

OPTIMASI *THROUGHPUT* PADA SISTEM PRODUKSI
DEPARTEMEN WEAVING
(Studi Kasus di PT. Primissima)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata – 1 Pada
Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri



Nama : Umi Nurkhasanah
NIM : 14 522 154

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018

PERNYATAAN KEASLIAN

iii

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 30 November 2018



Umi Nurkhasanah

14 522 154

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

 **PT. PRIMISSIMA (Persero)**

Jl. Raya Magelang Km. 15 Medari Sleman Yogyakarta 55515, Indonesia
Telp. (0274) 868 408, Fax. (0274) 868 417
e-mail: sekretariat@primissima.co.id - marketing@primissima.co.id

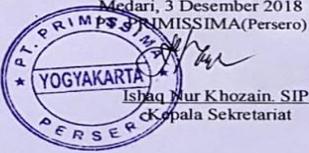
SURAT KETERANGAN
No : 12.00 /600/Ket/2018

PT. PRIMISSIMA(persero) Medari Sleman Yogyakarta, dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Umi Nur Khasanah
No. Mahasiswa : 14522154
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Indonesia
Jurusan : Teknik Industri
Mulai Riset : 16 Oktober – 20 November 2018
Judul : Optimasi Throughput Pada Sistem Produksi
Departemen Weaving.

telah melaksanakan Riset di PT PRIMISSIMA(persero), Medari, Sleman, Yogyakarta
Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medari, 3 Desember 2018
PT. PRIMISSIMA (Persero)
YOGYAKARTA
Ishaq Nur Khozain, SIP
Kepala Sekretariat



LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING****TUGAS AKHIR****OPTIMASI *THROUGHPUT* PADA SISTEM PRODUKSI DEPARTEMEN
WEAVING
(STUDI KASUS PT. PRIMISSIMA)**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata-1
Jurusan Teknik Industri – Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Disusun Oleh :

Umi Nurkhasanah**NIM 14 522 154**

Yogyakarta, 30 November 2018

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir


Prof. Ir. R. Chairul Saleh, M.Sc., Ph.D

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**OPTIMASI THROUGHPUT PADA SISTEM PRODUKSI DEPARTEMEN
WEAVING
(Studi Kasus di PT. Primissima)**



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

**Nama : Umi Nurkhasanah
No. Mahasiswa : 14 522 154**

**Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Strata-I Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 11 Februari 2019**

**Prof. Ir. R. Chairul Saleh, M.Sc., Ph.D.
Ketua**

**Dr. Dwi Handayani, S.T., M.Sc.
Anggota I**

**Abdullah 'Azzam, S.T., M.T.
Anggota II**

Mengetahui,

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



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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim

*Orang tuaku tersayang Ibu Siti Nurhayati dan Bapak Rabijan,
Terimakasih selama ini sudah menjadi support system nomor satu di hidup saya
Selalu mendoakan dan memberikan yang terbaik untuk anak-anaknya
Saya persembahkan tugas akhir ini untuk kalian*

MOTTO

“Waktu bagaikan pedang. Jika engkau tidak memanfaatkannya dengan baik (untuk memotong), maka ia akan memanfaatkanmu (dipotong).”

(HR. Muslim)

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya."

(QS Al Baqarah:286)

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas nikmat yang luar biasa. Shalawat dan salam semoga terlimpahkan kepada Rasulullah SAW, keluarganya, sahabatnya dan pengikutnya hingga akhir zaman. Dengan mengucap rasa syukur Alhamdulillah atas segala rahmat dan anugerah Allah SWT yang telah memberi ilmu, kekuatan dan kesempatan sehingga Tugas Akhir dengan judul “Optimasi *Throughput* Pada Sistem Produksi Departemen Weaving PT. Primissima” dapat terselesaikan. Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata-1 program studi Teknik Industri pada Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Kelancaran dan keberhasilan atas selesainya Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan rasa hormat dan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Prof. Ir. R. Chairul Saleh, M.Sc. Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia diganggu waktunya serta memberikan bantuan dan arahannya kepada penyusun sejak awal hingga akhir penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak, ibu dan keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan disepanjang perjalanan hidupku, serta sebagai *support system* nomor satu bagiku.
6. Rifdah, Rahma, Dita, Liani, Mba Eska, Kak Raisa, Mbak Santi, Mbak Desy, Mbak Astri, Mbak Citra, Kak Aisyah, Resta, Dyna dan lainnya yang telah mengisi masa-masa kuliah dengan penuh kenangan indah, dan yang selalu memberikan bantuan dikala susah. Semangat dan sukses selalu untuk kita.
7. Teman-teman Teknik Industri angkatan 2014 yang sudah menjadi bagian penyemangat agar tugas akhir ini cepat selesai. Sukses selalu untuk kita.

Yogyakarta, 30 November 2018

Umi Nurkhasanah

ABSTRAK

Pada saat memenuhi permintaan pelanggan, perusahaan bisa saja dihadapkan pada kendala. Kendala tersebut diantaranya adalah tidak terpenuhinya target produksi untuk memenuhi permintaan pelanggan, seperti yang terjadi pada Departemen Weaving PT. Prissima berdasarkan data yang diperoleh pada bulan Juni-September 2018. Apabila masalah tersebut terjadi bisa mengakibatkan terlambatnya pengiriman barang kepada konsumen. Karena masalah tersebut, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui penyebab dan bagaimana solusi yang sesuai. Konsep 5 langkah TOC digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Di dalam theory of Constraint (TOC) memiliki 3 fokus parameter yaitu throughput, persediaan, dan biaya operasional. Ketika throughput dalam sistem meningkat maka persediaan dan biaya operasional akan menurun. Meningkatkan throughput merupakan prioritas utama dibandingkan dengan pengurangan persediaan dan biaya operasional, maka penelitian ini berfokus pada peningkatan throughput. Metode simulasi digunakan untuk mengidentifikasi kendala pada sistem dan bagaimana memberikan solusi yang sesuai. Kemudian masalah dianalisis menggunakan diagram 5 why, dari analisis tersebut diketahui bahwa penyebab utama masalah dalam penelitian ini adalah pengadaan suku cadang yang tidak teratur dan dilakukan mendadak. Kemudian peneliti memberikan solusi pengadaan suku cadang teratur. Solusi tersebut diaplikasikan ke model simulasi usulan untuk mengetahui apakah solusi tersebut sesuai. Hasil model simulasi usulan menunjukkan bahwa target produksi tercapai, kemudian dilakukan perhitungan persediaan dan biaya operasional untuk membuktikan hukum theory of constraint. Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa persediaan dan biaya operasional menurun.

Keyword: Theory of Constraint, Kemacetan, Simulation, 5 why, throughput

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
SURAT KETERANGAN PENELITIAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	6
2.1 Pendahuluan.....	6
2.2 Penelitian Terdahulu.....	9
2.3 Landasan Teori.....	18
2.3.1 Industri.....	18
2.3.2 Manufaktur.....	19
2.3.3 Sistem Produksi.....	19
2.3.4 Kendala.....	23
2.3.5 <i>Theory of Constraint</i>	25
2.3.6 Simulasi.....	28
2.3.7 Flexsim <i>Software</i>	31
2.3.8 Pengertian Optimasi.....	31
2.4 Konseptual Model.....	32
2.5 Kesimpulan.....	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	34
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	34
3.2 Fokus Kajian.....	36
3.3 Objek Penelitian.....	36
3.4 Penentuan Lingkup Penelitian.....	36
3.5 Pengumpulan Data.....	36
3.6 Pengolahan Data.....	37
3.7 Pembahasan.....	39
3.8 Kesimpulan dan Saran.....	39
BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN.....	40

4.1	Pengumpulan Data.....	40
4.1.1	Deskripsi Proses Produksi.....	40
4.1.2	Data.....	42
4.2	Pengolahan Data.....	54
4.2.1	Identifikasi Kendala.....	54
4.2.2	Eksplorasi Kendala.....	62
4.2.3	Subordinasi.....	63
4.2.4	Elevasi Kendala Sistem.....	65
4.2.5	Kembali ke Langkah Awal.....	65
BAB V PEMBAHASAN.....		69
5.1	Pembahasan.....	69
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		72
6.1	Kesimpulan.....	72
6.2	Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA.....		74
LAMPIRAN.....		77

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Ringkasan SLR TOC dan Simulasi.....	6
Tabel 4. 1	Data Hasil Produksi.....	42
Tabel 4. 2	Data Pengamatan Mesin Cucuk.....	44
Tabel 4. 3	Data Pengamatan Mesin Tenun.....	45
Tabel 4. 4	Data Pengamatan Mesin Tenun.....	46
Tabel 4. 5	Data Pengamatan Waktu Proses Inspeksi dan Perbaikan.....	47
Tabel 4. 6	Data Pengamatan Waktu Proses Pelipatan.....	48
Tabel 4. 7	Jumlah Operator dan Kapasitas.....	49
Tabel 4. 8	Data <i>Downtime</i> Mesin Tenun.....	50
Tabel 4. 9	Data <i>Experfit</i>	52
Tabel 4. 10	Data Output Nyata dan Simulasi/Hari.....	56
Tabel 4. 11	Hasil Uji Kesamaan Dua Rata-Rata.....	57
Tabel 4. 12	Chi Kuadrat Hitung.....	61
Tabel 4. 13	Hasil Perhitungan <i>Chi</i>	62
Tabel 4. 14	Perhitungan Persediaan.....	66
Tabel 4. 15	Biaya Tetap.....	67
Tabel 4. 16	Biaya Listrik.....	68
Tabel 4. 17	Resep Kanjian.....	68
Tabel 4. 18	Total Biaya Variabel.....	69
Tabel 4. 19	Biaya Operasional.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	<i>CK-Chart Planning and Tools</i>	17
Gambar 2. 2	Alur Produksi <i>Job Shop</i>	21
Gambar 2. 3	Alur Produksi <i>Flow Shop</i>	22
Gambar 2. 4	<i>Simplified Version of the Modeling Process</i>	30
Gambar 2. 5	Konseptual Model.....	32
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian.....	35
Gambar 4. 1	Alur Proses Produksi.....	40
Gambar 4. 2	Model Simulasi.....	54
Gambar 4. 3	Tabel F.....	58
Gambar 4. 4	Kemacetan.....	61
Gambar 4. 5	Analisis Permasalahan.....	62
Gambar 4. 6	Model Usulan.....	64

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai latar belakang serta fokus penelitian yang akan dilakukan. Kemudian akan dijelaskan juga mengenai rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan manfaat penelitian. Pada bagian akhir akan dijelaskan mengenai sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini.

1.1 Latar Belakang

Sektor industri memegang peran penting dalam pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Pada skenario pasar saat ini, permintaan dan spesifikasi produk dari pelanggan banyak mengalami perubahan. Sehingga sangat penting bagi perusahaan untuk memenuhi keinginan pelanggan agar dapat bersaing di pasar (Kumar et al., 2015). Pada saat memenuhi permintaan pelanggan, perusahaan bisa saja dihadapkan pada kendala. Kendala merupakan segala sesuatu yang menghalangi sistem untuk mencapai tujuan atau kinerja maksimal, tujuan yang dimaksud adalah untuk meningkatkan laba baik di masa sekarang atau masa depan. Salah satu kendala yang bisa terjadi diantaranya adalah tidak terpenuhinya target produksi untuk memenuhi permintaan pelanggan. Seperti yang terjadi pada Departemen *Weaving* PT. Primissima.

PT. Primissima merupakan perusahaan yang memproduksi kain dengan bahan baku benang dengan alur produksi *flow shop*. Aliran *flow shop* menurut Fogarty (1991) terbagi menjadi 4 jenis yaitu *continuous flow*, *dedicated repetitive flow*, *batch flow*, dan *mixed*

model repetitive flow. Dari keempat aliran tersebut PT. Primissima merupakan perusahaan yang alur produksinya *dedicated repetitive flow*, pada aliran tersebut memproduksi satu jenis produk tertentu secara terus menerus, tetapi masih diperbolehkan adanya variasi, seperti variasi warna. Jenis produk yang diproduksi adalah kain dengan beberapa varian konstruksi/jenis kain, yang membedakan konstruksi satu dengan lainnya adalah jumlah helai benang dan tetal benang yang dipakai. *Output* yang dihasilkan sulit dibedakan. Karakteristik khusus dari sistem produksi ini adalah material diproses di beberapa stasiun kerja yang melakukan berbagai proses produksi dengan waktu proses yang hampir sama.

PT. Primissima menerapkan sistem manufaktur dengan tipe *make-to-order* repetitif, dimana perusahaan akan memproduksi kain setelah ada pesanan dari konsumen dan pesanan tersebut bersifat repetitif, yaitu ada kemungkinan pengulangan pesanan dengan spesifikasi yang sama dalam waktu singkat. Konsumen biasanya akan membawa sendiri jenis kain yang ingin dibuat, tetapi PT. Primissima juga memiliki kain jual murni atau produk asli dari perusahaan tersebut, dimana kain tersebut merupakan kain primadona karena setiap bulan permintaan untuk produk jual murni selalu ada dan stabil. Berdasarkan data laporan hasil produksi pada bulan Juni-September 2018 dapat diketahui bahwa produk jual murni tersebut targetnya tidak tercapai, dari permasalahan tersebut dapat mengakibatkan pengiriman produk pada konsumen terlambat.

Dari data yang diperoleh dapat diidentifikasi kendala apa yang terjadi di sistem produksi menggunakan metode *theory of constraint*, karena metode tersebut merupakan alat penting untuk menyelesaikan masalah (Vargas et al., 2017). Dapat diterapkan pada sistem apa pun seperti produksi, rantai pasok, manajemen proyek, operasi, logistik, dll dengan memfokuskan pada kendala yang terjadi pada sistem yang menjadikannya non-kendala (Raghuraj et al., 2018). Dalam metode *theory of constraint* terdapat 5 tahapan yang harus dilakukan, diantaranya adalah identifikasi kendala yang terjadi, eksploitasi kendala, subordinasi, elevasi kendala sistem dan kembali ke langkah awal (Dettmer, 1997). Dari 5 tahapan tersebut digunakan metode simulasi untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi pada sistem. Simulasi bertujuan memudahkan perusahaan untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi dan bagaimana memberikan solusi yang sesuai dalam waktu singkat, biaya

yang dikeluarkan juga lebih murah. Simulasi juga dapat digunakan untuk memecahkan masalah yang terjadi pada saat proses produksi sedang berjalan berdasarkan pada model virtual (Kikolski, 2017).

Menurut Şimşit et al. (2014) di dalam *theory of constraint* (TOC) memiliki 3 fokus parameter yaitu *throughput*, persediaan, dan biaya operasional. Meningkatkan *throughput* merupakan prioritas utama dibandingkan dengan pengurangan persediaan dan biaya operasional, dapat disimpulkan bahwa *throughput* merupakan variabel yang paling penting (Naor et al., 2013). Ketika *throughput* dalam sistem meningkat maka persediaan dan biaya operasional akan menurun.

Berdasarkan uraian diatas, diharapkan dengan melakukan penelitian ini target produksi dapat tercapai dan *throughput* yang dihasilkan juga meningkat. Dengan meningkatnya *throughput* diharapkan juga persediaan dan biaya operasional menurun sesuai dengan hukum *theory of constraint*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apa yang menyebabkan target produksi tidak tercapai?
2. Apa solusi yang tepat untuk mengoptimalkan target produksi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas didapatkan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui penyebab utama target produksi tidak tercapai.
2. Agar hasil produksi optimal.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian membutuhkan batasan, hal tersebut dilakukan agar fokus penelitian terjaga dengan baik. Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tempat penelitian adalah PT. Primissima, Yogyakarta.
2. Fokus penelitian untuk menyelesaikan target produksi dan meningkatkan *throughput*.
3. Fokus penelitian pada alur sistem produksi departemen *weaving*.
4. Fokus penelitian pada produk yang paling banyak tidak tercapai.
5. Tidak memperhitungkan biaya karena keterbatasan data.
6. Asumsi model sistem adalah membuat konstruksi baru.
7. Asumsi 1 pis kain adalah 224 meter.
8. Proses analisis data bersifat kuantitatif.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian, penelitian ini diharapkan memberi manfaat membangun khasanah ilmu penelitian sehingga dapat berkembang dan memberikan manfaat bagi kalangan ilmuan

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan menjadi landasan dalam penulisan laporan penelitian. Adapun sistematika penulisan laporan penelitian adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai latar belakang serta fokus penelitian yang akan dilakukan. Kemudian akan dijelaskan juga mengenai rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan manfaat penelitian. Pada

bagian akhir akan dijelaskan mengenai sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dipresentasikan hasil kajian literatur induktif dan deduktif yang digunakan. Kajian literatur induktif diperoleh dari jurnal/artikel yang terindex *Scopus-ISI*, sedangkan kajian deduktif diperoleh berdasarkan informasi buku teks, kajian deduktif merupakan *the basic theory* untuk melihat adanya gap penelitian yang akan dilakukan dan yang telah dilakukan untuk menentukan kebaruan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai metode penelitian yang digunakan dalam penyelesaian masalah.

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN

Pada bab ini akan dipaparkan data apa saja yang dibutuhkan untuk pengolahan data. Di bab ini juga dipaparkan proses pengolahan data.

BAB V PEMBAHASAN

Pada bab ini dilakukan pembahasan dan diskusi mengenai hasil pengolahan data dari bab sebelumnya.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini membahas mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran yang diberikan untuk penelitian di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

KAJIAN LITERATUR

Pada bagian ini akan dipresentasikan hasil kajian literatur induktif dan deduktif yang digunakan. Kajian literatur induktif diperoleh dari jurnal/artikel yang terindex *Scopus-ISI*, sedangkan kajian deduktif diperoleh berdasarkan informasi buku teks, kajian deduktif merupakan *the basic theory* untuk melihat adanya gap penelitian yang akan dilakukan dan yang telah dilakukan. Pada bab ini terdiri dari beberapa sub bab sebagai berikut.

2.1 Pendahuluan

Kajian literatur berdasarkan kajian induktif dengan metode SLR yang terindeks di SCOPUS direpresentasikan berapa banyak jurnal yang didapat dari *publisher* seperti *sciencedirect* atau *tandofline*. Persentase *Science Direct* 50%, *Researchgate* 9%, *tandofline* 4,5%, Buku 32%, dan jurnal yang tidak terindex 4,5%.

Tabel 2. 1 Ringkasan SLR TOC dan Simulasi

No	Title	Year	Author	Publisher	Quartile
1	<i>Study of Production Scenarios with the Use of Simulation Models</i>	2017	Mateusz Kikolski	Science Direct	Terindex
2	<i>Throughput Rate Improvement in a Multiproduct Assembly Line Using Lean and Simulation Modeling and Analysis</i>	2017	Mahmoud nagi, F. frank Chen and Hung-Da Wan	Science Direct	Q3

Tabel 2. 1 Ringkasan SLR TOC dan Simulasi (Lanjutan)

No	Title	Year	Author	Publisher	Quartile
3	<i>Analysis of Fast Food Service Capability Based on Flexsim Modeling and Simulation</i>	2018	Heng He, Zhongmin Hu	Researchgate	Terindex
4	<i>Simulation Research on Jingdong Orders System Based on Flexsim</i>	2016	Wang Jing and Lilei	Science Direct	Terindex
5	<i>Highway freight terminal facilities allocation based on flexsim</i>	2013	Li-Hong CHEN, Da-Wei HU, Ting XU	Science Direct	
6	<i>Modeling and Analysis of Flexible Manufacturing System with FlexSim</i>	2015	B.Santhosh Kumar, Dr.V.Mahesh, B.Satish Kumar	Researchgate	
7	<i>A Flexsim-based Optimization for the Operation Process of Cold Chain Logistics Distribution Centre</i>	2014	X. Zhu, R. Zhang, F. Chu, Z. He and J. Li	Science Direct	Q2
8	<i>Using Theory of Constraints for Reaching Optimal Product Mix: An Application in the Furniture Sector</i>	2016	Erucment Okutmus, Ata Kahveci, Jekaterina Kartasova	Science Direct	
9	<i>Theory of Constraints: A Literature Review</i>	2014	Zeynep Tuğçe Şimşita , Noyan Sebla Günayb , Özalp Vayvayc	Science Direct	Terindex
10	<i>If your company is considering the Theory Of Constraints</i>	2014	Azar Izmailov	Science Direct	Terindex
11	<i>Theory of constraints: is it a theory and a good one?</i>	2013	M. Naor a , E.S. Bernardes b & A. Coman	tandfonline	Q1
12	<i>Dynamic bottleneck elimination in mattress manufacturing line using theory of constraints</i>	2016	Emin Gundogar, Murat Sari* and Abdullah H. Kokcam	Springer	Q1
13	<i>Applying the Theory of Constraints to Improve Throughput in a Forensic DNA Laboratory</i>	2016	Antti Peltokorpi, Henrik Nisén, Johan Groop, Tapani Reinikainen, Auli Bengs & Markus Pirttimaa	tandfonline	
14	<i>Increasing the efficiency in intreger simulation optimization: reducing the search space through data envelopment analysis and orthogonal arrays</i>	2017	Rafael de Carvalho Miranda, Jose Arnaldo Barra Montevecchi, Aneirson Fransisco da Silva, Fernando Augusto Silva Marins	Science Direct	Q1

Pada dasarnya industri merupakan kegiatan yang dilakukan manusia dalam hal mengolah sumber daya yang bertujuan untuk kemakmuran manusia itu sendiri (Utoyo, 2009). Pada umumnya industri yang terlibat pada struktur sistem industri dapat dikategorikan sebagai industri penghasil bahan baku dari sumber daya alam, industri manufaktur, dan industri jasa. Rangkaian tersebut dikenal juga sebagai rangkaian industri hulu dan hilir, dalam rangkaian tersebut industri jasa merupakan penunjang industri primer dan manufaktur (Silalahi, 2014). Industri jasa juga merupakan industri yang melayani

keperluan pihak lain, sedangkan industri manufaktur merupakan kegiatan yang mengubah suatu barang secara mekanis, kimia, atau menggunakan tangan menjadi barang jadi atau barang setengah jadi (Statistik Industri Manufaktur, 2012).

