Dampak perubahan jadwal terhadap kelancaran produksi pun semakin kecil, nyaris tanpa keterlambatan yang berarti, karena peningkatan SOP operasional, *buffer* cadangan, serta fleksibilitas rotasi SDM. Kondisi ini membuktikan bahwa pabrik kini lebih siap menghadapi perubahan dan permintaan pasar, serta mampu menjaga kelancaran produksi secara konsisten. Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan terjadi perubahan positif pada kedua indikator *agility*, yakni kecepatan pemenuhan pesanan mendadak dan fleksibilitas perubahan jadwal produksi, yang saling terkait dan berkontribusi nyata terhadap peningkatan resiliensi serta daya saing operasional Pabrik Kulit Fajar Makmur.

Secara keseluruhan, sinergi *lean manufacturing* dan *agility* menghasilkan peningkatan resiliensi seluruh indikator utama, di mana *waiting time*, WIP, *defect rate*, kecepatan pemenuhan order mendadak mengalami penurunan, sementara fleksibilitas perubahan jadwal produksi meningkat nyata. Pabrik Kulit Fajar Makmur menjadi lebih tahan terhadap gangguan, adaptif pada perubahan, dan konsisten mempertahankan kualitas serta pelayanan pada pelanggan. Inilah bukti konkret bahwa perpaduan *lean manufacturing* dan *agility* mampu memperkuat daya saing dan ketahanan operasional secara berkelanjutan.

BAB VI
PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian, dan hasil analisis data, diperoleh kesimpulan sebagai berikut

1. Pendekatan *lean manufacturing* di Pabrik Kulit Fajar Makmur terutama menargetkan penurunan tiga *waste* utama, yaitu *waiting time*, *inventory* WIP (*work in progress*), dan *defect*. *Waiting time* yang sebelumnya tinggi pada proses *tanning* dan *toggle drying* berhasil diturunkan melalui *line balancing*, perbaikan SOP, dan penyesuaian alur kerja. WIP yang sebelumnya menumpuk hingga ratusan ft^2 per proses berkurang signifikan dengan pengaturan *buffer* dan jadwal material lebih presisi. *Defect rate* yang semula tertinggi pada *toggle drying* dan *spraying* (1,82% dan 1,08%) berhasil ditekan menjadi jauh lebih rendah (0,85% dan 0,62%) sehingga semua proses akhirnya mencapai kategori mutu "Sangat Baik", menandakan sistem kontrol dan proses telah berjalan lebih efisien serta minim pemborosan.
2. Kondisi sebelum perbaikan, *agility* produksi di Pabrik Kulit Fajar Makmur masih terbatas dengan kecepatan pemenuhan pesanan mendadak rata-rata di atas 13 hari/order dan hanya separuh waktu target yang tercapai, serta fleksibilitas perubahan jadwal produksi belum mencapai target minimal dan masih menyebabkan penundaan di beberapa bulan. Setelah usulan perbaikan melalui sistem penjadwalan fleksibel, pembentukan *quick response team*, *buffer order* mendadak, dan *cross-training* SDM, kecepatan pemenuhan pesanan mendadak rata-rata menurun menjadi sekitar 9 hari/order dan hampir semua target waktu tercapai. Fleksibilitas perubahan jadwal juga meningkat dari rata-rata 2 kali per bulan menjadi lebih dari 3 kali per bulan dengan dampak hampir nihil terhadap keterlambatan produksi.
3. Sinergi *lean manufacturing* dan *agility* mendukung peningkatan resiliensi secara bersamaan. *Lean* memastikan proses efisien, minim *waste*, dan mutu stabil, sementara *agility* memberikan kemampuan adaptasi, respons cepat, dan fleksibilitas tinggi terhadap perubahan permintaan serta jadwal. Ketika kedua pendekatan ini digabungkan, pabrik kulit Fajar Makmur mampu menjaga kelancaran produksi, memenuhi permintaan pasar yang berubah-ubah secara konsisten, menurunkan resiko gangguan produksi, dan menghasilkan produk berkualitas tinggi tanpa ketergantungan pada sumber daya berlebih. Dengan seluruh

indikator yang membaik secara sistemik, resiliensi pabrik meningkat nyata dalam menghadapi tantangan industri kulit yang dinamis.