Industri manufaktur terbagi menjadi beberapa sub bagian produktif diantaranya: distribusi, persediaan, pengadaan, perencanaan, desain, manajemen, pemasaran, penjualan, dan produksi (Nur & Arsyad B, 2017). Sistem distribusi adalah sistem yang bertugas menyalurkan barang atau produk dari pabrik ke pelanggan (Šukalová & Cenigaa, 2014), sedangkan persediaan/gudang biasanya digunakan oleh produsen untuk stok produksi atau distribusi, diakui secara luas bahwa efisiensi dan efektivitas dalam distribusi apa pun sangat ditentukan oleh operasi gudang yang baik (Bricha & Nourelfath, 2015). Pengadaan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan barang atau jasa secara transparan, efektif, dan efisien disesuaikan keinginan dan kebutuhan pemakai (Novitaningrum, 2014). Perencanaan operasi merupakan acuan yang digunakan untuk merancang jadwal produksi dan mengetahui jumlah barang yang harus diproduksi yang didasarkan pada hasil peramalan dan persediaan yang ada (Hari, 2004). Desain produk adalah syarat penting untuk melakukan proses produksi dan menjaga kelangsungan hidup perusahaan, karena dengan desain tersebut produk dapat memiliki bentuk yang telah disesuaikan dengan kebutuhan konsumen (Hari, 2004). Menurut Daft et al. (2010) manajemen merupakan pencapaian atas tujuan suatu organisasi secara efektif dan efisien melalui perencanaan, pengorganisasian, memimpin, dan mengendalikan sumber daya organisasi. Pemasaran merupakan serangkaian kegiatan dan proses untuk menciptakan, mengkomunikasikan, menyampaikan, dan bertukar penawaran dengan cara menguntungkan pelanggan, klien, dan masyarakat pada umumnya (Kotler & Keller, 2012). Penjualan merupakan implikasi penting pada praktik dan studi akuntansi (Suresh, 2008).

Sistem produksi merupakan suatu proses pengolahan sumber daya menjadi barang atau jasa dengan tujuan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pada proses produksi (Hari, 2004). Ada 3 desain yang digunakan untuk mengklasifikasi lingkungan proses produksi, diantaranya adalah *job shop*, *fixed site* dan *flow shop* yang mana menggambarkan

proses klasifikasi, tipikal tata letak dan strategi posisi produk. *Jobshop* merupakan sistem manufaktur dengan aliran produksi yang tidak searah. *Jobshop* memungkinkan produk untuk kembali ke *work center* yang telah dilewati. *Fixed site* adalah produksi yang membawa bahan, alat dan pekerja langsung ke lokasi tempat produk akan dibuat, biasanya ditemukan pada konstruksi, pembangunan jalan, pembuatan kapal dll. Sedangkan *flow shop* proses produksinya mengikuti alur yang berurutan. Pada sistem produksi *flow shop* bisa terjadi non kendala dan kendala. Non kendala adalah kendala yang tidak memiliki *capacity buffer*, contohnya kelebihan kapasitas, sedangkan kendala artinya adalah apa saja yang mencegah sistem untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan (Fogarty, 1991).

Menurut Okutmus et al. (2015) kendala diklasifikasikan menjadi 7 diantaranya adalah *market, politics, raw materials, logistic, behavioral, administrative, dan capacity*. *Market Constraint* adalah kendala yang berasal dari eksternal, umumnya kendala ini berasal dari politik. *Politics Constraint* biasanya terjadi pada bagian pemasaran, akuntansi, dan keuangan. *Raw Materials Constraint* terjadi karena kekurangan bahan baku dalam proses produksi. *Logistics Constraint* adalah kendala yang dimungkinkan berasal dari sistem *planning & control* perusahaan. *Behavioral Constraint* bukan merupakan kendala utama dalam perusahaan. *Administrative Constraint* terjadi karena terjadi keputusan manajer yang bersifat negatif dan sulit untuk menghilangkannya. *Capacity Constraint* adalah kendala yang bersumber dari internal yaitu akibat dari kekurangan sumber daya untuk memenuhi permintaan.

2.2 Penelitian Terdahulu

Emin et al. (2016) membuat penelitian tentang kemacetan di dalam sebuah industri manufaktur *spring* matras. Penelitian ini bertujuan untuk menghilangkan kemacetan dengan menambahkan investasi guna meningkatkan *output*. Dalam proses produksi *spring* matras terdiri dari 8 stasiun kerja. Kemacetan yang ditemukan dalam penelitian ini terdapat pada stasiun kerja *Spring Knitting*. Di dalam papernya Emin Gundogar et al. (2016) berpendapat bahwa sebuah industri pasti akan mengalami kemacetan. Dalam sistem yang

terdapat kemacetan, akan terdapat faktor pembatas untuk menghasilkan *throughput* yang lebih besar. Faktor pembatas tersebut dapat berupa proses, tugas, mesin, dan lain-lain. Sehingga kapasitas seluruh sistem dipengaruhi oleh kemacetan. Dengan kata lain, investasi harus dilakukan pada titik kemacetan. Selain pada titik kemacetan, investasi tersebut tidak akan berkontribusi pada *output*. Setelah diterapkan 5FS TOC maka terjadi peningkatan rata-rata produksi dari 197 unit menjadi 342 unit per hari. Dengan penambahan 1 unit mesin *spring knitting*, kapasitas meningkat menjadi 2 kali lipat. Selain itu dengan penambahan satu mesin *spring knitting* memberikan kapasitas tambahan pada stasiun kerja *Gluing*, *Overlock*, *Upholster*, dan *Sewing*, masing – masing bertambah 1 kapasitas. Sehingga dengan hasil tersebut peningkatan laba dapat diraih oleh perusahaan *spring* matras.

Kemudian Antti et al. (2016) melakukan sebuah penelitian tentang penerapan TOC yang bertujuan untuk meningkatkan *throughput* dan mengurangi *lead time* pada Lab. Forensik DNA. Penelitian dilakukan di Laboratorium Forensik Biro Investigasi Nasional Finlandia. Pada Laboratorium Forensik DNA memiliki 8 tahap pekerjaan yang harus dilalui. Setelah diterapkannya TOC maka akan didapatkan pengurangan *lead time* untuk semua tahap sebesar 70 % pada *Robotic Isolation Line*. Dan terjadi pengurangan *lead time* sebesar 45 % pada *Manual Isolation Line*. Ketika terjadi pengurangan *lead time* secara otomatis *throughput* yang dihasilkan akan meningkat. Berdasarkan hal ini maka dapat ditunjukkan bahwa usaha peningkatan *throughput* tepat dilakukan dengan penerapan TOC. Sehingga jika *throughput* meningkat maka pendapatan juga akan meningkat.

Menurut penelitian Heng & Zhongmin (2018) peningkatan efisiensi restoran adalah proses integrasi sistem dan konstruksi proses bisnis restoran, kemampuan layanan, dan manajemen. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menetapkan model sistem operasi perusahaan dan untuk mengukur kemampuan layanan perusahaan melalui simulasi model. Penelitian ini membangun model sistem layanan restoran menggunakan perangkat lunak flexsim. Menetapkan parameter model sistem layanan sesuai dengan data operasi aktual restoran, dan mengamati apakah ada kekurangan dalam kemampuan layanan sistem

melalui model operasi. Melalui penerapan analisis simulasi sistem flexsim, telah diverifikasi bahwa metode pengoptimalan ini dapat secara efektif meningkatkan efisiensi alokasi sumber daya selama jam sibuk restoran, secara signifikan meningkatkan pendapatan restoran, dan meningkatkan tingkat pengembalian, mengurangi waktu tunggu rata-rata bagi pelanggan untuk mengantri dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Dibuatlah model sistem pelayanan restoran menggunakan perangkat lunak flexsim, yang pertama adalah membuat model sistem pesanan, kemudian mempersiapkan model sistem dan membuat model tata letak dari keseluruhan sistem. Setelah sistem model berhasil dibuat maka langkah selanjutnya adalah menjalankan simulasi. Dari simulasi tersebut didapatkan hasil bahwa kemampuan layanan sistem tidak cukup, ada sejumlah *backlog* pesanan dalam sistem, dan konsumen yang mengantri terlalu banyak, yang menyebabkan kemacetan. Pemanfaatan alat pemrosesan dalam sistem belum digunakan secara efektif, efisiensi dari seluruh proses layanan bisa dikatakan rendah yang menyebabkan keluhan pelanggan dan reputasi restoran. Solusi yang diberikan diantaranya adalah, disaat jam sibuk/banyak pelanggan menambahkan beberapa meja untuk pelanggan, menambah pelayan untuk menyusun pesanan.

Agar biaya yang dikeluarkan tidak terlalu banyak dibutuhkan manager untuk mengatur jumlah karyawan disaat waktu sibuk dan waktu normal. Yang kedua adalah disaat fasilitas layanan sistem tidak berubah, operasi pesanan kecil dipilih. Ketiga, karyawan membuat rekomendasi penjualan, contoh apabila pesanan salah satu menu sedang banyak maka waktu tunggu menu tersebut jadi lama, pelayan memberikan pemahanan dan disarankan untuk memilih menu lain. Terakhir, jika waktu sibuk banyak pelanggan maka diperbolehkan untuk menyimpan sebagian produk jadi, agar sistem tidak macet dan mempercepat proses. Setelah menerapkan solusi tersebut kemudian simulasi dijalankan kembali, hasilnya adalah disaat jam sibuk kemacetan pada sistem berkurang, pemanfaatan berbagai alat pengolahan juga meningkat pesat. Praktik telah membuktikan bahwa langkah-langkah ini telah meningkatkan efisiensi jam sibuk restoran, mempertahankan daya saing kelangsungan hidup perusahaan, dan mempertahankan tingkat kepuasan pelanggan yang tinggi.

Penelitian menurut Wang & Lilei (2016) dari pemantauan Taobao, data menunjukkan bahwa jumlah paket meningkat dengan cepat yaitu 1 juta buah/jam, selama waktu sibuk pada malam tanggal 11 November 2012, banyak pesanan yang tidak dapat diproses tepat waktu dan menyebabkan gudang meledak. Akibatnya pesanan yang dipesan pada hari itu sampai ke konsumen setelah satu minggu, bahkan ada yang lebih dari 10 hari. Untuk menghindari masalah semacam ini, pemrosesan pesanan harus dioptimalkan. Bagaimana meningkatkan efisiensi tanpa menambah biaya menjadi masalah serius. Atas dasar analisis dan optimalisasi sistem proses pemesanan, ada konsep model sistem proses pemesanan berdasarkan teori antrian, dan penelitian simulasi dilakukan dengan *anylogic*, yang fokus utama pada optimalisasi aturan antrian.

Ada beberapa langkah yang dilakukan saat belanja di Jindong: pesanan pelanggan, menerima pesanan, mengkonfirmasi pesanan, penjual mengirim, sortir, *scan*, transportasi, paket ekspres, timbang dan pindai, pengiriman, dan pelanggan menerima produk. Produk Jindong dibagi menjadi tiga kategori sebagai berikut berdasarkan *Activity Based Classification (ABC)*. A mewakili produk dengan volume besar dan nilai rendah, seperti pakaian, dll. B mewakili produk nilai umum, seperti produk digital dan beberapa aksesoris, dll. C mewakili sesuatu dengan volume kecil dan nilai tinggi, seperti perhiasan emas dan perak. Konsep model mensimulasikan sistem pesanan. Pesanan berasal dari *source* kemudian masuk antrian menunggu layanan. Kemudian pesanan diproses pada prosesor dan terakhir di *sink*. Setelah model disimulasikan lebih mudah untuk menemukan dimana kemacetan: antrian *backlog* pesanan lebih banyak lagi, waktu tinggal lama dan prosesor untuk waktu yang lama dalam kondisi beban tinggi.

Menurut analisis, antrean dan prosesor adalah kemacetan dari model simulasi. Oleh karena itu, sistem proses order dioptimalkan dengan menggunakan metode antrian pesanan. Model akan mengubah aturan bahwa pesanan diproses dalam antrian. Antrean klasifikasi pesanan untuk meningkatkan kecepatan pengurutan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pemrosesan untuk mencapai sasaran pengoptimalan. Setelah menjalankan simulasi yang kedua dapat dilihat bahwa efisiensi prosesor jauh lebih tinggi

dari sebelumnya. Efisiensi proses pemesanan dapat ditingkatkan dengan mengubah aturan pesanan, dan mengedepankan masalah sistem, rencana perbaikan dan penanggulangan yang sesuai. Dan optimalisasi efisiensi rendah dari operasi sistem pesanan harus mengambil waktu, biaya dan pemanfaatan sumber daya sebagai indeks evaluasi dari efek optimasi. Metode ini tidak hanya dapat meningkatkan sistem pemesanan pusat perbelanjaan elektronik, tetapi juga dapat digunakan untuk mengevaluasi kelayakan perbankan dan layanan lainnya dalam kehidupan.

Penelitian yang dilakukan oleh Kumar et al. (2015) menyatakan dalam skenario pasar sekarang, permintaan dan spesifikasi pelanggan dari setiap produk berubah sangat cepat sehingga penting bagi sistem manufaktur untuk mengakomodasi perubahan ini secepat mungkin untuk dapat bersaing di pasar. Evolusi ini sering menyebabkan konflik untuk sistem manufaktur karena variasi meningkat, produktivitas menurun. Jadi sistem manufaktur fleksibel (FMS) adalah kombinasi yang baik antara varietas dan produktivitas. Desain optimal FMS merupakan masalah kritis dan kompleks, ada berbagai teknik pemodelan untuk FMS, umumnya adalah pemrograman matematika, tetapi pendekatan pemrograman matematika sangat sulit dipecahkan untuk sistem yang sangat kompleks sehingga simulasi digunakan untuk mengukur kinerja. Komponen FMS sangat canggih dan mahal, jika FMS harus dilaksanakan, maka lebih baik menganalisis hasilnya menggunakan simulasi karena meminimalisir biaya, sumber daya dan waktu kerja. Karena masalah yang kompleks, sulit untuk menghitung secara akurat pengukuran kinerja FMS menggunakan teknik matematika. Oleh karena itu, simulasi komputer merupakan teknik pemodelan numerik yang banyak digunakan untuk analisis FMS yang kompleks.

Pada penelitian ini, FMS dimodelkan menggunakan flexsim untuk menganalisis pengukuran kinerjanya. Selain itu, teknik kemacetan juga diterapkan untuk membandingkan dan memverifikasi hasil yang diperoleh dari teknik simulasi. Pada penelitian ini model flexsim dan matematisnya dibangun, pengukuran kinerja digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem, hasil dari kedua teknik hampir sama. Dapat diambil kesimpulan bahwa teknik simulasi lebih mudah untuk menganalisis sistem manufaktur

yang rumit. Jika FMS harus dilaksanakan, maka lebih baik menganalisis hasilnya menggunakan simulasi karena meminimalisir biaya, sumber daya dan waktu kerja.

Penelitian yang dilakukan oleh X. Zhu (2014) menjelaskan bahwa logistik rantai dingin adalah rekayasa sistem yang menyimpan produk dingin dalam suhu rendah selama produksi, penyimpanan, transportasi, proses dan penjualan untuk menjamin kualitas barang. Dalam sistem rantai pasok ini, produk *logistik rantai dingin* memiliki fitur kesegaran, tahan lama, ketepatan waktu, biaya besar, kinerja logistik dll. Penting bagi pusat distribusi logistik untuk mengurangi waktu proses agar menurunkan risiko pembusukan makanan. Saat ini, penelitian tentang logistik rantai dingin masih jarang dilakukan. Namun, beberapa studi tentang proses keseluruhan dari distribusi rantai dingin telah diteliti. Sementara itu, distribusi logistik rantai dingin domestik memiliki masalah transportasi yang terlalu banyak, otomatisasi tingkat rendah, perencanaan tata letak yang tidak jelas proses distribusi yang rumit, dll.

Penting untuk menyelesaikan masalah ini agar mencapai distribusi yang efisien. Analisis untuk distribusi logistik rantai dingin adalah salah satu jenis sistem kejadian diskrit acak yang khas. Metode analitis tidak dapat menganalisa dan mengoptimalkan sistem tersebut sepenuhnya. Namun, teknik simulasi dapat menunjukkan status tertentu dan mencari tahu sumber daya yang macet dan mengganggu dari sistem yang memberikan deskripsi detail tentang proses aktual dan informasi sistem logistik ini. Sekarang fokus utama para ahli pada tata letak persediaan pusat distribusi, dan memilih strategi pada simulasi sistem logistik.

Dengan menggunakan pemodelan dan simulasi flexsim, penelitian ini menganalisis proses pusat distribusi logistik rantai dingin buah dan sayuran dan kemudian membangun model simulasi untuk pusat distribusi ini, didapatkan efisiensi peralatan dan pekerja dengan menggunakan flexsim sehingga *output* awal dianalisis. Akhirnya, penelitian ini menemukan kemacetan dan waktu mengganggu kemudian membuat beberapa penyesuaian untuk meningkatkan efisiensi operasi untuk pusat distribusi logistik rantai dingin buah dan

sayuran. Karena produk memiliki fitur mudah rusak, siklus pendinginan pendek dll, penelitian ini menetapkan dua target simulasi. Yang pertama adalah jumlah perputaran transportasi buah dan sayuran. Yang kedua adalah indikator kemampuan operasi dari pusat distribusi (efisiensi pekerja, mesin) untuk mengetahui kemacetan dari sistem operasi, dan meningkatkan keseimbangan proses operasi dari distribusi buah dan sayuran.

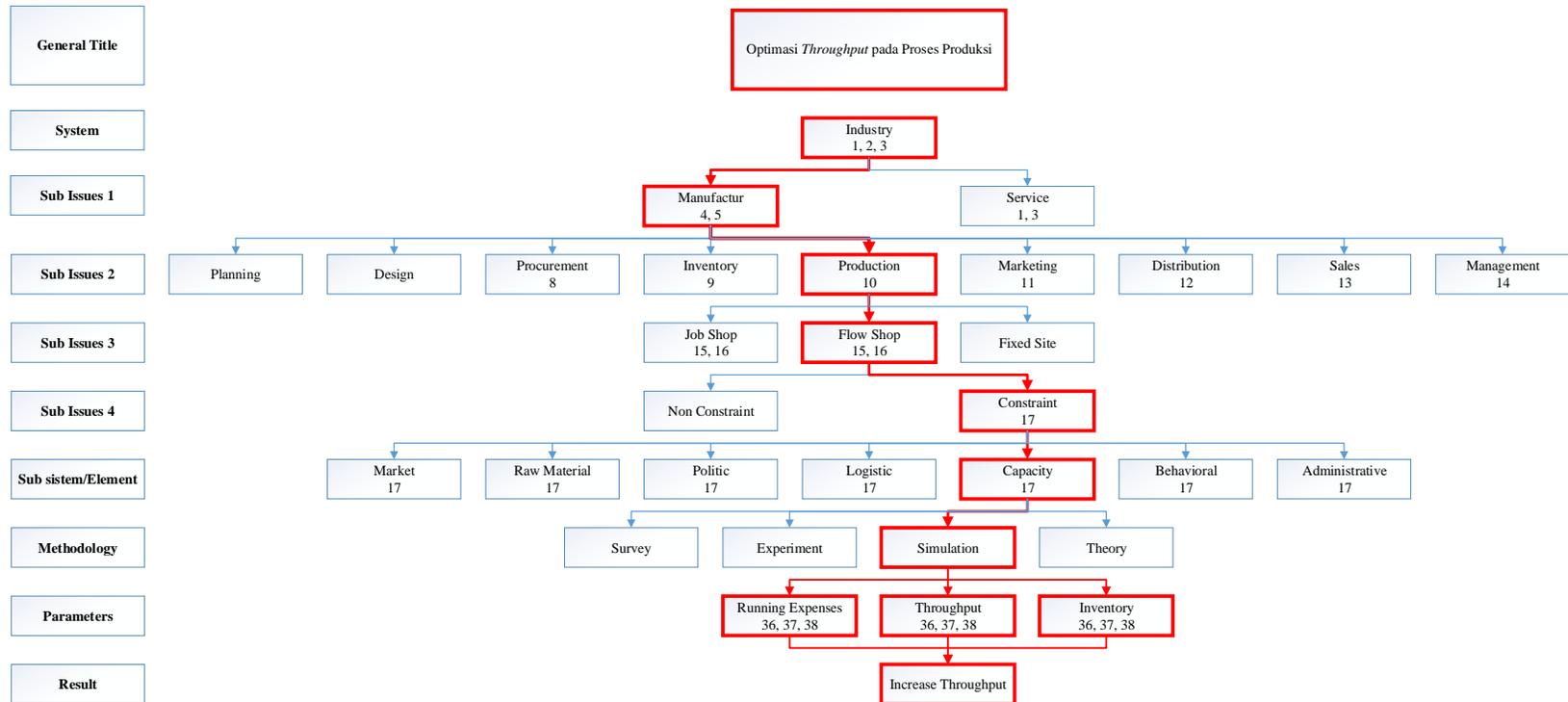
Sebelum simulasi dilakukan peneliti lebih dahulu mengumpulkan data yang akan digunakan. Salah satunya adalah penggunaan variable $t=\text{day}$ untuk merepresentasikan waktu *fresh* dari buah dan sayur. Penelitian ini mengklasifikasikan buah menjadi 3 jenis. Yang pertama adalah $t < 3$ artinya waktu *fresh* dari produk sayur dan buah. Kemudian $3 < t < 7$ adalah produk yang didinginkan, kemudian $3 < t < 7$ adalah produk yang dibekukan. Penelitian ini menggunakan diagram alir untuk membangun model sistem. Dengan menggunakan flexsim untuk mensimulasikan system model didapatkan hasil sebagai berikut : waktu kerja *processor* 13 adalah 39,94% yang berarti efisiensinya rendah, *conveyor* 25 memiliki nilai *conveying* 28,60% dan nilai *block conveyor* 38,60% yang artinya pekerja atau alat di area tersebut masih kurang, kemudian dari pengukuran waktu menganggur diketahui bahwa operator 29 (operator bagian penyimpanan) memiliki presentase menganggur sebanyak 96,3%, artinya terjadi kemacetan dari area perhitungan dan penyortiran, area penyimpanan ke area distribusi. Tingkat *turnover* total adalah 38,38%, berarti tingkat perputaran barang sangat rendah dan proses operasi pusat distribusi memiliki masalah keterlambatan dan pemblokiran.

Menurut penelitian Li-Hong et al. (2013) terminal angkutan jalan raya memerlukan alokasi fasilitas yang sesuai, seperti tempat parkir, gudang, area bongkar-muat, dan jalan untuk menyelesaikan berbagai operasi kendaraan dan barang. Berdasarkan permintaan rasio fasilitas, klasifikasi dan persyaratan konstruksi angkutan jalan raya menggunakan teknologi simulasi flexsim yang dikombinasikan dengan *AutoCAD* dan perangkat lunak desain *3dsMax*. Perangkat lunak flexsim merupakan integrasi antara teknologi *virtual reality* dan simulasi berorientasi objek diskrit. Untuk membuat perangkat lunak cocok dengan model simulasi terminal angkutan jalan raya, penelitian ini secara komprehensif

menganalisis hubungan pemetaan fasilitas stasiun pengangkutan jalan dan berbagai objek dalam perangkat lunak flexsim. Dengan menggunakan perangkat lunak flexsim memungkinkan model simulasi yang lebih realistis dari terminal angkutan jalan raya.

Dalam penelitian ini, atas dasar analisis komprehensif dari karakteristik simulasi terminal angkutan jalan raya dan metode simulasi flexsim, stasiun angkutan jalan umum digunakan sebagai contoh untuk menetapkan model simulasi dan memberikan hasil simulasi rasio luas tingkat teknis yang berbeda dari terminal angkutan jalan raya. Flexsim memiliki fungsi statistik data kuat, yang dapat menganalisa semua entitas objek yang terlibat dalam setiap model, dan dapat menampilkan dinamik secara nyata dengan grafik. Berdasarkan simulasi yang sudah dijalankan dapat diketahui bahwa terminal angkutan jalan raya bergerak dengan baik tanpa halangan. Tambahkan *splitter* atau *synthesizer* dalam model dan jalankan maka akan ditemukan pemborosan yang berarti peningkatan area bongkar muat akan muncul limbah. Demikian pula, mengurangi *splitter* atau *synthesizer* dalam model dan menjalankannya, laju beban peralatan terlalu besar, ini berarti mengurangi area bongkar muat atau area pemuatan (mengurangi fasilitas produksi di area jalan stasiun pengiriman) akan muncul fenomena buruk yang disebutkan di atas. Oleh karena itu, persyaratan rasio luas setiap fasilitas dalam klasifikasi dan persyaratan konstruksi terminal angkutan jalan raya sejalan dengan yang sebenarnya. Sarana teknis yang efektif untuk pengambilan keputusan ilmiah untuk perencanaan terminal angkutan jalan raya dan program konstruksi disediakan.

Berdasarkan penelitian yang telah dikaji, maka dapat dibuat *CK-Chart* penelitian. *CK-Chart planning and tools* merupakan alat yang digunakan untuk mengatur penelitian agar sistematis. *CK-Chart* terdiri dari beberapa lapisan yaitu *General Title*, menjelaskan tentang masalah yang akan diselesaikan. *Scope of Issues* berisi tentang ruang lingkup isu yang berkaitan dengan masalah. *Methodology* berisi tentang metode spesifik yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah. *Result* berisi tentang parameter yang akan digunakan dalam metodologi yang telah ditentukan. Berikut ini merupakan *CK-Chart* dari penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 2. 1 CK-Chart Planning and Tools

2.3 Landasan Teori

Kajian teori merupakan bagian dari kajian deduktif yang membahas mengenai definisi dari penelitian yang akan dilakukan.

2.3.1 Industri

Industri merupakan sistem yang diteliti. Pada dasarnya industri merupakan kegiatan yang dilakukan manusia dalam hal mengolah sumber daya yang bertujuan untuk kemakmuran manusia itu sendiri, bentuk industri tersebut antara lain mengolah bahan mentah menjadi barang setengah jadi atau barang jadi (Utoyo, 2009). Pengertian industri menurut Statistik Industri Manufaktur (2012) adalah suatu kesatuan usaha yang melakukan kegiatan ekonomi yang bertujuan untuk menghasilkan suatu barang atau jasa, dan terletak pada lokasi tertentu yang memiliki catatan administrasi mengenai produksi dan struktur biaya serta ada pemilik/orang yang bertanggung jawab atas usaha tersebut. Sistem industri meliputi beberapa elemen yang menggambarkan seluruh aktivitas yang diperlukan untuk menciptakan dan menyampaikan produk dan jasa ke pasar untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Pada umumnya industri yang terlibat pada struktur sistem industri dikategorikan sebagai industri penghasil bahan baku dari sumber daya alam, industri manufaktur, dan industri jasa (Silalahi, 2014).

Dari beberapa pengertian menurut jurnal dan buku dapat disimpulkan bahwa industri berada di lokasi tertentu dan merupakan suatu sistem dimana terjadi kegiatan ekonomi yang dapat menguntungkan pemilik/perusahaan. Pada suatu industri terjadi pengolahan sumber daya menjadi barang atau jasa, barang tersebut bisa berupa barang setengah jadi atau barang jadi. Industri terbagi menjadi dua yaitu industri manufaktur dan jasa.

2.3.2 Manufaktur

Industri manufaktur merupakan kegiatan yang mengubah suatu barang secara mekanis, kimia, atau menggunakan tangan menjadi barang setengah jadi atau barang jadi, atau merubah barang yang kurang bernilai menjadi barang yang bernilai (Statistik Industri Manufaktur, 2012). Sedangkan pengertian menurut Nur & Arsyad B (2017), manufaktur merupakan konversi desain menjadi produk jadi, dan produksi memiliki arti sebagai tindakan fisik membuat produk.

Dari beberapa pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa manufaktur adalah proses pembuatan/ pengubahan barang mentah menjadi setengah jadi atau barang jadi dengan berbagai cara dan alat. Industri manufaktur terbagi menjadi beberapa sub bagian produktif diantaranya: distribusi, persediaan, pengadaan, perencanaan, desain, manajemen, pemasaran, penjualan, dan produksi (Nur & Arsyad B, 2017). Fokus dari penelitian ini pada sistem produksi.

2.3.3 Sistem Produksi

Sistem produksi merupakan suatu proses pengolahan sumber daya menjadi barang atau jasa dengan tujuan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pada proses produksi (Hari, 2004). Dari sudut pandang manufaktur, sistem produksi merupakan salah satu bagian dari struktur interaksi sosial, sistem permukiman, dan sistem dunia, sistem produksi juga berhubungan dengan sistem keuangan, dan sistem pengetahuan bangsa-bangsa (Nur & Arsyad B, 2017). Menurut Bertrand et al. (1990) dalam penelitian Septiani (2007) mengklasifikasikan sistem manufaktur berdasarkan tipenya, diantaranya adalah *make-to-order*, *make-to-stock*, *assemble-to-order* dan *engineering-to-order*. Penjelasanannya adalah sebagai berikut:

1. *Make-to-order*

Produk yang diproduksi dengan tipe *make-to-order* adalah sesuai pesanan dari konsumen. Pada tipe produksi ini tidak ada peramalan kebutuhan produksi. Produksi

disesuaikan dengan permintaan pelanggan akan produk tersebut. Berdasarkan karakteristik pengulangan pemesanan order dari pelanggan, tipe MTO dibagi menjadi MTO non-repetitif dan MTO repetitif. Pada MTO non-repetitive umumnya yang dipesan dalam jumlah kecil dan pemesanan hanya dilakukan sekali. Sedangkan MTO repetitif, ada kemungkinan pengulangan order dengan spesifikasi yang sama dalam waktu singkat. Biasanya sistem MTO memiliki sistem produksi *job shop*, tetapi berdasarkan Sodikin & Mashuri (2012) sistem manufaktur MTO dapat juga memiliki sistem produksi *flow shop*.

2. *Make-to-stock*

Tujuan tipe *make-to-stock* adalah memproduksi barang untuk persediaan. Produk dikirimkan pada pelanggan apabila ada yang membeli. Jumlah yang akan diproduksi pada tipe ini dapat diramalkan, sehingga dapat dilakukan pengendalian dan perencanaan kapasitas produksi. Jika ada permintaan dapat langsung dipenuhi karena terdapat persediaan produk jadi dan permintaan tersebut sudah diprediksi sebelumnya.

3. *Assemble-to-order*

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

4. *Engineering-to-order*

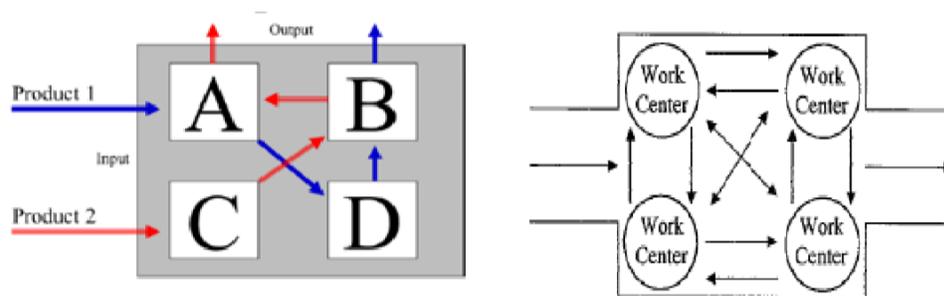
Pada tipe ini konsumen meminta perusahaan untuk membuat produk yang dimulai dari perancangan, disesuaikan dengan keinginan pelanggan.

Sedangkan menurut Fogarty (1991) mengklasifikasikan sistem produksi menjadi 3 menurut aliran prosesnya yaitu *job shop*, *flow shop*, dan *fixed site*.

1. *Job shop*

Pada sistem *job shop* produk-produk yang dihasilkan bervariasi jenisnya, tergantung dari permintaan pasar. *Jobshop* merupakan sistem manufaktur dengan aliran produksi yang tidak searah. *Jobshop* memungkinkan produk untuk kembali ke *work center* yang telah dilewati. Aliran tersebut digunakan untuk memproduksi produk yang mengikuti keinginan pelanggan. *Jobshop* digunakan untuk memproduksi item-item

dengan spesifikasi khusus. *Jobshop* memiliki beberapa *work center*, dimana peralatan yang ada memiliki fungsi berbeda, sehingga proses yang dialami setiap produk berbeda-beda pada stasiun kerja. Peralatan disusun berdasarkan proses produksinya sehingga sistem produksi ini disebut memiliki tata letak berdasarkan proses. Karakteristik dari sistem ini didefinisikan oleh sekumpulan *job*, dimana tiap *job* memiliki satu atau lebih operasi. Tujuan dari sistem ini yaitu untuk memaksimalkan beberapa ukuran dalam pelaksanaannya agar dapat tercapai.



Gambar 2. 2 Alur Produksi *Job Shop*

Sumber: Panduan *Big Project Job Shop*

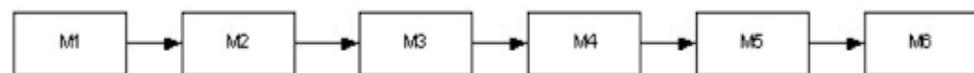
2. *Flow Shop*

Flow shop biasanya disebut *product layout*, karena proses produksinya mengikuti alur yang berurutan atau searah. Ada 4 tipe *flow shop* diantaranya adalah *continuous flow*, *dedicated repetitive flow*, *mixed-model repetitive flow* dan, *intermittent/batch flow*. Definisinya adalah sebagai berikut:

- *Continuous Flow* merupakan metode yang digunakan untuk mengurangi ukuran lot pada proses manufaktur. Ukuran lot yang lebih kecil menunjang proses *set up* dan membuatnya lebih cepat. Semakin kecil ukuran lot nya, aliran dalam proses akan semakin baik. Proses *continuous flow* dapat menurunkan WIP. *Continuous flow* berbeda dengan *batch flow*, yang mana tujuan dari proses ini adalah menghilangkan kemacetan di dalam proses dan mengoptimalkan lini produksi.
- *Dedicated Repetitive Flow* merupakan aliran yang memproduksi satu jenis produk tertentu secara terus menerus, tetapi masih diperbolehkan adanya

variasi, seperti variasi warna. Karakteristik khusus dari sistem produksi ini adalah material akan diproses di beberapa stasiun kerja yang melakukan berbagai proses produksi dengan waktu proses yang hampir sama. Peralatan di setiap stasiun kerja dikhususkan untuk melakukan satu atau beberapa dari proses tertentu.

- *Batch flow* merupakan sistem produksi yang memproses dua atau tiga jenis produk sekaligus. Setup mempunyai pengaruh yang cukup besar untuk perubahan dari satu produk ke produk lainnya, sehingga perlu ditentukan ukuran *batch* produksi yang menghasilkan waktu proses per unit yang minimum. *Batch flow* memiliki fungsi sama dengan *continuous* atau *repetitive*, kecuali dua atau lebih produk yang diproduksi di fasilitas yang sama. Dikarenakan waktu *set up* yang lama di *batch flow shop*, manufaktur berjalan untuk setiap produk biasanya berlangsung beberapa jam atau beberapa hari. *Batch flow* digunakan ketika biaya proses besar, meskipun *item* tidak diproduksi terus menerus. Permintaan rendah, rakitan, dan barang-barang nondiskret, seperti obat-obatan sering diproduksi menggunakan produksi *batch flow*.
- *Mixed-Model Repetitive Flow* merupakan jenis aliran produksi yang digunakan untuk memproses pembuatan 2 atau lebih variasi produk. Namun waktu setup untuk berubah dari produk yang satu ke produk yang lain hampir tidak ada. Karena terjadi proses produksi untuk beberapa produk sekaligus, maka peralatan yang digunakan mempunyai fungsi yang relatif sama dan pekerja yang mampu mengerjakan beberapa tugas.



Gambar 2. 3 Alur Produksi Flow Shop

3. *Fixed Site*

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

Dapat disimpulkan bahwa tipe dari sistem manufaktur yang akan diteliti adalah *make-to-order* repetitif dengan aliran produksi *dedicated repetitive flow shop*. Perusahaan yang akan diteliti tipe produksinya *make-to-order* repetitif, karena produksi dilakukan berdasarkan permintaan dari pelanggan, dan terdapat pengulangan pesanan dengan spesifikasi sama. Kemudian aliran produksinya adalah *dedicated repetitive flow shop*, dimana yang diproduksi adalah satu jenis kain yang memiliki beberapa variasi. Yang membedakan variasi satu dan lainnya hanya jumlah benang dan jenis benang yang digunakan. Kemudian waktu proses pada tiap mesin hamper sama.

2.3.4 Kendala

Kendala dapat didefinisikan sebagai sesuatu yang mencegah sistem mencapai kinerja yang relatif lebih tinggi terhadap tujuannya. Yang artinya bahwa kita mendefinisikan apa yang dimaksud 'tujuan' dan bagaimana kita mengukur kinerja, tujuan yang dimaksud adalah untuk meningkatkan *profit/laba* baik di masa sekarang atau masa depan. Ada 3 kategori kendala diantaranya adalah *internal resource constraint*, *market constraints*, dan *policy constraint* (Fogarty, 1991). Seiring perkembangan, ada yang telah meneliti tentang kendala, menurut penelitian Okutmus et al (2015) kendala terbagi menjadi 7, diantaranya adalah *market constraint*, *capacity constraint*, *politics constraint*, *raw material constraint*, *logistic constraint*, *behavioral constraint* dan *administrative constraint*. Ke tujuh *constraint* tersebut akan dijelaskan lebih detail:

1. *Market Constraint* merupakan kendala asalnya dari luar/eksternal yang memiliki banyak sumber, umumnya kendala tersebut berasal dari politik. Untuk mengatasi kendala tersebut dengan cara meningkatkan jumlah permintaan. Meningkatkan

jumlah permintaan produk didapatkan dari keunggulan bersaing yang artinya meningkatkan proses produksi, sehingga hasil akan meningkat dan biaya operasional menurun.

2. *Capacity Constraint* merupakan kendala yang berasal dari dalam akibat kekurangan sumber daya untuk memenuhi permintaan. *Capacity constraint* adalah faktor yang menyebabkan penurunan pendapatan karena akibat dari gagalnya pemenuhan permintaan. Kendala kapasitas tersebut menjadi sumber kemacetan.
3. *Politics Constraint* biasanya terjadi di bagian pemasaran, keuangan, dan akuntansi. Kendala tersebut sulit diidentifikasi dan dihilangkan daripada kendala yang berupa fisik, apabila *politics constraint* ditemukan dan diatasi akan berkontribusi lebih baik untuk perusahaan.
4. *Raw Materials Constraint* bisa terjadi karena kekurangan bahan baku pada saat proses produksi. Untuk mengatasi kendala tersebut bisa dilakukan dengan mencari suplier baru atau meningkatkan tarif kepada suplier.
5. *Logistic Constraint* merupakan kendala yang berasal dari sistem perencanaan dan pengawasan perusahaan. Pengadaan barang yang tertunda atau tidak terkirimnya barang dari suplier dapat menyebabkan *logistic constraint*.
6. *Behavioral Constraint* bukan masalah utama perusahaan, tapi kendala ini sulit dieliminasi dan menghambat peningkatan proses produksi.
7. *Administrative Constraint* itu terjadi sebagai akibat dari keputusan negatif para manajer dan sulit untuk menghilangkannya. Untuk mengeliminasi kendala, perusahaan harus terbuka terhadap inovasi.

Dapat disimpulkan bahwa kendala adalah segala sesuatu yang menghalangi sistem untuk mencapai tujuan atau kinerja maksimal, tujuan yang dimaksud adalah untuk meningkatkan laba baik di masa sekarang atau masa depan.