6.2 Saran

Saran berikut disusun berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan.

1. Bagi perusahaan, diharapkan terus mengadopsi perbaikan berkelanjutan berbasis *lean* dan *agility*, melibatkan seluruh karyawan dalam pelatihan dasar *lean*, memperkuat komitmen manajemen, serta mengoptimalkan penggunaan sistem penjadwalan dan *buffer* proses untuk mengantisipasi dinamika permintaan dan menjaga efisiensi lintasan produksi.
2. Bagi penelitian selanjutnya, sebaiknya melakukan uji statistik pada data kinerja untuk memvalidasi hasil dan menganalisis signifikansi perbedaan sebelum-sesudah perbaikan. Disarankan juga memperluas fokus penelitian ke aspek resiliensi lain seperti *green manufacturing* dan *sustainability*. Pengembangan *framework* manajemen risiko yang terintegrasi di setiap tahap resiliensi sangat penting untuk pengawalan keberlanjutan. Pemilihan metode *lean* pada penelitian selanjutnya dapat lebih spesifik dengan menyesuaikan pada permasalahan utama yang ditemukan, dan objek penelitian bisa diperluas tidak hanya terbatas pada satu pabrik, namun melibatkan beberapa industri yang relevan untuk memperoleh gambaran komparatif dan generalisasi lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

Akram, M. U., Islam, N., Chauhan, C., & Yaqub, M. Z. (2024). Resilience and agility in sustainable supply chains: A relational and dynamic capabilities view. *Journal of Business Research, 183*, 114855. doi:https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2024.114855

Anditya, R. (2011). Analisis Struktur, Perilaku, Kinerja Industri Penyamakan Kulit Indonesia.

Anista, T., & Widiyastuti, T. (2016). Analisis Pengelolaan Persediaan Bahan Baku untuk Meningkatkan Produksi guna Memenuhi Permintaan Konsumen pada UD Nanda Putri Srengat Blitar. *Jurnal Penelitian Manajemen Terapan (PENATARAN), 1(1)*, 92-103.

Bottani, E., Bigliardi, B., & Rinaldi, M. (2022). Development and proposal of a LARG (lean, agile, resilient, green) performance measurement system for a food supply chain. *IFAC-PapersOnLine, 55(10)*, 2437-2444. doi:https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.10.074

BPIPI Kemenperin Datacenter. (2025). *Pertumbuhan Industri Kulit, Barang dari Kulit, dan Alas Kaki 2011–2025*. (d. d. Indoanalisis Research, Editor) Retrieved from https://datacenter-bpipi.kemenperin.go.id/big_data/pertumbuhan_industri

Chari, A., Despeisse, M., Johansson, B., Morioka, S., Gohr, C. F., & Stahre , J. (2024). Resilience compass navigation through manufacturing organization uncertainty – A dynamic capabilities approach using mixed methods. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 55*, 375-389. doi:https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2024.10.014

Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the Resilient Supply Chain. *The International Journal of Logistics Management, 15(2)*, 1-13. doi:10.1108/09574090410700275

Darmawi, H. (2018). *Manajemen Perbankan* (Cetakan 4 ed.). Jakarta: Bumi Aksara.

Divsalar, M., Ahmadi, M., & Nemati, Y. (2020). A SCOR-Based Model to Evaluate LARG Supply Chain Performance Using a Hybrid MADM Method. *IEEE Transactions on Engineering Management, 69(4)*, 1101-1120. doi:https://doi.org/10.1109/TEM.2020.2974030

Erzon, E. A., & Safirin, M. T. (2025). Optimalisasi Alur Kerja Pengambilan Material Processor dengan Metode Lean Manufacturing Pada PT. XYZ. *Jurnal Serambi Engineering, 10(1)*, 12422-12429. Retrieved from https://jse.serambimekkah.id/index.php/jse/article/view/722

Goldman, S. L., Nagel, R. N., & Preiss, K. (1995). *Agile Competitors and Virtual Organizations: Strategies for Enriching the Customer* (Vol. Vol. 8). New York: Van Nostrand Reinhold.

Grotberg, E. H. (1995). *The International Resilience Project: Research and Application.* Institute of Education Science.

Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean.* (T. Matters, Ed.) Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Bussiness School.

Kemenperin RI. (2020). *Laporan Kinerja Kementerian Perindustrian Tahun 2019.* Jakarta.