2.3.5 *Theory of Constraint*

Theory of constraint merupakan kerangka kerja manajemen yang didefinisikan oleh Goldratt (1990) dalam bukunya yang sangat fenomenal berjudul "The Goal". Seiring dengan berkembangnya perekonomian dunia, Goldratt mengembangkan TOC menjadi salah satu faktor terpenting dalam manajemen bisnis. Fokus dari TOC adalah meningkatkan laba dengan cara menghilangkan sistem kendala (kemacetan), yang mencegah aliran produktif untuk bisa memenuhi permintaan. Filosofi TOC muncul pada 1980-an yang merupakan evolusi dari versi sebelumnya di area produksi/operasi, yang disebut *Optimized Production Technology* (OPT). OPT pada awalnya dibuat sebagai program perangkat lunak penjadwalan (dengan algoritma rahasia) pada tahun 1980 oleh Eliyahu Goldratt. Teknik ini berevolusi dari metode programming produksi ke filosofi manajemen (TOC).

Pengukuran kinerja yang dikembangkan oleh TOC dibagi menjadi 2 yaitu pengukuran finansial dan pengukuran aktivitas. Pengukuran finansial terdiri dari laba bersih, ROI dan aliran biaya. Pengukuran aktivitas terdiri dari *throughput*, persediaan, dan biaya operasional. Menurut Goldratt, aktivitas dalam perusahaan sama halnya seperti rantai dan setiap anak rantai memiliki kelemahan yang didefinisikan sebagai kendala. Karena kekuatan rantai bergantung pada anak rantai yang paling lemah, maka anak rantai tersebut harus diperkuat. Memperkuat anak rantai tersebut sama halnya dengan menghilangkan batasan/kendala dan kerusakan untuk meningkatkan keseluruhan sistem (Büyükyılmaz & Gürkan, 2009). Menurut teori tersebut, setidaknya ada satu kendala di setiap perusahaan yang mencegah manajemen untuk mencapai tujuannya.

Pengukuran kinerja digunakan untuk memverifikasi apakah sistem mencapai hasil yang diharapkan dan target untuk mencapai tujuan. Yang diukur meliputi *throughput*, persediaan dan biaya operasional. Langkah-langkah TOC yang digunakan adalah sebagai berikut: mengidentifikasi kendala sistem, memutuskan bagaimana memanfaatkan kendala, kaitkan dengan segala sesuatu yang lain, meningkatkan kendala dan kembali ke langkah satu. Pengertian langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut (Dettmer, 1997):

1. Identifikasi kendala sistem

Apa pun yang mencegah sistem mencapai tujuannya dianggap sebagai kendala. Bagian mana dari sistem yang merupakan mata rantai terlemah? Langkah ini mengidentifikasi elemen terlemah dalam sistem, yang membatasi/menurunkan kinerja sistem. Berdasarkan logika, dapat dikatakan bahwa tujuan yang dibatasi oleh kemacetan menjadi tidak efisien.

2. Eksploitasi kendala

Langkah ini mengidentifikasi berbagai cara untuk mengeksplorasi kemungkinan perbaikan dari kendala sistem. Setelah kendala teridentifikasi selanjutnya solusi diberikan dengan memanfaatkan kendala.

3. Subordinasi

Begitu kendala diidentifikasi (langkah 1) dan telah diputuskan apa yang harus dilakukan tentang hal tersebut (langkah 2), kemudian disesuaikan dengan sistem lainnya dengan pengaturan yang memungkinkan kendala beroperasi pada efektivitas maksimum. Mungkin beberapa bagian dari sistem harus diperbaiki, karena ada kemungkinan sistem yang lain juga mengalami kendala. Setelah perbaikan diterapkan, hasilnya harus dievaluasi: apakah kendala masih ada pada sistem performansi? Jika tidak, kendala harus dieliminasi dan dilanjutkan ke tahap 5. Jika masih ada kendala kita harus melanjutkan ke tahap 4.

4. Elevasi kendala sistem

Jika langkah ini dilakukan, berarti langkah 2 dan 3 tidak cukup untuk mengeliminasi kendala dan harus dilakukan sesuatu yang lebih besar. Elevasi kendala berarti bahwa kita mengambil tindakan apa pun yang diperlukan untuk menghilangkan kendala tersebut. Ketika langkah ini selesai, kendala teratasi.

5. Kembali ke langkah awal

Jika pada langkah 3 dan 4 ternyata kendala masih ada, harus kembali ke langkah pertama, dan mencari kendala lain yang mungkin menghambat kinerja.

Theory of Constraint (TOC) memiliki 3 fokus parameter yaitu *throughput*, persediaan, dan biaya operasional (Şimşit et al., 2014). Berikut merupakan penjelasan dari parameter tersebut.

- 1) *Throughput* merupakan *output* yang menghasilkan keuntungan bagi perusahaan
- 2) Persediaan didefinisikan sebagai uang yang diinvestasikan dalam produk. Berdasarkan TOC persediaan didefinisikan sebagai total biaya produksi dan biaya tenaga kerja (Okutmus et al., 2015). Atau bisa juga didefinisikan sebagai aset yang berbentuk barang untuk dijual, bisa juga barang yang sedang dalam proses pembuatan. Menurut (Heizer, 2011) persediaan diklasifikasikan menjadi 4, yaitu:

1. *Raw Material Inventory*

Yang termasuk dalam *raw material inventory* adalah bahan baku dan bahan penolong lain yang digunakan dalam proses produksi dan bagian dari produk.

2. *Inventory MRO (Maintenance, Repair, and Operating supplies)*

Yang termasuk dalam persediaan MRO adalah barang-barang yang digunakan dalam proses produksi tetapi bukan bagian dari produk, seperti suku cadang, pembersih dll.

3. *Inventory Work In-Process*

Yang termasuk dalam persediaan WIP adalah produk setengah jadi.

4. *Inventory Finished-goods*

Yang termasuk dalam *inventory finished goods* adalah semua barang atau produk yang siap dijual atau dipakai. Misalkan persediaan yang ada di swalayan yang siap untuk dipasarkan

- 3) Biaya operasional, didefinisikan sebagai semua biaya yang dibuat untuk mengubah persediaan dalam sistem menjadi *throughput*. Biaya operasional mencakup semua biaya produksi kecuali biaya bahan baku (Okutmus et al., 2015). Rumus biaya operasional adalah penjumlahan biaya tetap dengan biaya variabel (Hari, 2004). Penjelasananya adalah sebagai berikut:

1. Biaya Tetap

Biaya tetap adalah biaya yang selalu tetap walaupun jumlah yang diproduksi berubah-ubah sehingga biaya akan konstan pada periode tertentu.

2. Biaya Variabel

Biaya variabel merupakan biaya yang selalu berubah sesuai dengan perubahan produksi atau penjualan. Perubahan ini tercermin dalam biaya variabel secara total sehingga biaya variabel dapat dihitung berdasarkan prosentase tertentu dari penjualan.

2.3.6 Simulasi

Simulasi digunakan untuk mengurangi risiko kegagalan saat menerapkan perubahan signifikan ke dalam sistem manufaktur yang ada, jika perubahan langsung diterapkan tanpa dilakukan simulasi dikhawatirkan tidak sesuai dengan ekspektasi. Setelah menghasilkan model, analisis simulasi dilakukan untuk menentukan elemen-elemen tertentu dari proses. Simulasi bertujuan untuk memahami prinsip-prinsip fungsi sistem dan sifat-sifatnya yang sulit dibedakan berdasarkan analisis formal. Simulasi bertujuan memfasilitasi pengambilan keputusan terbaik untuk sistem yang akan diperbaiki. Simulasi juga bertujuan untuk melatih orang-orang/manajer pabrik dalam pengambilan keputusan mengenai fungsi sistem. Simulasi proses produksi adalah teknik yang digunakan untuk memecahkan masalah yang terjadi pada saat proses produksi sedang berjalan berdasarkan pada model virtual.

Studi tentang simulasi diterapkan dan digunakan di banyak bidang ilmiah. Aplikasi simulasi dalam proses produksi merupakan bentuk percobaan pada model komputer bertujuan untuk memberikan jawaban atas pertanyaan tentang bagaimana sistem produksi akan bereaksi terhadap berbagai situasi, sesuai dengan skenario yang disusun. Menerapkan solusi komputer dalam teknik produksi bertujuan mengurangi biaya yang disebabkan oleh perusahaan karena keputusan yang salah ketika merencanakan dan menyempurnakan lini produksi. Simulasi juga membantu mengurangi waktu yang diperlukan untuk menyusun rencana dalam memproduksi produk baru. Penerapan model simulasi memungkinkan pemilihan strategi manufaktur yang lebih efektif oleh perusahaan. Simulasi biasanya digunakan ketika sangat sulit untuk merancang solusi analitik dari masalah yang dipelajari,

oleh karena itu simulasi bertujuan memudahkan perusahaan untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi dan bagaimana memberikan solusi yang sesuai.

Simulasi memiliki banyak keuntungan diantaranya memungkinkan untuk mengatur sistem dengan menggunakan eksperimen yang dilakukan secara langsung pada model yang diteliti, simulasi dapat digunakan untuk menganalisis masalah-masalah besar dan kompleks yang tidak dapat diselesaikan dengan penggunaan metode lain, dan lebih menghemat waktu dan cepat dalam mengambil keputusan untuk menganalisis efek dari percobaan yang dilakukan untuk banyak periode bergantian. Dengan simulasi dapat melakukan uji dan eksperimen sesuai dengan skenario yang dipilih dan bisa cepat dalam menentukan strategi terbaik yang ditujukan untuk pengurangan biaya, penghematan waktu, serta pencapaian target kualitas (Kikolski, 2017).

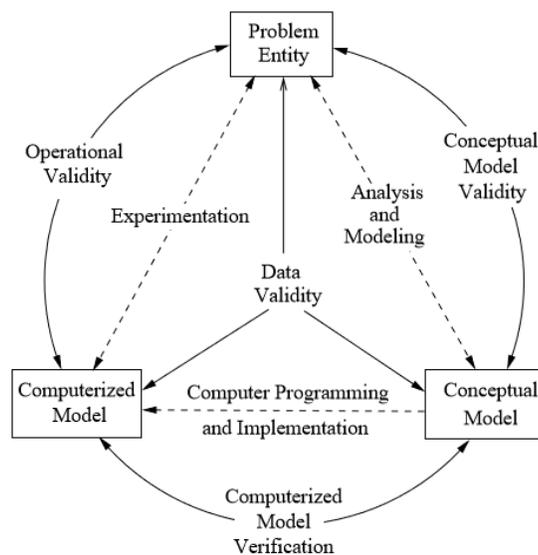
Simulasi dalam sistem manufaktur adalah untuk menciptakan model komputer dari sistem manufaktur untuk menganalisis dengan demikian dapat diperoleh informasi penting. Simulasi membantu memahami perubahan seluruh sistem melalui analisis *what-if*, juga mempermudah untuk memahami perbedaan yang dibuat oleh perubahan dalam sistem. Langkah-langkah umum yang dapat diperoleh dengan analisis simulasi adalah: mengevaluasi alternatif untuk menentukan pendekatan terbaik untuk mengoptimalkan kinerja, memahami kinerja sistem berdasarkan metrik utama seperti biaya, *throughput*, waktu siklus, utilisasi peralatan dan ketersediaan sumber daya, mengurangi risiko melalui simulasi dan pengujian perubahan proses sebelum mengeluarkan biaya dan sumber daya yang besar (Mahmoud et al., 2017).

Dalam membangun model simulasi, ada beberapa langkah yang harus dilakukan, diantaranya adalah sebagai berikut (Altiok & Melamed, 2007):

1. Menganalisis masalah yang menjadi focus penelitian dan mengumpulkan informasi yang diperlukan.
2. Mengumpulkan data-data yang diperlukan.
3. Membangun model sesuai dengan data yang dikumpulkan dan logika di sistem nyata.

4. Melakukan verifikasi model, kemudian validasi model
5. Mendesain dan membuat skenario simulasi.
6. Melakukan analisis dari hasil simulasi.
7. Membuat rekomendasi.

Verifikasi dan validasi merupakan langkah penting yang harus dilakukan setelah membangun model simulasi. Verifikasi merupakan kegiatan untuk memastikan bahwa program komputer dari model konseptual telah dilakukan dengan benar. Dengan kata lain verifikasi merupakan langkah yang meyakinkan bahwa model berkelakuan seperti yang diinginkan pemodel dan bisa dijalankan di komputer. Sedangkan validasi merupakan upaya pengujian bahwa model computer adalah penerapan dari sistem nyata yang memiliki akurasi tepat terhadap aplikasi yan dimaksud. Pendekatan paling nyata dalam validasi adalah membandingkan output simulasi dengan sistem nyata (Sargent, 1998).



Gambar 2. 4 *Simplified Version of the Modeling Process*

Sumber: Sargent, 1998

Gambar 2. 4. menunjukkan paradigma yang berhubungan dengan verifikasi dan validasi dalam proses pengembangan model. *Conceptual Model Validation* didefinisikan sebagai penentu bahwa teori-teori dan asumsi yang mendasari model konseptual adalah tepat dan

bahwa model representasi dari masalah di sistem nyata masuk akal untuk tujuan yang ingin dicapai. *Computerized Model Verification* didefinisikan untuk memastikan bahwa pemrograman komputer dan pelaksanaan model konseptual telah berjalan sesuai harapan pemodel. *Data Validity* didefinisikan untuk memastikan bahwa data yang telah dikumpulkan untuk membangun model, mengevaluasi model dan pengujian, serta melakukan desain eksperimen dalam menyelesaikan permasalahan telah memadai dan benar (Sargent, 1998).

2.3.7 Flexsim Software

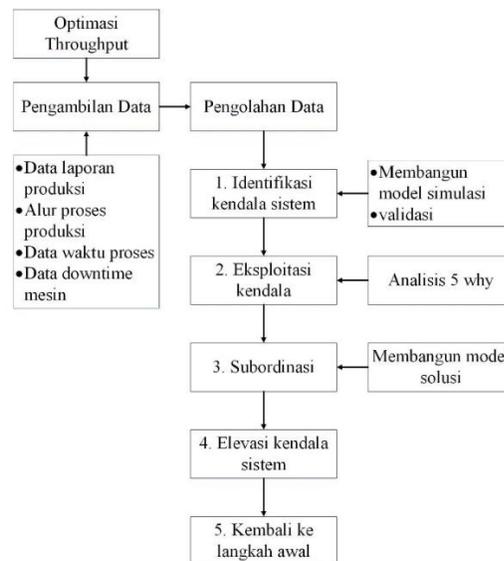
Flexsim merupakan perangkat lunak simulasi diskrit yang digunakan untuk memodelkan dan mensimulasikan sistem yang berbeda dari beberapa industri yang berbeda. *Flexsim software* adalah teknologi komputer 3-D yang merupakan teknik simulasi, teknologi kecerdasan buatan, dan teknik penanganan data. Flexsim cocok digunakan pada produksi manufaktur, penyimpanan dan pengiriman, sistem transportasi dan bidang lainnya (Zhu et al., 2014). Flexsim memiliki gudang model dengan hampir semua objek fisik yang ada, seperti prosesor, operator, ban berjalan, *forklift*, lampu lalu lintas, tangki, rak, mesin susun otomatis, dll. Informasi data juga dapat dengan mudah diekspresikan oleh perpustakaan model flexsim. Selain itu, flexsim menyediakan *fitting* data asli, entri pemodelan, konstruksi model grafis, percobaan simulasi dengan menjalankan model, mengoptimalkan hasil, menghasilkan file video animasi 3D, dll. Struktur *software* flexsim dan modul-modulnya menunjukkan bahwa flexsim menyediakan *interface* dari model simulasi dengan *ExperFit* dan *Microsoft Excel*, sehingga pengguna dapat distribusi sesuai dengan input data dengan *ExperFit* dan juga dapat dengan mudah mencapai pertukaran data dengan simulasi model di *Microsoft Excel*, termasuk output dan parameter operasi yang dimodifikasi secara dinamis dengan menjalankan model (Li-Hong et al., 2013).

2.3.8 Pengertian Optimasi

Menurut Ali (2014) optimasi merupakan hasil yang dicapai dan sesuai dengan keinginan. Optimasi yaitu pencapaian hasil sesuai harapan yang efektif dan efisien. Pengertian lainnya

adalah usaha memaksimalkan kegiatan sehingga mewujudkan keuntungan yang diinginkan atau dikehendaki. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan masalah agar mendapatkan hasil yang terbaik. Optimasi diharapkan dapat memberikan solusi terbaik dari hasil keputusan yang telah diambil. Optimasi memerlukan strategi yang sesuai agar mendapatkan hasil yang optimum, salah satunya dengan meningkatkan *throughput* agar keuntungan perusahaan meningkat. Menurut Şimşit et al. (2014) di dalam *theory of Constraint* (TOC) memiliki 3 fokus parameter yaitu *throughput*, persediaan, dan biaya operasional. Meningkatkan *throughput* merupakan prioritas utama dibandingkan dengan pengurangan persediaan dan biaya operasional. Menurut Naor et al. (2013) *throughput* didefinisikan sebagai *output* efektif dari sistem atau tingkat dimana sistem menghasilkan uang melalui penjualan. Ketika *throughput* dalam sistem meningkat maka persediaan dan biaya operasional akan menurun.

2.4 Konseptual Model



Gambar 2. 5 Konseptual Model

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi *throughput* pada sistem produksi departemen *weaving* menggunakan 5 tahapan *theory of constraint* dengan *tools* simulasi. Data yang dibutuhkan adalah data laporan hasil produksi, alur proses produksi, data waktu proses dan

data *downtime* mesin. Kemudian data-data yang sudah terkumpul tersebut diolah menggunakan 5 tahapan *theory of constraint*. Langkah-langkahnya adalah identifikasi kendala, eksploitasi kendala sistem, subordinasi, elevasi kendala sistem, dan langkah terakhir mengulangi langkah awal. Dari pengolahan data tersebut kendala akan ditemukan dan diberikan solusi untuk kendala tersebut.

2.5 Kesimpulan

Beberapa penelitian yang sudah dikaji dapat disimpulkan bahwa penelitian tersebut berfokus pada peningkatan *throughput*, yang membedakan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah objek yang diteliti dan *tools* yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian.

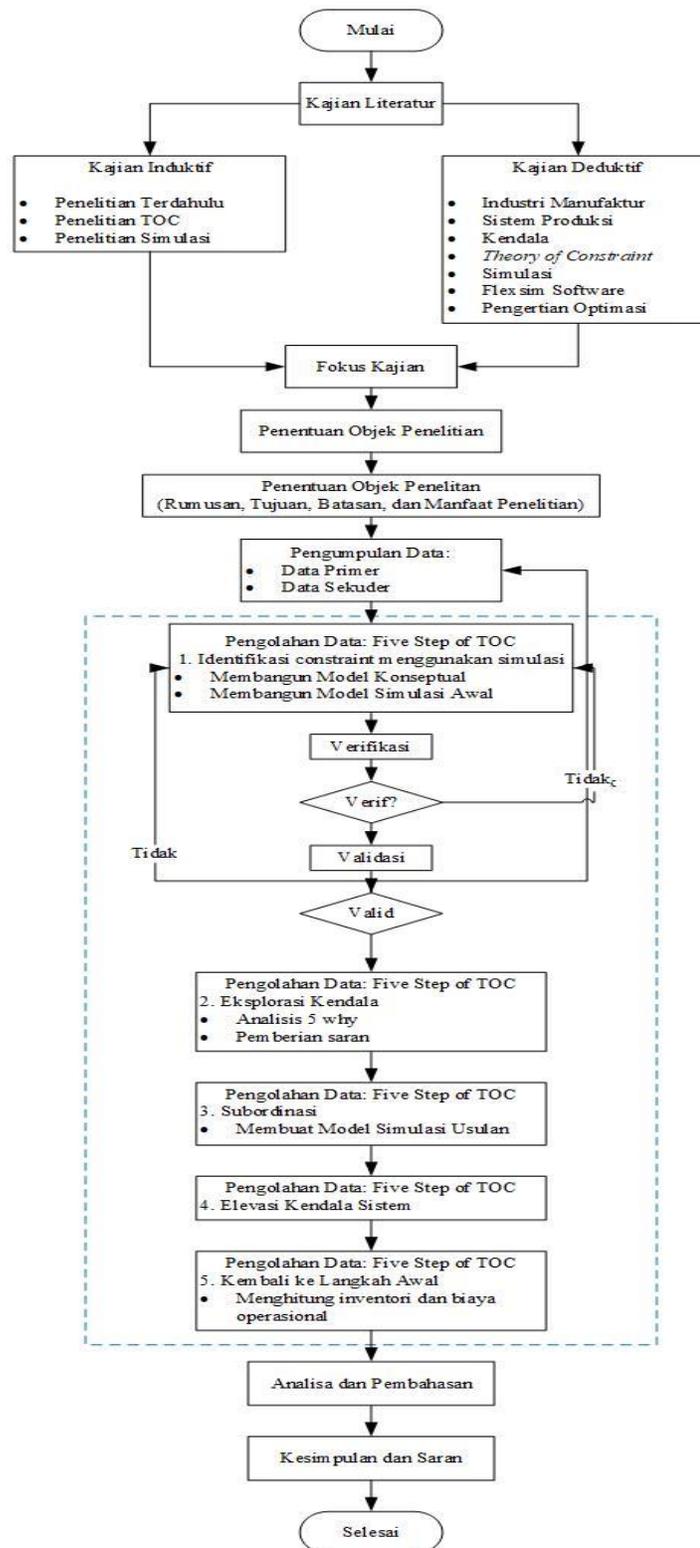
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai metode penelitian yang digunakan dalam penyelesaian masalah.

3.1 Diagram Alir Penelitian

Untuk mempermudah penyusunan laporan agar lebih terstruktur, maka perlu disusun langkah-langkah penelitian. Langkah tersebut dirangkum pada diagram alir berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Fokus Kajian

Sebelum menentukan fokus kajian dilakukan terlebih dahulu kajian literature. Setelah melakukan kajian literatur, selanjutnya melakukan diskusi untuk memilih topik dan fokus kajian yang diamati. Fokus kajian penelitian ini adalah mengoptimalkan sistem produksi agar *throughput* meningkat dengan menerapkan metode *theory of constraint* dengan simulasi untuk identifikasi kendala.

3.3 Objek Penelitian

Dalam penelitian ini yang menjadi objek penelitian adalah departemen *weaving* PT. Primissima. PT. Primissima merupakan perusahaan yang memproduksi kain berbahan baku benang. Proses produksi dimulai dari bahan baku benang hingga menjadi kain *grey* (*cambric* yang belum diputihkan). Subjek penelitian ini adalah produk yang tidak mencapai target berdasarkan data, yaitu konstruksi Ps.175.

3.4 Penentuan Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian mencakup perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian serta manfaat penelitian. Lingkup penelitian ditentukan berdasarkan permasalahan yang ada pada objek penelitian sesuai dengan topik yang diangkat. Lingkup penelitian telah dijelaskan dan dilakukan di bab 1.

3.5 Pengumpulan Data

Data merupakan bagian penting sebagai dasar dan penunjang dalam penelitian ini. Proses pengumpulan data dan jenis data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Data Primer (Langsung)

Data primer adalah data yang diperoleh melalui pengamatan dan wawancara secara langsung objek penelitian yang akan diteliti, diantaranya yaitu alur produksi pada departemen *weaving* dan wawancara mengenai waktu proses dengan *expert*.

2. Data Sekunder (Tidak Langsung)

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari internal perusahaan baik itu berupa dokumen-dokumen perusahaan yang digunakan sebagai pendukung data primer atau dokumen lainnya untuk mendukung penelitian ini. Data sekunder yang dibutuhkan pada penelitian ini diantaranya adalah alur produksi kain *grey* di departemen *weaving*, data utilitas waktu, kapasitas mesin, data hasil produksi, data *shift* kerja, dan jumlah operator.

3.6 Pengolahan Data

Pada sub bab ini akan dipaparkan metode pengolahan data 5 langkah *theory of constraint* menggunakan *tools* simulasi. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Kendala

Langkah awal dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi kendala. Pertama peneliti membangun sebuah model simulasi sistem produksi berdasarkan sistem nyata. Untuk membangun sebuah model peneliti melakukan observasi ke departemen produksi untuk melihat secara langsung alur sistem produksi yang ada, kemudian menentukan target yang akan disimulasikan. Kemudian dilakukan pengumpulan data diantaranya adalah data hasil produksi dalam satu bulan, data waktu proses tiap mesin, data jumlah pekerja dan jumlah mesin, dan data *downtime* masing-masing mesin. Pengumpulan data lebih banyak dilakukan dengan wawancara manajer produksi. Setelah data yang dibutuhkan didapat langkah selanjutnya yaitu membangun model menggunakan *software* flexsim. Model simulasi dibangun berdasarkan sistem nyata di lini produksi.

Langkah selanjutnya adalah melakukan verifikasi dan validasi model yang telah dibangun. Tahap verifikasi dilakukan untuk melihat apakah model dan simulasi telah sesuai dengan apa yang diinginkan oleh pemodel. Apabila belum sesuai maka dilakukan

pengecekan kembali terhadap model yang dibuat, sedangkan tujuan dari validasi adalah untuk mengetahui apakah model simulasi sudah sesuai dengan sistem nyata pada lini produksi. Validasi dilakukan menggunakan teknik *historical data validation*. Uji yang digunakan diantaranya adalah uji kesamaan dua rata-rata, uji kesamaan dua variansi dan uji *chi square*. Validasi dijalankan dalam 3 tahap, yaitu:

a. Uji Kesamaan Dua Rata-Rata

Uji kesamaan dua rata-rata bertujuan untuk mengetahui perbandingan performansi antara sistem nyata dengan simulasi yang dijelaskan pada nilai jumlah rata-rata output dua populasi tersebut. Apabila dalam uji diperoleh hasil bahwa kedua nilai rata-rata tidak berbeda secara signifikan, maka dapat disimpulkan bahwa model memiliki validitas cukup untuk parameter rata-rata.

b. Uji Kesamaan Dua Variansi

Uji kesamaan dua variansi merupakan salah satu uji yang digunakan untuk membandingkan apakah data dari model simulasi memiliki keragaman data yang signifikan dengan data dari sistem nyata.

c. Uji Kecocokan Model Simulasi (*Chi Square Test*)

Uji *chi square* merupakan salah satu uji statistik non parametrik yang digunakan untuk pengujian kenormalan dilihat dari distribusi datanya. Uji *chi square* bertujuan untuk menguji apakah frekuensi yang dihasilkan dari model simulasi konsisten dengan frekuensi sistem nyatanya.

2. Eksploitasi Kendala

Setelah model simulasi dinyatakan valid langkah selanjutnya adalah analisis kemacetan berdasarkan report, bagian mana saja yang terjadi kemacetan. Dari report tersebut dapat diketahui bagian mana yang mengalami kemacetan. Kemudian akan dilakukan analisis faktor-faktor yang menyebabkan masalah tersebut terjadi menggunakan analisis *5 why*. Dari analisis tersebut akan diberikan solusi yang sesuai untuk mengatasi masalah tersebut.

3. Subordinasi

Pada langkah ini, setelah konstrain ditemukan lalu diputuskan apa yang akan dilakukan terhadap konstrain tersebut. Setelah itu harus dievaluasi apakah konstrain tersebut masih menjadi konstrain pada performansi sistem atau tidak. Jika tidak, maka langsung menuju

ke langkah ke-5, tetapi jika sistem masih memiliki konstrain, teruskan dengan langkah ke-4. Pada langkah ini, solusi yang diusulkan akan diterapkan pada model simulasi baru untuk melihat perubahan setelah pemberian solusi apakah kemacetan berkurang dan target produksi bulan tersebut tercapai.

4. Elevasi Kendala Sistem

Apabila langkah ke-4 dilakukan, maka langkah ke-2 dan ke-3 tidak berhasil menangani konstrain, maka harus ada perubahan besar dalam sistem.

5. Kembali ke langkah awal

Langkah ini akan memeriksa apakah keputusan yang diambil untuk meningkatkan kapasitas kemacetan adalah benar. Sehingga tidak menimbulkan kemacetan pada stasiun kerja lainnya. Apabila *throughput* meningkat maka inventori dan biaya operasional menurun. Maka hal perlu dibuktikan dengan perhitungan.

3.7 Pembahasan

Pada langkah ini menjelaskan penerapan metode TOC, diawali dengan bagaimana kendala diidentifikasi dan mencari tahu penyebab utama mengapa kendala tersebut terjadi dengan *tools* analisis *5 why*. Kemudian diberikan saran atau solusi agar kendala berkurang. Setelah solusi diterapkan kemudian dilihat apakah tujuan tercapai yaitu meningkatkan *throughput*. Kemudian menghitung penurunan inventori dan biaya operasional.

3.8 Kesimpulan dan Saran

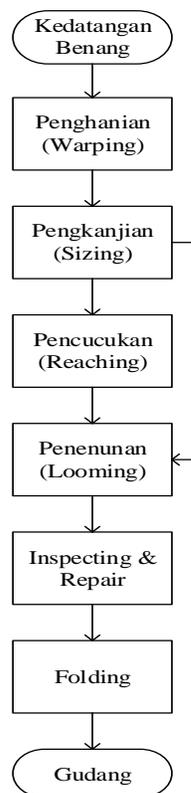
Pada tahap ini akan dijelaskan jawaban atas rumusan masalah telah ditetapkan sebelumnya. Penelitian yang dilakukan belumlah sempurna dan masih dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya. Diuraikan beberapa saran yang dapat diberikan kepada peneliti selanjutnya yang akan mengembangkan penelitian ini.

BAB IV

PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Deskripsi Proses Produksi



Gambar 4. 1 Alur Proses Produksi

Penelitian ini akan berfokus pada salah satu produk PT. Primissima, yaitu jenis konstruksi PS.175, karena berdasarkan data produk tersebut yang targetnya tidak tercapai dengan jumlah paling banyak dibanding yang lain. Sedangkan konstruksi yang lain berdasarkan pesanan dari pelanggan, mereka membawa sendiri bahan baku benangnya, kemudian primissima membuat kain berdasarkan keinginan pelanggan. Produksi konstruksi Ps. 175 menggunakan dua jenis mesin yaitu Omni dan Delta, yang membedakan adalah lebar kain tersebut. Untuk mesin delta memiliki lebar 49”, sedangkan mesin omni dua kali lipatnya dan ada *separator* untuk membagi lebar kain tersebut menjadi dua, panjang dari kedua produk tersebut sama yaitu 224 meter dalam 1 pis/gulungan kain.

Dalam membuat konstruksi Ps.175 melalui beberapa proses dimulai dari penghanian. Penghanian merupakan proses penggulungan benang *cone* menjadi benang lusi. Pada konstruksi Ps.175 benang *cone* yang berjumlah 555 helai akan digulung dalam satu *beam* besar dengan panjang 15000 meter, untuk konstruksi Ps.175 mesin omni membutuhkan 4440 helai benang yang mana akan membutuhkan 8 beam gulungan benang, untuk membuat 8 gulung/1 set membutuhkan waktu 1 *shift*, sedangkan mesin delta separuhnya. Setelah benang digulung pada proses hani kemudian akan dilakukan pengkanjian, yaitu memberikan larutan kanji pada benang lusi untuk meningkatkan daya tenun, memperbaiki mutu benang dari segi kekuatan, mulur, ketahanan gesek dan kelenturannya. Proses pengkanjian baru bisa dimulai apabila 1 set proses penghanian selesai dilakukan. 8 beam tersebut akan digabungkan menjadi 1 beam tenun yang jumlah benangnya 4440 helai. Proses selanjutnya adalah pencucukan, pada proses ini benang lusi akan dimasukan pada lubang *dropper*, lubang gun dan sisir tenun yang telah disesuaikan dengan konstruksi yang akan dibuat. Proses pencucukan dilakukan untuk konstruksi kain baru atau konstruksi yang kehabisan beam. Apabila tidak melalui mesin cucuk beam tenun akan langsung dibawa ke mesin tenun untuk disambung. Berikutnya yaitu proses penenunan, penenunan benang lusi dan pakan untuk menghasilkan kain *grey (cambrics* yang belum diputihkan). Untuk menghasilkan 1 pis kain, ketika proses penenunan sudah mencapai 224 meter mesin akan otomatis berhenti dan kain siap dipotong, begitu pula

mesin delta. Pada mesin omni kain akan otomatis terbagi menjadi dua. Proses selanjutnya adalah inspeksi dan perbaikan, kain yang telah ditenun kemudian diinspeksi, apabila terjadi cacat akan dilakukan perbaikan oleh operator kemudian kain tersebut akan diberi label berdasarkan *grade* nya yaitu grade A, B, C, panjang cukup, dan panjang kurang. Penentuan *grade* berdasarkan point cacat yang didapat, sedangkan penentuan *grade* panjang cukup berdasarkan panjangnya kain ≤ 55 meter masuk kategori, kemudian *grade* panjang kurang berdasarkan panjang kain < 55 meter. Proses terakhir yaitu pelipatan kain yang sudah diinspeksi menjadi gulungan sebelum masuk gudang.

4.1.2 Data

Berikut merupakan data-data yang digunakan untuk pengolahan data:

a. Data Historis

Data historis merupakan data hasil produksi Ps.175 selama 31 hari pada bulan Juli 2018.

Tabel 4. 1 Data Hasil Produksi

Pengamatan ke-	Total Output (Historis)
1	20
2	18
3	27
4	43
5	26
6	29
7	40
8	43
9	32
10	40
11	35
12	27
13	32

Tabel 4. 1 Data Hasil Produksi (Lanjutan)

Pengamatan ke-	Total Output (Historis)
14	35
15	42
16	37
17	26
18	43
19	28
20	34
21	30
22	46
23	32
24	42
25	31
26	46
27	41
28	30
29	31
30	30
31	29

b. Data Waktu Proses

Data waktu proses merupakan data mengenai lamanya waktu proses pada masing-masing mesin. Karena waktu proses mesin rata-rata memakan waktu lama, sehingga tidak memungkinkan melakukan pengamatan, data waktu proses yang digunakan beberapa ada yang menggunakan asumsi. Asumsi tersebut berdasarkan pendapat ahli. Ahli yang diwawancarai adalah manajer produksi. Berikut merupakan data yang telah diperoleh:

a) Proses Pengharian

Proses pengharian membutuhkan waktu 1 *shift* untuk memproses 1 *batch*/set benang yang ditarik menjadi gulungan *beam*. 1 *batch*/set proses pengharian menghasilkan 8 beam dengan ukuran panjang per beamnya 15000 meter dan jumlah helai benang 4440. 1 *shift* kerja di PT. Primissima adalah 8 jam.

b) Proses Pengkanjian

Proses pengkanjian baru bisa dimulai apabila 1 *batch*/set proses di hani sudah selesai. Waktu yang digunakan untuk mengkanji benang tersebut sama dengan proses hani yaitu 1 *shift* kerja atau 8 jam. 8 beam dari mesin hani akan digabung menjadi beam tenun untuk mesin omni yang siap di cucuk, sedangkan untuk mesin delta dibutuhkan 4 beam tenun.

c) Proses Pencucukan

Berikut merupakan data waktu proses pencucukan untuk 1 *beam* tenun konstruksi Ps.175. Jumlah mesin yang digunakan adalah 6.

Tabel 4. 2 Data Pengamatan Mesin Cucuk

Pengamatan ke-	Mesin Cucuk 1	Mesin Cucuk 2	Mesin Cucuk 3	Mesin Cucuk 4	Mesin Cucuk 5	Mesin Cucuk 6
1	2847	2809	2828	2818	2837	2843
2	2848	2818	2836	2823	2833	2832
3	2882	2827	2893	2844	2897	2878
4	2804	2873	2824	2883	2845	2844
5	2872	2821	2815	2807	2858	2869
6	2829	2839	2821	2835	2822	2809
7	2810	2854	2900	2867	2842	2870
8	2859	2872	2900	2818	2825	2890
9	2815	2807	2814	2879	2876	2895
10	2830	2834	2841	2895	2827	2873
11	2802	2808	2821	2890	2802	2865
12	2854	2822	2880	2874	2823	2851
13	2851	2828	2823	2859	2899	2823
14	2811	2819	2900	2828	2867	2867
15	2825	2892	2892	2883	2896	2866
16	2842	2817	2804	2814	2823	2838
17	2898	2847	2876	2859	2847	2865
18	2833	2876	2817	2875	2802	2822
19	2856	2868	2876	2854	2812	2834
20	2803	2869	2838	2857	2875	2820
21	2885	2891	2890	2864	2850	2800
22	2838	2892	2860	2856	2838	2841
23	2852	2811	2887	2896	2822	2889
24	2878	2816	2855	2871	2872	2866
25	2803	2841	2888	2868	2813	2892

Tabel 4. 2 Data Pengamatan Mesin Cucuk (Lanjutan)

Pengamatan ke-	Mesin Cucuk 1	Mesin Cucuk 2	Mesin Cucuk 3	Mesin Cucuk 4	Mesin Cucuk 5	Mesin Cucuk 6
26	2888	2814	2839	2852	2812	2825
27	2863	2853	2881	2815	2823	2897
28	2843	2834	2841	2895	2859	2800
29	2898	2836	2881	2884	2806	2900
30	2870	2851	2892	2819	2835	2864

a) Proses Penenunan

Berikut merupakan waktu proses penenunan beam tenun menjadi gulungan pis yang siap di inspeksi. Jenis omni dan delta memiliki jumlah mesin yang berbeda, mesin omni memiliki 10 mesin sedangkan mesin delta berjumlah 6. Berikut merupakan waktu proses mesin jenis delta.

Tabel 4. 3 Data Pengamatan Mesin Tenun

Pengamatan ke-	AJL (F3)	AJL (F4)	AJL (G4)	AJL (E5)	AJL (F5)	AJL (G14)
1	35986	35459	35665	35326	35840	35545
2	35195	35790	35765	35946	35130	35982
3	35189	35827	35994	35961	35670	35861
4	35455	35457	35201	35800	35313	35283
5	35610	35175	35505	35523	35019	35873
6	35599	35485	35270	35688	35384	35562
7	35572	35769	35237	35132	35977	35438
8	35904	35815	35013	35223	35053	35906
9	35957	35458	35021	35624	35437	35262
10	35207	35902	35927	35123	35442	35247
11	35202	35575	35009	35497	35865	35540
12	35376	35821	35100	35060	35453	35653
13	35463	35383	35996	35812	35560	35949
14	35544	35140	35698	35398	35886	35645
15	35160	35702	35263	35727	35259	35361
16	35935	35904	35714	35133	35455	35012
17	35352	35892	35065	35509	35496	35395
18	35172	35369	35744	35412	35492	35549
19	35564	35011	35996	35653	35114	35198
20	35942	35327	35058	35403	35879	35702
21	35836	35186	35797	35691	35534	35221
22	35189	35280	35025	35474	35705	35623
23	35684	35533	35861	35353	35238	35309

Tabel 4. 3 Data Pengamatan Mesin Tenun (Lanjutan)

Pengamatan ke-	AJL (F3)	AJL (F4)	AJL (G4)	AJL (E5)	AJL (F5)	AJL (G14)
24	35877	35768	35029	35498	35740	35585
25	35984	35675	35744	35220	35153	35161
26	35047	35364	35000	35933	35078	35061
27	35527	35411	35606	35932	35467	35233
28	35438	35345	35113	35107	35634	35208
29	35717	35500	35273	35823	35745	35343
30	35320	35680	35453	35015	35901	35597

Berikut dibawah ini merupakan waktu proses untuk mesin jenis kain omni.