Laari, S., Rintala, O., Töyli, J., Solakivi, T., & Ojala, L. (2024). Evaluating firm resilience through responsiveness and logistics outsourcing in the COVID-19 era. *Supply Chain Management: An International Journal, 29 (7)*, 71–82. doi:https://doi.org/10.1108/SCM-02-2024-0133

Masten, A. S., Hubbard, J. J., Gest, S. D., Tellegen, A., Garmezy, N., & Ramirez, M. (1999). Competence in the context of adversity: Pathways to resilience and maladaptation from childhood to late adolescence. *Development and psychopathology, 11(1)*, 143-1. doi:https://doi.org/10.1017/S0954579499001996

Ningsih, K. P., Judijanto, L., & Widiyanto, S. (2024). *Manajemen Risiko.* (Tukimun, Ed.) Sulur Pustaka & CV. Triple Konsultan Journal Corner and Punlishing.

Pettit, T. J., Fiksel, J., & Croxton, K. L. (2010). Ensuring supply chain resilience: development of a conceptual framework. *Journal of Business Logistics*, 31(1), 1-21.

Purba, H. H., Jaqin, C., Aisyah, S., & Nabilla, M. (2024). Analysis of lean-agile-resilient-green (LARG)implementa-tion in the electric car industry in Indonesia. *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri, 8(1)*, 61-72. doi:https://doi.org/10.30656/jsmi.v8i1.7674

Rahmi, V. A., & Sudarmiatin, S. (2022). Resiliensi Bisnis UMKM Produk Olahan Ikan selama Masa Pandemi: Peluang dan Kendala. *Jkbm (Jurnal Konsep Bisnis Dan Manajemen), 8(2)*, 178-190. doi:https://doi.org/10.31289/jkbm.v8i2.7189

Ramdhani, A. Y., & Munikhah, I. A. (2022). Identifikasi Pengaruh antar Faktor Vulnerability pada Resiliensi Rantai Pasok Industri Otomotif di Indonesia. *Jurnal Teknik Industri, 12(2)*, 125-132.

Sambowo, A. L., & Hidayatno, A. (2021). Resilience Index Development for the Manufacturing Industry based on Robustness, Resourcefulness, Redundancy, and Rapidity. *International Journal of Technology, Volume 12(6)*, pp. 1177-1186. doi:https://doi.org/10.14716/ijtech.v12i6.5229

Sari, K. P., Yanuar, A. A., & Rendra, M. (2017). Penerapan Lean Manufacturing untuk Meminimasi Waste Waiting Time pada Proses Produksi Spring Guide XXX di CV. Gradient (Application of Lean Manufacturing for Minimizing Waste Waiting Time in The Production Process of Spring Guide XXX at CV. Gradient). *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI), 4(02)*, 170 – 177. doi:https://doi.org/10.25124/jrsi.v4i01.218

Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution.* Switzerland: World Economic Forum.

Setiawati, D., Sopyan, H. Y., Ganeva, I., Pangaribuan, L., & Nurmalitasari, S. (2024). Kajian Manajemen Strategik: Strategies for Building Resilience and Agility Pada PT Citilink Indonesia Post – Covid-19. *AKSELERASI: Jurnal Ilmiah Nasional, 6(2)*, 98-109. Retrieved from https://ejournal.goacademica.com/index.php/ja/article/view/991

Sun, S. (2011). The Strategic Role of Lean Production in SOE's Development. *International Journal of Business and Management, 6(2)*.

Supriyanto, H., Kusumawardani, R., Rizkiyah, E., & Savitri, N. A. (2024). Penurunan Lead Time pada Proses Produksi dengan Pendekatan Lean Manufacturing. *National Multidisciplinary Sciences, 3(1)*, 290-300. Retrieved from https://proceeding.unmuhjember.ac.id/index.php/nms/article/view/547

Susanto, S., Santoso, I., Astuti, R., & Wijana, S. (2025). Sustainable supply chain integration in the leather craft industry: A mini systematic literature review. *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering (AFSSAAE), 8(2)*. doi:https://doi.org/10.21776/ub.afssaae.2025.008.02.5