Tabel 4. 4 Data Pengamatan Mesin Tenun

Pengamatan ke-	AJL (A12)	AJL (B12)	AJL (C12)	AJL (D12)	AJL (E12)	AJL (G12)	AJL (H3)	AJL (B13)	AJL (C13)	AJL (E13)
1	35077	35972	35670	35796	35085	35289	35973	35995	35310	35770
2	35387	35940	35938	35063	35572	35471	35599	35225	35023	35280
3	35403	35399	35079	35212	35758	35787	35661	35320	35270	35972
4	35474	35354	35811	35654	35628	35845	35533	35634	35145	35016
5	35920	35328	35386	35335	35674	35584	35319	35016	35182	35820
6	35136	35130	35234	35196	35997	35324	35412	35643	35818	35814
7	35328	35055	35056	35001	35120	35819	35879	35395	35988	35999
8	35761	35660	35364	35604	35041	35441	35672	35965	35593	35765
9	35419	35956	35869	35130	35218	35821	35701	35229	35912	35794
10	35317	35422	35059	35843	35639	35948	35101	35648	35726	35791
11	35645	35241	35841	35803	35677	35153	35440	35782	35967	35247
12	35367	35802	35527	35877	35563	35951	35003	35845	35015	35437
13	35315	35774	35560	35145	35800	35100	35649	35013	35794	35211
14	35374	35743	35944	35997	35086	35419	35956	35151	35600	35043
15	35019	35304	35176	35404	35490	35011	35538	35916	35817	35667
16	35645	35914	35060	35211	35282	35646	35737	35844	35366	35332
17	35469	35171	35168	35246	35204	35724	35672	35271	35123	35840
18	35702	35401	35582	35012	35822	35193	35168	35667	35981	35779
19	35373	35169	35919	35618	35725	35740	35750	35669	35590	35531
20	35941	35642	35755	35518	35990	35747	35801	35250	35673	35330
21	35388	35798	35909	35466	36000	35485	35982	35825	35903	35163
22	35985	35768	35156	35589	35818	35535	35053	35523	35961	35529
23	35548	35103	35688	35230	35509	35038	35912	35570	35946	35629
24	35754	35520	35000	35796	35339	35621	35824	35664	35630	35780

Tabel 4. 4 Data Pengamatan Mesin Tenun (Lanjutan)

Pengamatan ke-	AJL (A12)	AJL (B12)	AJL (C12)	AJL (D12)	AJL (E12)	AJL (G12)	AJL (H3)	AJL (B13)	AJL (C13)	AJL (E13)
25	35602	35883	35525	35101	35320	35833	35221	35329	35113	35662
26	35895	35370	35605	35944	35444	35667	35262	35367	35641	35257
27	35084	35319	35018	35994	35574	35174	35519	35171	35509	35890
28	35473	35146	35898	35616	35188	35639	35188	35294	35620	35378
29	35212	35224	35265	35162	35568	35415	35794	35349	35970	35615
30	35249	35700	35080	35941	35872	35079	35479	35506	35822	35414

b) Proses Inspeksi dan Perbaikan

Berikut merupakan data waktu proses inspeksi dan perbaikan.

Tabel 4. 5 Data Pengamatan Waktu Proses Inspeksi dan Perbaikan

Pengamatan ke-	IR 1	IR 2	IR 3	IR 4	IR 5	IR 6
1	913	924	933	959	900	952
2	929	917	906	925	951	906
3	916	907	960	952	920	920
4	958	905	919	915	954	955
5	951	921	937	920	936	951
6	910	909	903	934	927	956
7	936	939	908	941	905	909
8	906	917	954	955	951	947
9	939	923	952	933	943	906
10	918	925	929	935	954	934
11	918	907	915	953	935	940
12	930	928	954	929	906	932
13	950	925	943	900	922	913
14	952	927	901	922	902	956
15	953	939	940	917	927	917
16	959	904	952	924	938	939
17	920	946	937	920	944	920
18	924	919	932	900	960	914
19	952	916	952	911	914	935
20	953	933	923	918	937	903
21	938	925	907	916	946	959
22	901	929	920	959	902	930
23	936	948	916	943	948	915
24	913	951	952	916	928	923

Tabel 4. 5 Data Pengamatan Waktu Proses Inspeksi dan Perbaikan (Lanjutan)

Pengamatan ke-	IR 1	IR 2	IR 3	IR 4	IR 5	IR 6
25	935	940	902	906	956	903
26	902	949	926	930	915	941
27	938	921	924	925	932	926
28	956	951	935	936	936	927
29	947	922	958	959	926	926
30	920	906	929	910	946	952

c) Proses Pelipatan

Tabel 4. 6 Data Pengamatan Waktu Proses Pelipatan

Pengamatan ke-	Pelipatan 1	Pelipatan 2	Pelipatan 3
1	323	315	317
2	360	346	345
3	306	342	326
4	327	301	341
5	323	316	341
6	336	301	316
7	324	317	339
8	348	331	357
9	310	322	345
10	324	351	326
11	355	339	354
12	359	303	309
13	315	303	349
14	326	353	318
15	352	324	353
16	352	322	330
17	318	347	300
18	348	310	300
19	319	330	318
20	324	360	355
21	307	315	358
22	313	345	328
23	313	300	357
24	301	307	341
25	360	319	332

Tabel 4. 6 Data Pengamatan Waktu Proses Pelipatan (Lanjutan)

Pengamatan ke-	Pelipatan 1	Pelipatan 2	Pelipatan 3
26	354	310	344
27	348	353	326
28	301	330	318
29	307	341	324
30	359	325	348

c. Data Sumber

Berikut merupakan jumlah operator dan kapasitas yang terdapat dalam sistem nyata:

Tabel 4. 7 Jumlah Operator dan Kapasitas

No.	Operator	Jumlah	Kapasitas	Tugas
1	Penghanian	3	1 unit	memproses dan melakukan pengecekan
2	Pengkanjian	3	1 unit	memproses dan melakukan pengecekan
3	Pencucukan	6	1 unit/operator	mencucuk beam tenun
4	Penenunan	2	10 unit/operator	memproses dan melakukan pengecekan
5	Inspeksi & Perbaikan	6	1 unit/operator	melakukan inspeksi dan repair pada kain
6	Pelipatan	3	1 unit/operator	memproses mesin folding

d. Data Kedatangan

Pada proses produksi terdapat kedatangan bahan baku benang. Ps.175 merupakan konstruksi kain jual murni, benang yang digunakan adalah kualitas terbaik 40CD diantaranya yaitu Kondobo, Damatex, Danrilis dll. Benang-benang tersebut didatangkan dari beberapa suplier, untuk stoknya bisa dikatakan aman karena tidak pernah kehabisan stok. Sedangkan untuk konstruksi lain karena *work order* benang didatangkan langsung dari konsumen.

e. Data *Downtime*

Downtime terjadi setiap istirahat di hari jumat pada pukul 11.30-13.00 saja atau libur hari raya, dikarenakan mesin tidak boleh sampai mati. *Downtime* juga bisa terjadi apabila mesin tiba-tiba rusak dan perlu perbaikan. Berdasarkan data dari

divisi *maintenance* pada tanggal 12 juli mesin hani mati karena perbaikan *chuck hydromatic* dari pukul 12.30-17.00. Mesin kanji juga mengalami stop mesin pada tanggal 17-18 juli karena *trouble kopling* dan *valve* dari pukul 05.30-18 juli pukul 17.30. Pada tanggal 19 juli mesin kanji berhenti karena *trouble valve SQ Roll SD* 1 pada pukul 16.25-20 juli pukul 15.30. Terakhir pada tanggal 29 juli mesin kanji mati karena perbaikan PIV dan *piston* dari pukul 13.00-18.00. Tabel berikut merupakan data *downtime* mesin *Air Jet Loom* pada bulan Juli.

Tabel 4. 8 Data *Downtime* Mesin Tenun

Tanggal	Kode Mesin	Mesin Rusak	Perbaikan Mesin	<i>Downtime</i> mesin	Keterangan <i>Downtime</i>
1	A12, B12, C12, D12, E12, H12, B13, C13, E13, H13	Mesin mati	Perbaikan jalur kelistrikan pasca kebakaran mesin F4	4 jam 35 menit	10.55-15.30
	G4	Mesin mati	Perbaikan jalur kelistrikan pasca kebakaran mesin F4	5 jam 15 menit	10-55-16.40
2	F4	Kebakaran	Perbaikan kebakaran mesin	4 hari kerja	10.55-06.00 tanggal 5
	F4	Kebakaran			
3	G12	Kamran patah		1 hari	
5	F4	Kebakaran			
	C13	Frame kamran no3 atas rusak	Ganti frame no3 atas	30 menit	13.25-13.55
6	B12	Ancer rusak		1 hari	
	E5	Pull belt take up rusak		1 hari	
7	F4		Ganti seal engkol 7090	20 menit	16.45-17.05
	C13		Ganti frame no3 atas	15 menit	08.30-08.45
9	A12	Frame kamran no 4 bawah		1 hari	
	C13	Frame kamran no 3		1 hari	
10	E12	Trouble intersection		15 menit	09.25-09.40
	H12	Trouble prewender		10 menit	17.10-17.20
	D12		Perbaikan oli bocor	1 jam	10.20-11.20

Tanggal	Kode Mesin	Mesin Rusak	Perbaikan Mesin	Downtime mesin	Keterangan Downtime
11	F5		Ganti ancer no 1 R	20 menit	13.40-14.00
	C13		Ganti ancer no 3R	20 menit	18.45-19.05
12	E12	Trouble intersection		1 hari	
	G12	Seic as rantaaai		5 menit	15.05-15.10
13	F3	Connecting road putus		1 hari	
	D12	Ancer no 4 L	Ganti ancer no 4L	15 menit	17.40-17.55
14	D12	Ancer no3 dol	Ganti ancer no3 L	15 menit	06.35-06.50
	B13	Pull belt take up rusak	Ganti pull belt take up	30 menit	15.35-16.05
16	D12	Ancer rusak		1 hari	
	C13	Kamran patah		1 hari	
	G14	Stop spt patah		1 hari	
	D12	Frame kamran no 3 jebol	Ganti frame kamran no 3 bawah	1.5 jam	19.15-20.45
18	C13	Frame kamran no 2 jebol	Ganti frame kamran no 2 atas	15 menit	14.40-14.55
	B13	Pull belt take up rusak		1 hari	
19	C13	Frame kamran no 3 atas jebol	Ganti frame no 3 atas	15 menit	16.25-16.40
	F3	Trouble FDI deteksi palsu		15 menit	19.10-19.25
20	E13	Ancer dol		1 hari	
	G12		Ganti oli came	20 menit	09.20-09.40
	H12		Ganti oli came	20 menit	09.20-09.40
	D12		Ganti ancer no 1 & 4 R	40 menit	15.25-16.05
21	C12	Kloker patah		20 menit	14.15-14.35
	A12		Ganti oli sirkulasi	30 menit	08.40-09.10
23	B12		Ganti oli sirkulasi	30 menit	08.40-09.10
	E12		Ganti oli came	20 menit	09.05-09.25
24	C13		Ganti oli sirkulasi	30 menit	08.15-08.45
	B13	Ancer rusak		1 hari	
25	D12	Stop kamran, dan tunggu suku cadang		1 hari	
	C12		Ganti oli came	20 menit	10.05-10.25
26	C13		Ganti oli came	20 menit	10.05-10.25
	G12	Motor utama keluar asap		1 hari	
27	G14	Kloker patah		1 hari	

Tabel 4. 8 Data *downtime* mesin Tenun (Lanjutan)

Tanggal	Kode Mesin	Mesin Rusak	Perbaikan Mesin	Downtime mesin	Keterangan Downtime
28	D12	Stop Kamran		1 hari	
	H12		Potong rantai	30 menit	15.15-15.45
	G12	Stop trouble elektronik		1 hari	
	D12	Stop kamran		1 hari	
29	A12		Pasang baut frame no 3&4 L atas	10 menit	12.45-12.55
30	D12	Stop kamran		1 hari	
	E12	Stop trouble mekanik		1 hari	
31	D12	Stop kamran		1 hari	

f. Data *Experfit*

Berikut merupakan data *experfit* setiap proses:

Tabel 4. 9 Data *Experfit*

No.	Mesin	Waktu Proses
1	Mesin Cucuk 1	johnsonbounded(28711.454644, 29030.301475, 0.039651, 0.738937, 0)
2	Mesin Cucuk 2	weibull(0.000000, 28927.586424, 406.667997, 0)
3	Mesin Cucuk 3	johnsonbounded(28676.966597, 29011.184346, 0.007742, 0.663120, 0)
4	Mesin Cucuk 4	exponential(28701.769375, 90.030625, 0)
5	Mesin Cucuk 5	johnsonbounded(28685.961156, 29017.064449, -0.048542, 0.621620, 0)
6	Mesin Cucuk 6	loglogistic(28625.433485, 158.764081, 3.759539, 0)
7	AJL (F3)	johnsonbounded(35505.535861, 35992.244123, -0.206936, 0.746870, 0)
8	AJL (F4)	johnsonbounded(35497.923888, 36027.326044, -0.118587, 0.562924, 0)
9	AJL (G4)	johnsonbounded(35619.944237, 36059.380271, 0.435819, 0.822177, 0)
10	AJL (E5)	johnsonbounded(35482.698328, 35903.362221, -0.126995, 0.765763, 0)
11	AJL (F5)	johnsonbounded(35470.929535, 36018.115016, 0.025797, 0.585966, 0)
12	AJL (G14)	johnsonbounded(35443.744517, 36022.907302, -0.041586, 0.700584, 0)

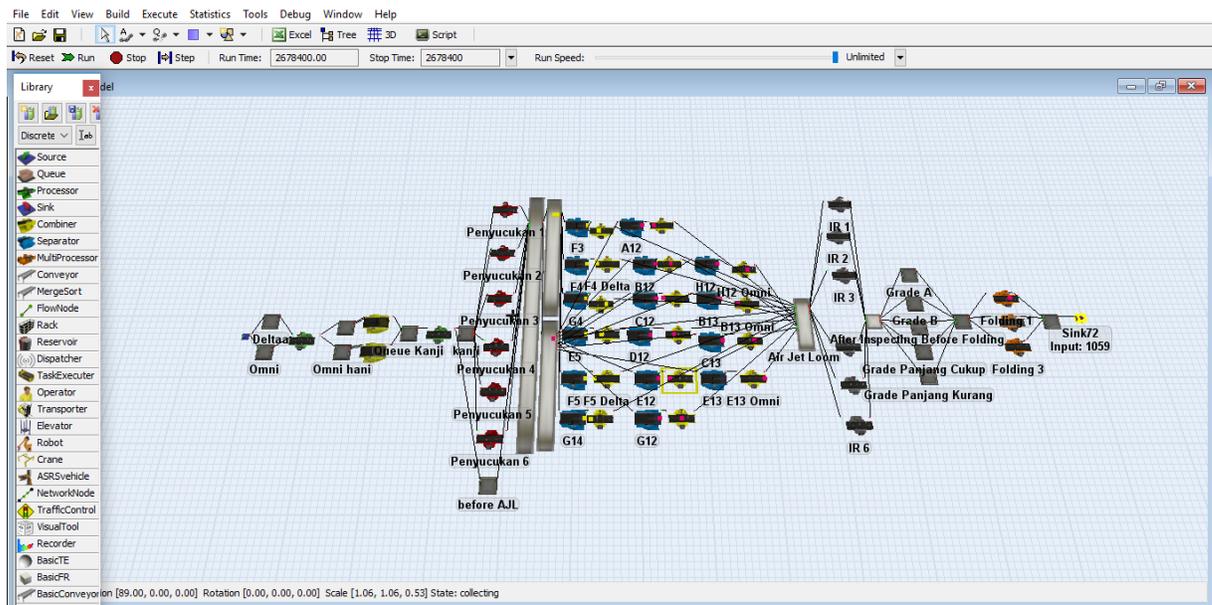
Tabel 4. 9 Data *Experfit* (Lanjutan)

No.	Mesin	Waktu Proses
13	AJL (A12)	johnsonbounded(35572.029010, 35950.138340, - 0.112501, 0.618918, 0)
14	AJL (B12)	johnsonbounded(35473.539680, 35852.040340, - 0.148065, 0.683392, 0)
15	AJL (C12)	beta(35390.295898, 36038.324758, 2.558286, 1.740070, 0)
16	AJL (D12)	beta(35519.295291, 36048.207067, 1.518660, 1.836775, 0)
17	AJL (E12)	johnsonbounded(35488.888808, 36000.053051, - 0.923678, 0.878582, 0)
18	AJL (G12)	johnsonbounded(35631.032881, 35964.633789, 0.140868, 0.875738, 0)
19	AJL (H12)	weibull(35459.927851, 313.918476, 2.508593, 0)
20	AJL (B13)	johnsonbounded(35471.272338, 36057.133580, 0.199213, 0.623980, 0)
21	AJL (C13)	weibull(35335.577457, 481.078474, 3.708429, 0)
22	AJL (E13)	johnsonbounded(35468.147161, 36140.712249, 0.868097, 0.810432, 0)
23	IR 1	johnsonbounded(903.078329, 943.953921, - 0.009882, 0.448678, 0)
24	IR 2	johnsonbounded(863.195195, 954.804208, - 0.928665, 1.209246, 0)
25	IR 3	johnsonbounded(890.346118, 960.966418, - 0.619361, 0.500180, 0)
26	IR 4	johnsonbounded(905.759645, 964.608606, 0.821005, 0.671373, 0)
27	IR 5	johnsonbounded(875.585913, 952.956065, - 1.377958, 0.703342, 0)
28	IR 6	johnsonbounded(903.087520, 953.966722, - 0.447691, 0.357062, 0)
29	Folding 1	johnsonbounded(244.993349, 330.388803, - 1.375704, 1.608336, 0)
30	Folding 2	johnsonbounded(284.611861, 321.203438, 0.252320, 0.648232, 0)
31	Folding 3	johnsonbounded(269.495088, 315.837119, - 0.922946, 0.853481, 0)

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Identifikasi Kendala

Langkah pertama dari TOC adalah mengidentifikasi kendala. Identifikasi dilakukan dengan cara membangun model simulasi. Model simulasi dibuat berdasarkan alur produksi dari sistem nyata. Kemudian model simulasi divalidasi untuk mengetahui kesesuaian dengan sistem nyatanya. Dari model simulasi tersebut dapat diketahui kemacetan yang terjadi.



Gambar 4. 2 Model Simulasi

Proses pembuatan model simulasi dari sistem nyata menggunakan *software* Flexsim 6.0. Proses dimulai dari pembuatan tata letak berdasarkan data-data yang telah diperoleh. Setiap mesin didefinisikan sesuai dengan data sistem nyatanya, beberapa ada yang menggunakan asumsi agar sesuai dengan sistem nyata yang ada di PT. Primissima. *Runtime* yang digunakan untuk simulasi tersebut adalah satu bulan dikarenakan proses awal pembuatan produk

memakan waktu yang lama. Jadi untuk validasi hasil simulasi yang digunakan perhari dalam satu bulan.

4.2.1.1 Verifikasi dan Validasi

Pada penelitian ini, ada dua tahap yang harus dilakukan untuk meyakinkan bahwa model simulasi telah mempresentasikan sistem nyata, yaitu tahap verifikasi dan validasi. Ada beberapa tahapan yang harus dilakukan untuk verifikasi dan validasi menurut (Sargent, 1998):

1. *Data Validity*

Data Validity dilakukan untuk memastikan bahwa data yang telah dikumpulkan untuk membangun model, mengevaluasi model dan pengujian, serta melakukan desain eksperimen dalam menyelesaikan permasalahan telah memadai dan benar. Pada tahap ini data yang dikumpulkan berupa data waktu proses berdasarkan asumsi dari manajer produksi. Sedangkan data alur produksi dilakukan pengamatan secara langsung peneliti bersama manajer produksi.

2. *Conceptual Model Validity*

Conceptual Model Validity didefinisikan sebagai penentu bahwa teori-teori dan asumsi yang mendasari model konseptual adalah tepat dan bahwa model representasi dari masalah di sistem nyata masuk akal untuk tujuan yang ingin dicapai. Pada tahap ini konseptual model yang telah dibuat dilihat apakah sudah sesuai dengan sistem nyata, kemudian dimodelkan ke dalam model simulasi komputer. Konseptual model dapat dilihat di lampiran.

3. *Computerized Model Verification*

Computerized Model Verification didefinisikan untuk memastikan bahwa pemrograman komputer dan pelaksanaan model konseptual telah berjalan sesuai harapan pemodel. Model simulasi yang telah dibuat oleh pemodel kemudian diverifikasi oleh ahli yang mengerti proses produksi, dalam hal ini yang melakukan verifikasi adalah manajer produksi dan 2 asisten laboratorium detsim.

4. *Operational Validity*

Operational Validity dilakukan untuk mengetahui apakah model simulasi sudah sesuai dengan sistem nyata. Menurut Sargent (1998) ada 16 teknik yang digunakan untuk melakukan tahap ini, pemodel menggunakan teknik *historical data validation*. Pengujian yang dilakukan adalah uji kesamaan dua rata-rata, uji kesamaan dua variansi dan uji *chi square*. Tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Tabel Data Historis dan Data Simulasi

Data historis diperoleh dari data hasil produksi per hari selama satu bulan atau 30 hari. Data historis yang digunakan yaitu bulan Juli. Sedangkan data hasil simulasi diperoleh dari hasil menjalankan simulasi. *Runtime* yang digunakan adalah satu bulan jadi dapat dilihat hasil simulasi perharinya. Cukup dilakukan replikasi sebanyak satu kali.

Tabel 4. 10 Data Output Nyata dan Simulasi/Hari

pengamatan ke-	Total Output (Historis)	Total Output (Simulasi)
1	20	
2	18	15
3	27	26
4	43	38
5	26	33
6	29	37
7	40	36
8	43	37
9	32	36
10	40	37
11	35	40
12	27	34
13	32	35
14	35	37
15	42	39
16	37	40
17	26	31

Tabel 4. 10 Data Output Nyata dan Simulasi/Hari (Lanjutan)

pengamatan ke-	Total Output (Historis)	Total Output (Simulasi)
18	43	38
19	28	32
20	34	40
21	30	36
22	46	38
23	32	40
24	42	37
25	31	38
26	46	35
27	41	31
28	30	35
29	31	35
30	30	37
31	29	36

b. Uji Kesamaan Dua Rata-Rata

Uji kesamaan dua rata-rata bertujuan untuk mengetahui perbandingan performansi antara sistem nyata dengan simulasi yang dijelaskan pada nilai jumlah rata-rata output dua populasi tersebut. Apabila dalam uji diperoleh hasil bahwa kedua nilai rata-rata tidak berbeda secara signifikan, maka dapat disimpulkan bahwa model memiliki validitas cukup untuk parameter rata-rata.

Tabel 4. 11 Hasil Uji Kesamaan Dua Rata-Rata

	Sistem Nyata	Simulasi
Mean	33,710	35,30
SD (v)	7,372	4,928
n	31	30

1) Hipotesis

H_0 : $\mu_1 = \mu_2$, rata-rata output sistem nyata sesuai dengan rata-rata output model simulasi

H_1 : $\mu_1 \neq \mu_2$, rata-rata output sistem nyata tidak sesuai dengan rata-rata output model simulasi

2) Taraf nyata (α) = 0.05 ; $\alpha/2 = 0.025$

Kriteria pengujian:

H_0 diterima jika $T -2.045 < T \text{ hitung} < T 2.045$

H_0 ditolak jika $T \text{ hitung} < -2.045$ atau $T \text{ hitung} > 2.045$

Df = n-1

3) Nilai T hitung

Rumus statistik uji

$$\begin{aligned} Sp^2 &= \frac{(n_1-1) \times V_1^2 + (n_2-1) \times V_2^2}{n_1+n_2-2} \\ &= 39,316 \end{aligned} \quad (3.1)$$

$$\begin{aligned} T_{\text{hitung}} &= \frac{\text{Mean}_1 - \text{Mean}_2}{\sqrt{Sp^2 \times \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \\ &= -0,998 \end{aligned} \quad (3.2)$$

4) Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan uji statistik, diperoleh nilai T hitung sebesar $-0,998$. Berdasarkan kriteria pengujian $T -2.045 < T \text{ hitung} < T 2.045$, yaitu:

$$-2.045 < -0,998 < 2.045$$

Maka H_0 diterima, yang artinya rata-rata output sistem nyata sesuai dengan rata-rata output model simulasi.

c. Uji Kesamaan Dua Variansi

Uji kesamaan dua variansi merupakan salah satu uji yang digunakan untuk membandingkan apakah data dari model simulasi memiliki keragaman data yang signifikan dengan data dari sistem nyata.

1) Hipotesis

H_0 : $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$, variasi data sistem nyata sesuai dengan variasi data model simulasi

H_1 : $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$, variasi data pada sistem nyata tidak sesuai dengan variasi data model simulasi.

2) Taraf nyata

Taraf nyata (α) : 0.05

Kriteria Pengujian :

H_0 diterima jika $F_{0.975} (29, 29) < F_{hitung} < F_{0.025} (29, 29)$

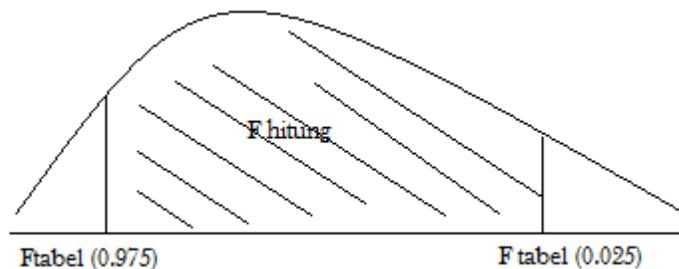
H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{0.025} (29, 29)$ atau $F_{hitung} < F_{0.975} (29, 29)$

Nilai F Tabel untuk probabilitas 0.025 dan 0.975 dapat dicari menggunakan Ms.

Excel yaitu :

Ftabel 0.025 \rightarrow =FINV(0.025,29,29) \rightarrow 2,100

Ftabel 0.975 \rightarrow =FINV(0.975,29,29) \rightarrow 0,475



Gambar 4. 3 Tabel F

3) Mencari nilai F hitung

Rumus statistik uji :

$$\begin{aligned}
 F_{hitung} &= \frac{v_1^2}{v_2^2} \\
 &= 2,2377
 \end{aligned}
 \tag{3.3}$$

4) Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan uji statistik untuk mencari nilai F hitung, diperoleh nilai F hitung sebesar 2,2377. Berdasarkan kriteria pengujian - Z $0.025 < Z \text{ hitung} < Z 0.025$, yaitu :

$$2,2377 > 2,100996$$

Maka H_0 ditolak yang artinya variasi data sistem nyata tidak sesuai dengan variasi data model simulasi.

d. Uji Chi Square

Uji *chi square* merupakan salah satu uji statistik non parametrik yang digunakan untuk pengujian kenormalan dilihat dari distribusi datanya. Uji *chi square* bertujuan untuk menguji apakah frekuensi yang dihasilkan dari model simulasi konsisten dengan frekuensi sistem nyatanya.

1) Hipotesis

H_0 : frekuensi observasi model simulasi konsisten dengan frekuensi teoritis sistem nyatanya, atau data simulasi sesuai dengan sistem nyata.

H_1 : frekuensi observasi model simulasi tidak konsisten dengan frekuensi teoritis sistem nyatanya, atau data simulasi tidak sesuai dengan sistem nyata.

2) Taraf nyata dan kriteria pengujian

Taraf nyata (α) : 0.05

Kriteria Pengujian :

H_0 diterima jika $\chi^2 \text{ hitung} < \chi^2 \text{ tabel}$

H_0 ditolak jika $\chi^2 \text{ hitung} > \chi^2 \text{ tabel}$

3) Nilai *Chi Square* Hitung

Rumus statistik uji :

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

Tabel 4. 12 Chi Kuadrat Hitung

Data ke-	Historis	Simulasi	$((O_i - E_i)^2 / E_i)$
1	20		
2	18	15	0,50
3	27	26	0,04
4	43	38	0,58
5	26	33	1,88
6	29	37	2,21
7	40	36	0,40
8	43	37	0,84
9	32	36	0,50
10	40	37	0,23
11	35	40	0,71
12	27	34	1,81
13	32	35	0,28
14	35	37	0,11
15	42	39	0,21
16	37	40	0,24
17	26	31	0,96
18	43	38	0,58
19	28	32	0,57
20	34	40	1,06
21	30	36	1,20
22	46	38	1,39
23	32	40	2,00
24	42	37	0,60
25	31	38	1,58
26	46	35	2,63
27	41	31	2,44
28	30	35	0,83
29	31	35	0,52
30	30	37	1,63
31	29	36	1,69

Berikut merupakan hasil dari *chi* kuadrat hitung dan *chi* kuadrat tabel dengan bantuan Ms. *Excel*.

Chi Kuadrat Hitung	28,55
Chi Kuadrat Tabel	42,556

1) Kesimpulan

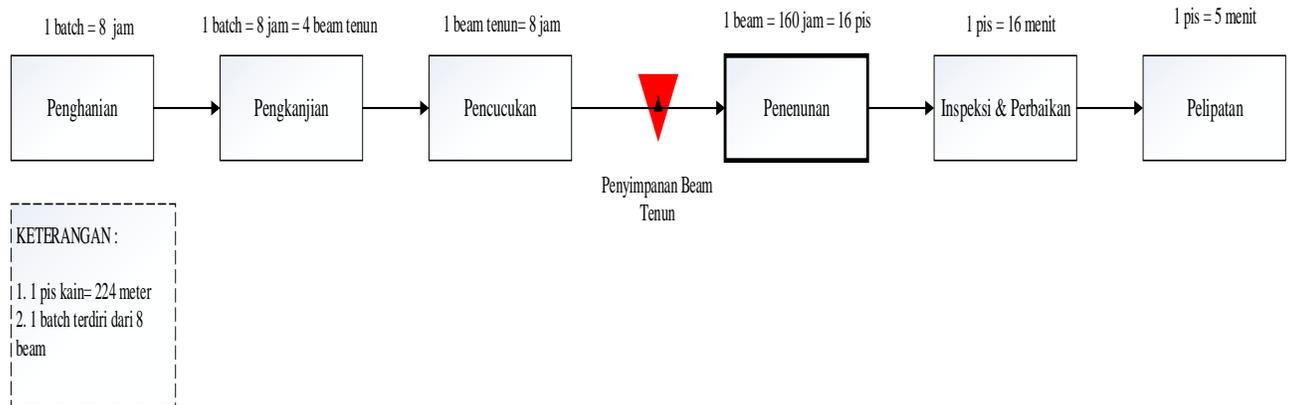
Setelah dilakukan perhitungan uji statistik untuk mencari nilai *chi* kuadrat hitung dan *chi* kuadrat tabel, diperoleh nilai *chi* kuadrat hitung sebesar 28,55 sedangkan *chi* kuadrat tabel 42,556. Berdasarkan kriteria pengujian X^2 hitung $< X^2$ tabel, yaitu :

$$28,55 < 42,556$$

Maka H_0 diterima yang artinya frekuensi observasi model simulasi konsisten dengan frekuensi teoritis sistem nyatanya, atau data simulasi sesuai dengan sistem nyata.

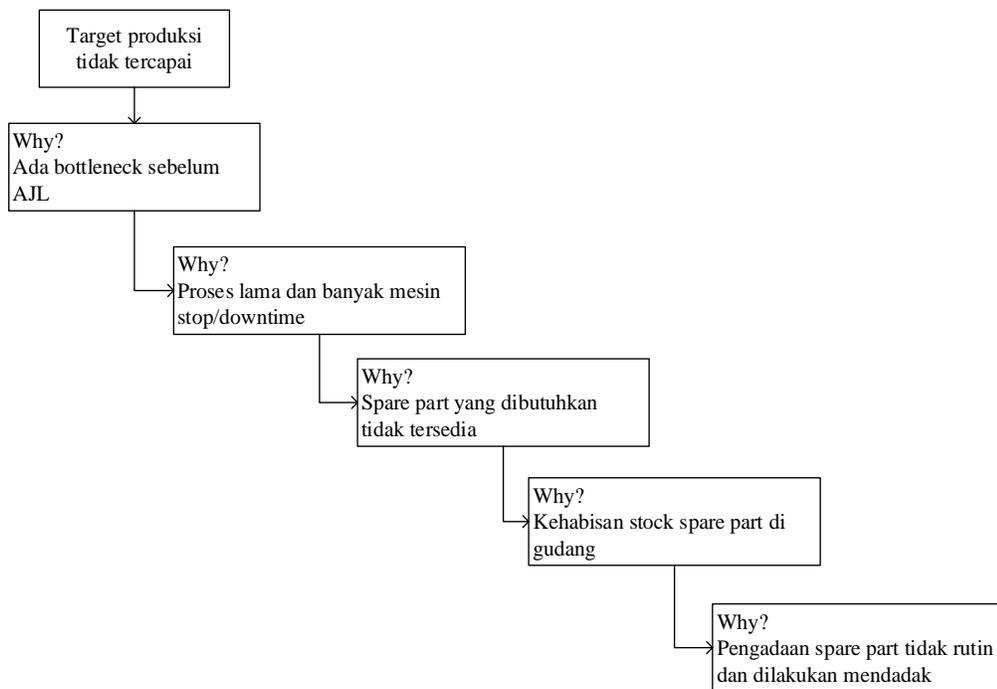
4.2.2 Eksploitasi Kendala

Setelah model simulasi dinyatakan valid langkah selanjutnya adalah analisis kemacetan berdasarkan report, bagian mana saja yang terjadi kemacetan. Kemudian akan dilakukan analisis faktor-faktor yang menyebabkan masalah tersebut terjadi menggunakan analisis 5 *why*. Dari analisis tersebut akan diberikan solusi yang sesuai untuk mengatasi masalah tersebut.



Gambar 4. 4 Kemacetan

Dilihat dari gambar diatas dapat diketahui berdasarkan waktu prosesnya sebelum proses penenunan terdapat kemacetan, karena waktu proses tenun yang lama dan waktu proses sebelumnya lebih cepat. Berdasarkan hasil *summary report* diketahui ada 1 beam untuk mesin omni dan 2 beam untuk mesin delta yang menunggu untuk diproses di mesin tenun. Setelah kemacetan teridentifikasi selanjutnya adalah mencari akar permasalahan yang terjadi menggunakan analisis *5 why*. Analisis *5 why* muncul dari hasil pengamatan Taiichi Ohno disaat bekerja di Toyota. Pada saat terjadi kesalahan di lingkungan produksi atau manufaktur, orang akan saling menyalahkan. Dia menyadari bahwa kesalahan tidak dapat dihindarkan, pendekatan terbaik adalah dengan cara mengidentifikasi akar penyebab kesalahan dan mengatasinya. *Tools* favorit untuk menyelesaikan masalah di rantai produksi adalah analisis *5 why* (Uthiyakumar, 2010). Setelah diketahui akar permasalahan kemudian memberikan solusi yang sesuai agar target produksi tercapai.

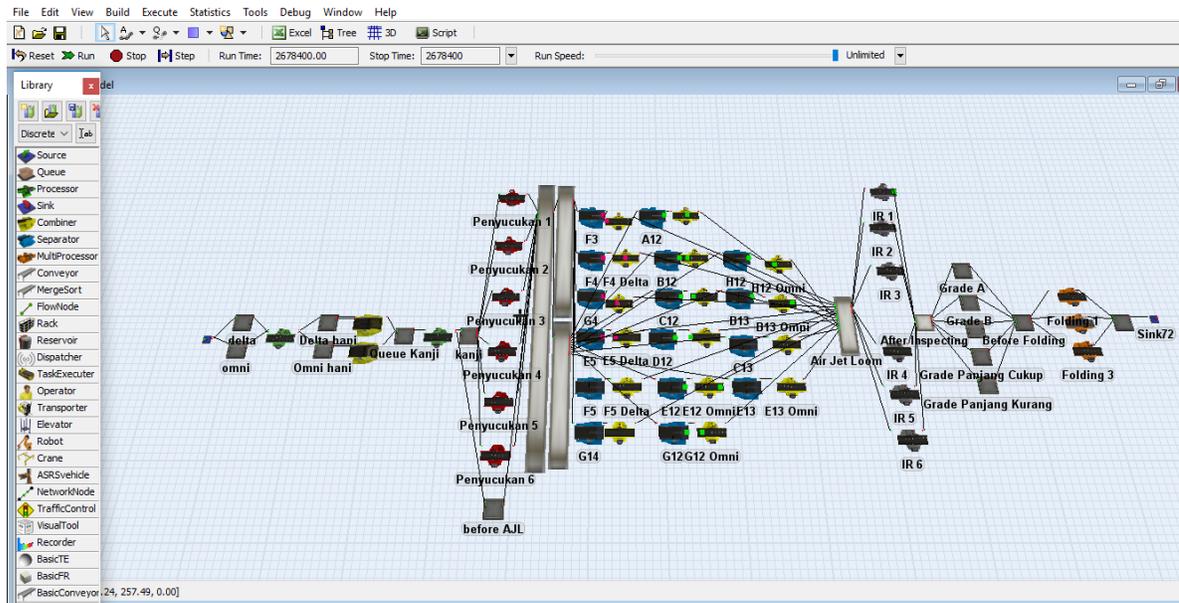


Gambar 4. 5 Analisis Permasalahan

4.2.3 Subordinasi

Pada langkah ini, setelah kendala ditemukan lalu diputuskan apa yang akan dilakukan terhadap kendala tersebut. Setelah itu harus dievaluasi apakah kendala tersebut masih menjadi kendala pada performansi sistem atau tidak. Pada langkah ini, solusi diberikan berdasarkan akar masalah mengapa target produksi tidak tercapai. Berdasarkan analisis 5 *why* dapat diketahui bahwa akar masalah mengapa produksi tidak tercapai adalah pengadaan suku cadang yang tidak rutin dan dilakukan mendadak. Peneliti memberikan solusi pengadaan suku cadang rutin dan melakukan pengecekan mesin secara rutin atau terjadwal. Apabila pengadaan suku cadang dilakukan secara rutin maka tidak akan kehabisan stok dan mesin tidak akan berhenti terlalu lama. Kemudian solusi tersebut diterapkan pada model simulasi baru dengan cara mengurangi waktu *downtime* mesin. Pengurangan waktu *downtime* mesin tersebut berdasarkan kerusakan mesin dan lamanya perbaikan mesin.

Data *downtime* perbaikan mesin yang diinputkan ke model simulasi usulan merupakan estimasi dari peneliti berdasarkan asumsi yang sebelumnya telah dilakukan wawancara dengan ahli bagian *maintenance*. Langkah selanjutnya adalah membuat model simulasi usulan untuk melihat apakah penerapan solusi sesuai dan target produksi tercapai.



Gambar 4. 6 Model Usulan

Setelah model simulasi usulan dibangun dapat dilihat bahwa target produksi tercapai bahkan produksi melebihi target yang diharapkan. Pada simulasi masih terlihat bahwa beam-beam tenun masih tertahan pada mesin AJL, hal tersebut terjadi karena produksi yang berkelanjutan, hasil produksi tersebut untuk memenuhi target bulan selanjutnya. Bisa dikatakan bahwa produksi bulan Juli tercapai dengan menerapkan solusi tersebut.

4.2.4 Elevasi Kendala Sistem

Pada langkah ini, dapat dilihat apakah kendala yang ada sudah dapat diatasi dengan melalui langkah 1- langkah 3, sebelum melakukan langkah ke-4 yaitu elevasi kendala sistem. Jika sudah teratasi maka langkah ini tidak perlu dilakukan, langsung saja menuju langkah terakhir.

Pada langkah ke-3 diberikan solusi yaitu pengadaan suku cadang yang rutin atau pembelian suku cadang sebelum stok habis agar pada saat mesin rusak tidak terjadi *downtime* yang lama serta perbaikan mesin secara berkala. Dari hasil simulasi usulan dapat dilihat bahwa kendala kemacetan sudah tidak ada dan target produksi dapat dicapai dengan penerapan solusi tersebut. Langkah elevasi kendala sistem tidak perlu dilakukan karena kemacetan sudah teratasi. Kemudian melakukan langkah terakhir.

4.2.5 Kembali ke Langkah Awal

Langkah ini akan memeriksa apakah keputusan yang diambil untuk meningkatkan kapasitas kemacetan adalah benar. Sehingga tidak menimbulkan kemacetan pada stasiun kerja lainnya. Agar kemacetan tidak terjadi lagi maka perlu menerapkan saran yang telah diberikan, pengadaan suku cadang yang rutin dan pengecekan kondisi mesin secara berkala diterapkan agar tidak terjadi lagi kemacetan pada sistem produksi. Dilihat dari model simulasi usulan sudah tidak terjadi kemacetan pada proses sebelum penenunan dan juga tidak ada kendala yang terjadi pada sistem/proses lainnya. Berdasarkan simulasi ada beberapa mesin yang menganggur, tersisa waktu rata-rata tiap mesin adalah 7 jam, dimana waktu tersebut tidak dapat menyelesaikan 1 pis kain. Waktu menganggur tersebut bukan termasuk kendala baru, karena dengan hasil usulan tersebut sudah dapat menyelesaikan tujuan yaitu menyelesaikan target produksi. Dengan meningkatnya *throughput*, maka inventori dan biaya operasional menurun. Untuk membuktikan hal tersebut maka perlu dilakukan perhitungan. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan inventori dan biaya operasional.

Tabel 4. 14 Perhitungan Persediaan

No	Kode Mesin	<i>Downtime</i> (menit)			Pcs
		Sebelum	Sesudah	Selisih	
1	A12	1480	160	1320	2
2	B12	1470	45	1425	2
3	B13	2910	105	2805	5
4	C13	3025	265	2760	5
5	D12	8860	325	8535	14
6	E12	2915	80	2835	5

Tabel 4. 14 Perhitungan Persediaan (Lanjutan)

No	Kode Mesin	Downtime (menit)			Pcs
		Sebelum	Sesudah	Selisih	
7	E13	1440	15	1425	2
8	E5	1440	30	1410	2
9	F3	1440	135	1305	2
10	G12	4345	2995	1350	2
11	G13	1440	30	1410	2
12	G14	1440	20	1420	2
Total		32205	4205	28000	47

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa lamanya waktu *downtime* pada mesin AJL dapat memproduksi sampai dengan 47 pcs dalam 1 bulan, dimana total pcs kain tersebut dapat mengurangi persediaan yang ada di gudang dan meingkatkan *throughput*. Perhitungan persediaan dilakukan dari segi waktu.