Suwandi, N. N., & Suhada, K. (2024). Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode Value Stream Mapping untuk Mengurangi Cycle Time pada Bagian Perakitan Spring Mattress di PT X. *Journal of Integrated System, 7(2)*, 111–133. doi:https://doi.org/10.28932/jis.v7i2.8694

Syamil, A., La Ode, N., Rosariana, B. C., Aristy, L. M., & Liesl, R. (2025). The Roles of Agility, Supply Chain Sustainability, and Risk Management on Operations Performance in Manufacturing Industry. *Jurnal Ilmiah Manajemen Kesatuan, 13(3)*, 1387–1398. doi:https://doi.org/10.37641/jimkes.v13i3.3315

Utomo, P., & Pudji, E. (2025). Analysis of Waste in the Production System with the Approach Lean Manufacturing Method. *Journal La Multiapp, 6(2)*, 276-295. doi:https://doi.org/10.37899/journallamultiapp.v6i2.1999

Waileruny, H. T., & Hadinda. (2025). Strategi Ketahanan Rantai Pasok dalam Mendorong Efisiensi Operasional Industri Furnitur. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business, 4(2)*, 978–985. doi:https://doi.org/10.31004/riggs.v4i2.571

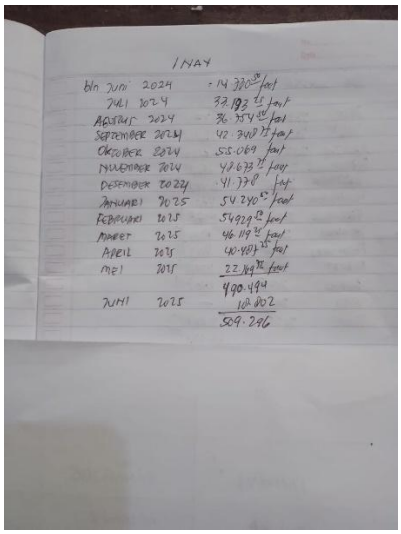
Wiryani, H., Achsani, N. A., & Baga, L. M. (2014). Pemetaan Risiko di Industri Penyamakan Kulit dengan Pendekatan Enterprise Risk Management (ERM). *Jurnal Manajemen dan Agribisnis, 10(1)*, 50-59. doi:https://doi.org/10.17358/jma.10.1.50-59

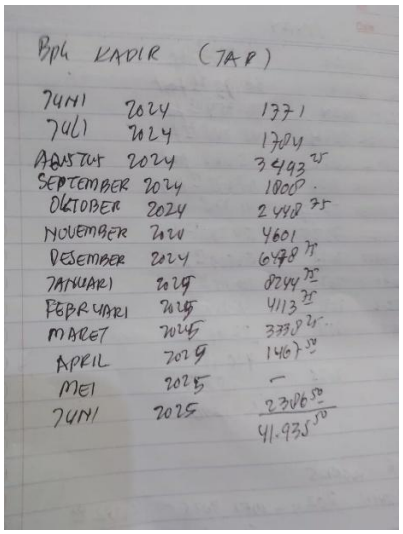
Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation.* London: Simon & Schuster.

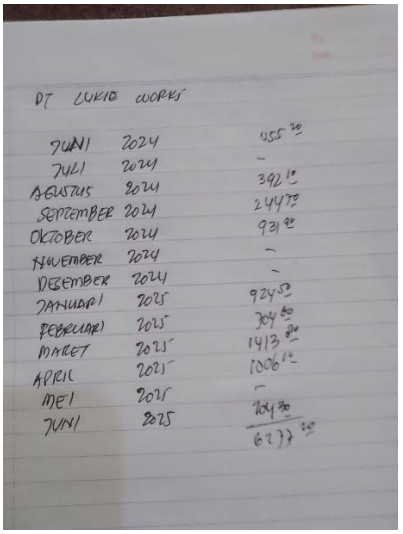
Yunita, I., Hasibuan, S., & Thaheer, H. (2022). Identification of Key Agility Variables to Improve Poultry Supply Chain Sustainability: Indonesian Case. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri, 11(2)*, 117-127. doi:https://doi.org/10.21776/ub.industria.2022.011.02.3

LAMPIRAN

Lampiran 1. Catatan Pengiriman Aktual







Lampiran 2. Kondisi Pabrik Kulit Fajar Makmur

Lampiran 3. Tempat Pembuangan Limbah Pabrik