Kemudian melakukan perhitungan biaya operasional produksi dalam satu bulan, perhitungan dilakukan untuk mengetahui biaya operasional per pis kain. Biaya variabel dan biaya tetap dihitung untuk menemukan biaya operasional. Biaya tetap adalah biaya yang selalu tetap walaupun jumlah yang diproduksi berubah-ubah sehingga biaya akan konstan pada periode tertentu. Perhitungan biaya tetap diperoleh dari gaji pegawai dalam 1 bulan.

Tabel 4. 15 Biaya Tetap

Total Biaya Tetap					
No	Divisi	Pekerja	Jumlah	Gaji/pekerja	Total
1	Prep	Supervisor	1	7200000	7200000
2		Kabag	1	5000000	5000000
3		Operator Penghanian	6	2500000	15000000
4		Operator Penganjian	6	2500000	15000000
5		Operator Pencucukan	12	2500000	30000000
6	Weaving	Supervisor	1	7200000	7200000
7		Kabag	1	5000000	5000000
8		Operator AJL	6	2500000	15000000
9	Grey Finishing	Supervisor	1	7200000	7200000
10		Kabag	1	5000000	5000000
11		Operator IR	18	2500000	45000000
12		Operator Pelipatan	9	2500000	22500000

Tabel 4. 15 Biaya Tetap (Lanjutan)

Total Biaya Tetap					
No	Divisi	Pekerja	Jumlah	Gaji/pekerja	Total
13	<i>Maintenance</i>	<i>Operator Maintenance</i>	12	2750000	33000000
	Total		75		212100000

Biaya variabel merupakan biaya yang selalu berubah sesuai dengan perubahan produksi atau penjualan. Perubahan ini tercermin dalam biaya variabel secara total sehingga biaya variabel dapat dihitung berdasarkan prosentase tertentu dari penjualan. Perhitungan biaya variabel diperoleh dari biaya listrik, bahan kanjian dan air yang digunakan dalam 1 bulan. Data yang digunakan untuk menghitung biaya operasional berasal dari data sekunder penelitian tugas akhir yang dilakukan (Mahendra, 2002). Data yang diperoleh kemudian diperbarui dan disesuaikan dengan keadaan saat ini. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 16 Biaya Listrik

No	Mesin	Jumlah Mesin	Jumlah kw	Total
1	Hani	1	2148	2394461,52
2	Kanji	1	2028,6	2261361,564
3	Cucuk	6	59,6	398631,024
4	Tenun	16	1432	25540922,88
5	IR	6	60	401306,4
6	Pelipatan	3	60	200653,2
	Total			31197336,59

Tabel 4. 17 Resep Kanjian

No	Nama Bahan	Jumlah	Harga
1	Kanji PVA	50 Kg	65000000
2	<i>Dodigen 226</i>	0,4 Kg	12000
3	<i>Corn Stratch</i>	4 Kg	40000
4	<i>Hydrogenated Oil</i>	2,5 Kg	160000
5	Air	400 Liter	
	Total		65212000

Tabel 4. 18 Total Biaya Variabel

Total Biaya Variabel		
No	Jenis Biaya	Jumlah
1	Listrik	31197337
2	Air	1166500
3	Bahan Kanji	65212000
Total		97575837

Tabel 4. 19 Biaya Operasional

Total Biaya Tetap	212100000
Total Biaya Operasional	97575836,59
Total Biaya	309675836,6

Total biaya operasional pada bulan Juli 2018 adalah Rp. 309675836,6. Kemudian dihitung biaya operasional yang dikeluarkan untuk 1 pis kain, pada bulan Juli hasil produksi sebanyak 1045 pis, didapatkan biaya operasional Rp. 296340,5 untuk 1 pis kain. Setelah diterapkan simulasi usulan, *throughput* meningkat sebanyak 65 pis. Kemudian biaya operasionalnya berubah menjadi Rp.278987,2 per pis kain, dimana terjadi penurunan biaya operasional. Hal tersebut membuktikan bahwa apabila *throughput* meningkat maka biaya operasional akan turun.

BAB V

PEMBAHASAN

Pada bab ini dilakukan pembahasan dan diskusi mengenai hasil pengolahan data dari bab sebelumnya.

5.1 Pembahasan

Berdasarkan data yang diperoleh bahwa target produksi tidak tercapai, menurut data bulan Juni-September 2018 diketahui bahwa sebagian besar target tidak tercapai, tetapi Ps.175 yang paling tinggi angkanya. Penentuan target produksi pada PT. Primissima berdasarkan permintaan dari konsumen karena tipe produksi yang digunakan oleh PT. Primissima adalah *make-to-order* repetitif, dimana produksi dilakukan berdasarkan permintaan dan terjadi pengulangan order. Ps.175 merupakan produk jual murni atau produk asli perusahaan tersebut, dimana produk tersebut merupakan primadona dan permintaan untuk Ps.175 setiap bulan selalu ada dan stabil. Konstruksi selain Ps.175 dibuat berdasarkan keinginan dari konsumen, mereka membawa bahan baku sendiri dan meminta PT. Primissima untuk membuat kain. Apabila kontrak konstruksi tersebut sudah habis maka produksi berhenti. Target produksi pada bulan Juli adalah 239407 meter tetapi aktualnya kain yang selesai diproses adalah 231978 meter. Masalah tersebut menjadi latar belakang penelitian ini dilakukan. Untuk lebih memudahkan dalam mencari sumber masalah peneliti menggunakan metode 5 langkah *theory of constraint*. Metode simulasi digunakan pada langkah 1, dimana untuk mengidentifikasi kendala, dengan mensimulasikan alur produksi dapat dilihat dimana kendala terjadi. Kendala sistem yang terjadi adalah kemacetan. Untuk mensimulasikan alur

produksi dibutuhkan data-data diantaranya adalah data utilitas waktu dan mesin-mesin yang digunakan. Setelah data-data tersebut diperoleh kemudian model simulasi dibangun.

Model yang telah dibangun harus diverifikasi dan divalidasi, proses verifikasi dilakukan untuk meyakinkan bahwa logika dari model konseptual sudah merepresentasikan sesuai dari logika sistem nyata, beberapa hal yang diverifikasi pada tahap ini adalah asumsi dalam komponen sistem, asumsi struktural seperti interaksi antara sistem dan komponen-komponennya, serta asumsi data. Sedangkan validasi bertujuan untuk membuktikan bahwa model tersebut sesuai dengan sistem nyata nya. Teknik validasi yang dilakukan adalah *historical data validation* dengan menggunakan uji kesamaan dua rata-rata, uji kesamaan dua variansi, dan uji *chi square*. Dari tiga uji tersebut dua diantaranya hipotesisnya diterima yaitu uji kesamaan dua variansi dan uji *chi square*, yang artinya model simulasi sesuai dengan sistem nyatanya. Setelah model dinyatakan valid, bisa dilihat dimana penyebab produksi bulan tersebut tidak tercapai. Dari model simulasi yang telah dibuat kemudian dijalankan, karena produksinya repetitif , pada hari ke 31 simulasi atau tanggal 31 juli terdapat produk *work in process* dan juga ada beberapa beam tenun yang masih menunggu untuk diproses di mesin tenun. Kemudian langkah ke-2, adalah eksploitasi kendala dimana peneliti mengidentifikasi akar permasalahan tersebut dengan cara melakukan wawancara dengan ahli, yaitu manager departemen *weaving*. Untuk lebih memudahkan dalam mengidentifikasi akar permasalahan peneliti menggunakan *tools* analisis *5 why*. Dari analisis *5 why* dapat diketahui akar permasalahan target produksi tidak tercapai karena pengadaan suku cadang tidak rutin dan dilakukan mendadak. Setiap harinya banyak mesin berhenti karena rusak, ada yang rusak dan langsung diperbaiki, tidak memakan waktu lama, tetapi ada juga beberapa mesin yang tidak jalan dalam beberapa hari, dikarenakan suku cadang yang dibutuhkan tidak tersedia dan harus menunggu. Waktu tunggu suku cadang datang memakan waktu lama yang menyebabkan mesin berhenti lebih lama.

Langkah ke-3 adalah subordinasi, dimana diberikan solusi pengadaan suku cadang rutin dan melakukan pengecekan mesin secara rutin atau terjadwal. Apabila pengadaan suku cadang dilakukan secara rutin maka tidak akan kehabisan stok pada saat mesin tiba-tiba rusak

dan mesin tidak akan berhenti terlalu lama. Kemudian solusi tersebut diterapkan pada model simulasi baru dengan cara mengurangi waktu *downtime* mesin. Pengurangan waktu *downtime* mesin tersebut berdasarkan kerusakan komponen dan lamanya perbaikan mesin. Dari model simulasi usulan dapat dilihat dari hasil produksinya yang memenuhi target bulan tersebut bahkan lebih dari yang diharapkan.

Dari hasil simulasi usulan dapat dilihat bahwa kendala kemacetan sudah tidak ada dan target produksi dapat dicapai dengan penerapan solusi tersebut. Langkah ke-4, elevasi kendala sistem tidak perlu dilakukan karena kemacetan sudah teratasi. Kemudian melakukan langkah terakhir, langkah ini akan memeriksa apakah keputusan yang diambil untuk meningkatkan kapasitas kemacetan adalah benar. Sehingga tidak menimbulkan kemacetan pada stasiun kerja lainnya. Agar kemacetan tidak terjadi lagi maka perlu menerapkan saran yang diberikan, pengadaan suku cadang yang rutin dan pengecekan kondisi mesin secara berkala diterapkan agar tidak terjadi lagi kemacetan pada sistem produksi. Dilihat dari model simulasi usulan sudah tidak terjadi kemacetan pada proses sebelum penenunan dan juga tidak ada kemacetan yang terjadi pada sistem/proses lainnya. Berdasarkan simulasi ada beberapa mesin yang menganggur, tersisa waktu rata-rata tiap mesin adalah 7 jam, dimana waktu tersebut tidak dapat menyelesaikan 1 pis kain. Waktu menganggur tersebut bukan termasuk kendala baru, karena dengan hasil usulan tersebut sudah dapat menyelesaikan tujuan yaitu menyelesaikan target produksi. Apabila *throughput* meningkat maka persediaan dan biaya operasional akan menurun, dari perhitungan yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa hal tersebut dapat dibuktikan, karena persediaan dan biaya operasionalnya turun.

Dari penelitian yang telah dilakukan, solusi yang diterapkan dapat dikatakan masih sederhana, maka dari itu diharapkan untuk penelitian selanjutnya pengadaan barang atau perawatan lebih spesifik atau detail lagi menggunakan metode yang sesuai. Penelitian ini dibatasi oleh biaya, karena dari perusahaan sendiri tidak memperbolehkan menanyakan tentang hal tersebut, tetapi perhitungan tersebut harus tetap dilakukan. Pada perhitungan biaya operasional peneliti menggunakan literatur tugas akhir dan beberapa asumsi untuk penyelesaiannya.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab diatas maka diperoleh kesimpulan hasil penelitian sebagai berikut:

1. Dapat diketahui bahwa terdapat masalah target produksi yang tidak tercapai, kendala yang terjadi pada proses produksi Ps.175 adalah kemacetan sebelum proses penenunan yang mengakibatkan terjadi penumpukan beam-beam siap tenun. Setelah ditelusuri penyebab kemacetan adalah banyaknya mesin yang berhenti karena rusak. Pengadaan suku cadang tidak rutin dan dilakukan mendadak. Karena tidak tersedianya stok suku cadang mengakibatkan mesin yang rusak tidak bisa langsung diperbaiki, butuh waktu lama hingga berhari-hari sampai suku cadang tersebut datang.
2. Solusi yang diberikan pada penelitian ini agar target produksi dapat tercapai dan optimal adalah dengan pengadaan suku cadang yang rutin dan perbaikan berkala untuk meminimalisir kerusakan mesin dan *downtime* mesin yang lama. Berdasarkan solusi pengurangan waktu *downtime* yang diterapkan pada simulasi dilihat bahwa *throughput* meningkat. Hasil produksi yang ditargetkan oleh perusahaan adalah 239680 meter atau 1070 pis, setelah diterapkan solusi hasilnya mencapai 247072 meter atau 1110 pis.

6.2 Saran

Setelah dilakukan penelitian pada sistem produksi departemen *weaving* PT. Primissima, maka dapat diusulkan saran sebagai berikut:

1. Jika terjadi masalah pada lini produksi, metode *theory of constraint* dan simulasi bisa digunakan untuk mengidentifikasi apa masalah yang terjadi dan dimana masalah itu terjadi dan bagaimana memberikan solusi yang tepat. Hal tersebut didasarkan pada penelitian terdahulu.
2. Untuk mengoptimalkan hasil produksi, sebaiknya dilakukan pengadaan suku cadang rutin dan perbaikan berkala sebelum mesin rusak untuk menghindari mesin rusak dan *downtime* mesin yang lama.
3. Untuk penelitian selanjutnya bisa meneliti pengadaan barang dan perawatan seperti apa yang sesuai dengan perusahaan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. A. (2014). Analisis Optimalisasi Pelayanan Konsumen Berdasarkan Teori Antrian pada Kaltimgps.com di Samarinda. *eJournal Ilmu Administrasi Bisnis*, 346-357.
- Altiok, T., & Melamed, B. (2007). *Simulation Modeling and Analysis with ARENA 1st edition*. Cambridge, Massachusetts: Academic Press.
- Antti, P., Henrik, N., Johan, G., Tapani, R., Auli, B., & Markus, P. (2016). Applying the Theory of Constraints to Improve Throughput in a Forensic DNA Laboratory. *Forensic Science Policy & Management: An International Journal*, 37-49.
- Bertrand, J. W., Wortmann, J. C., & Wijngaard, J. (1990). *Production Control: A Structural and Design Oriented Approach*. California: Elsevier.
- Bricha, N., & Nourelfath, M. (2015). Protection of warehouses and plants under capacity constraint . *Reliability Engineering and System Safety*, 93.
- Büyükyılmaz, O., & Gürkan, S. (2009). Süreçlerde En Zayıf Halkanın Bulunması: Kısıtlar Teorisi. *Zku Journal Of Social Sciences* , 177 - 195.
- Daft, R. L., Kendrick, M., & Vershinina, N. (2010). *Management*. Singapore: Cengage Learning EMEA.
- Dettmer, H. W. (1997). *Goldratt's Theory of Constraints: A Systems Approach to Continuous Improvement*. Wisconsin: Quality Press.
- DR. Suryamin, M. (2012). *Statistik Industri Manufaktur*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Emin, G., Murat, S., & Abdullah H, K. (2016). Dynamic bottleneck elimination in mattress manufacturing line using theory of constraints. *Springer Plus*, 1-15.
- Fogarty. (1991). *Production and Inventory Management*. Ohio: South-Western Publishing Co.
- Goldratt, E. (1990). *What is this thing called the Theory of Constraints?* New York: North River Press.
- Hari, P. (2004). *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Heizer, J. (2011). *Operation Management*. New Jersey: Pearson.
- Heng, H., & Zhongmin, H. (2018). Analysis of Fast Food Service Capability Based on Flexsim Modeling and Simulation . *IOP Conf. Series : Science and Engineering*, 1-5.
- Kikolski, M. (2017). Study of Production Scenarios with the Use of Simulation Models . *Procedia Engineering*, 321-323.

- Kotler, P., & Keller, K. L. (2012). *Marketing Management*. New Jersey: Prentice Hall.
- Kumar, B., Dr.V.Mahesh, & Kumar, B. (2015). Modeling and Analysis of Flexible Manufacturing System with FlexSim . *International Journal of Computational Engineering Research* , 1-6.
- Land, H., & Tian, Y. (2012). Analysis of the demand status and forecast of food cold chain in Beijing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 346-366.
- Li-Hong, C., Da-Wei, H., & Ting, X. (2013). Highway freight terminal facilities allocation based on flexsim . *Procedia - Social and Behavioral Sciences* , 368-381.
- M, C. C., & Ramirez.C, S. (2013). Dynamic Self-Assessment of Supply Chains Performance: an Emerging Market Approach. *Journal of Applied Research and Technology*, 338-347.
- Mahendra, B. (2002). *Pra-Rancangan Pabrik Tekstil Produksi Kain Primisima dengan Kapasitas 7.900m/tahun*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Mahmoud, N., F. Frank, C., & Hung, D. W. (2017). Throughput Rate Improvement in a Multiproduct Assembly Line Using Lean and Simulation Modeling and Analysis . *Procedia Manufacturing*, 594.
- Muhammad, G. (2005). *Teori Akuntansi*. Jakarta: Almahira.
- Naor, M., Bernandes, E., & Coman, A. (2013). Theory of constraints: is it a theory and a good one? . *International Journal of Production Research*, 542-554.
- Ning, X. (2010). Chinese food cold chain logistic mode. *China Logistic & Purchasing*, 68-69.
- Novitaningrum, B. D. (2014). Akuntabilitas dan Transparansi Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah Melalui Electronic Procurement . *Kebijakan dan Manajemen Publik* , 6.
- Nur, R., & Arsyad B, M. (2017). *Pengantar Sistem Manufaktur*. Yogyakarta: Depublish.
- Okutmus, E., Kahveci, A., & Kartasova, J. (2015). Using Theory of Constraint for Reaching Optimal Product Mix : An Application in the Furniture Sector . *Intellectual Economics*, 140.
- Raghuraj, S., Gupta, R., Verma, L., & Bajpai, L. (2018). Theory of Constraint – Strategy for Continuous Improvement . *International Journal of Mechanical And Production Engineering*, 66-69.
- S.J.Mason. (2008). A Simulation Based Approach for Dock Allocation in a Food Distribution Centre. *Proceedings of the 40th 2008 Winter Simulation Conference*, 2750-2755.
- Sargent, R. G. (1998). Verification And Validation Of Simulation Models . *Winter Simulation Conference*, 166-183.

- Septiani, A. (2007). Penjadwalan batch dinamis pada sistem produksi flow shop untuk meminimasi rata-rata keterlambatan penyelesaian order (mean tardiness) dan jumlah scrap tuang di CV. Kembar Jaya . *Performa*, 41-52.
- Silalahi, S. A. (2014). Kondisi Industri Manufaktur Indonesia Dalam Menghadapi Globalisasi. -, 2.
- Şimşit, Z. T., Noyan Sebla, G., & Özalp, V. (2014). Theory of Constraints: A Literature Review. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 930-936.
- Sodikin, I., & Mashuri, A. (2012). Penjadwalan Produksi pada Sistem Manufaktur Repetitive Make to Order Flow Shop Melalui Pendekatan Theory of Constraint. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 175.
- Šukalová, V., & Cenigaa, P. (2014). Application of The Theory of Constraints Instrument in The Enterprise Distribution System . *Procedia Economics and Finance* , 135.
- Suresh, C. (2008). Calculating customer intimacy: accounting numbers in a sales and marketing department . *Accounting, Auditing & Accountability Journal* , 78.
- Uthiyakumar, M. (2010). Scrap loss reduction using the 5-whys analysis. *International Journal of Quality & Reliability Management* , 527-540.
- Utoyo, B. (2009). *Geografi Membuka Cakrawala Dunia*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Vargas, P., Kipper, L. M., Silva, A., Silva, F., & Kessler, G. (2017). TOC'S Five-Step Cycle: An Approach to Instant Results and Cultural Change. *International Journal of Engineering Research & Science* , 1-9.
- Wang, J., & Lilei. (2016). Simulation Research on Jingdong Orders System Based on Flexsim . *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering* , 389-396.
- Wu, Q. (2011). The current situation and the counter measures of China's cold chain logistics development . *China Business and Market*, 24-28.
- X. Zhu, R. Z. (2014). A Flexsim-based Optimization for the Operation Process of Cold Chain Logistics Distribution Centre . *Journal of Applied Research and Technology* .
- Ye, R. (2013). Researching on benefit assignment of logistics system in cold chain for food. *2011 2nd IEEE International Conference on Emergency Management and Management Sciences*, 513-515.
- Zheng, T., & Wang, M. (2012). Application of Quality Cost and Quality Loss Function in Food Supply Chain Systems Modeling. *Journal of System and Management Sciences*, 19-30.
- Zhu, X., Zhang, R., Chu, F., He, Z., & Li, J. (2014). A Flexsim-based Optimization for the Operation Process of ColdChain Logistics Distribution Centre. *Journal of Applied Research and Technology*, 271.

LAMPIRAN

A. Layout Situasi Air Jet Loom

PT. PRIMISSIMA
Meduri - Yogyakarta

SITUASI AIR JET LOOM PABRIK : I
Tanggal : 02 07 2018

F. J2-03-M

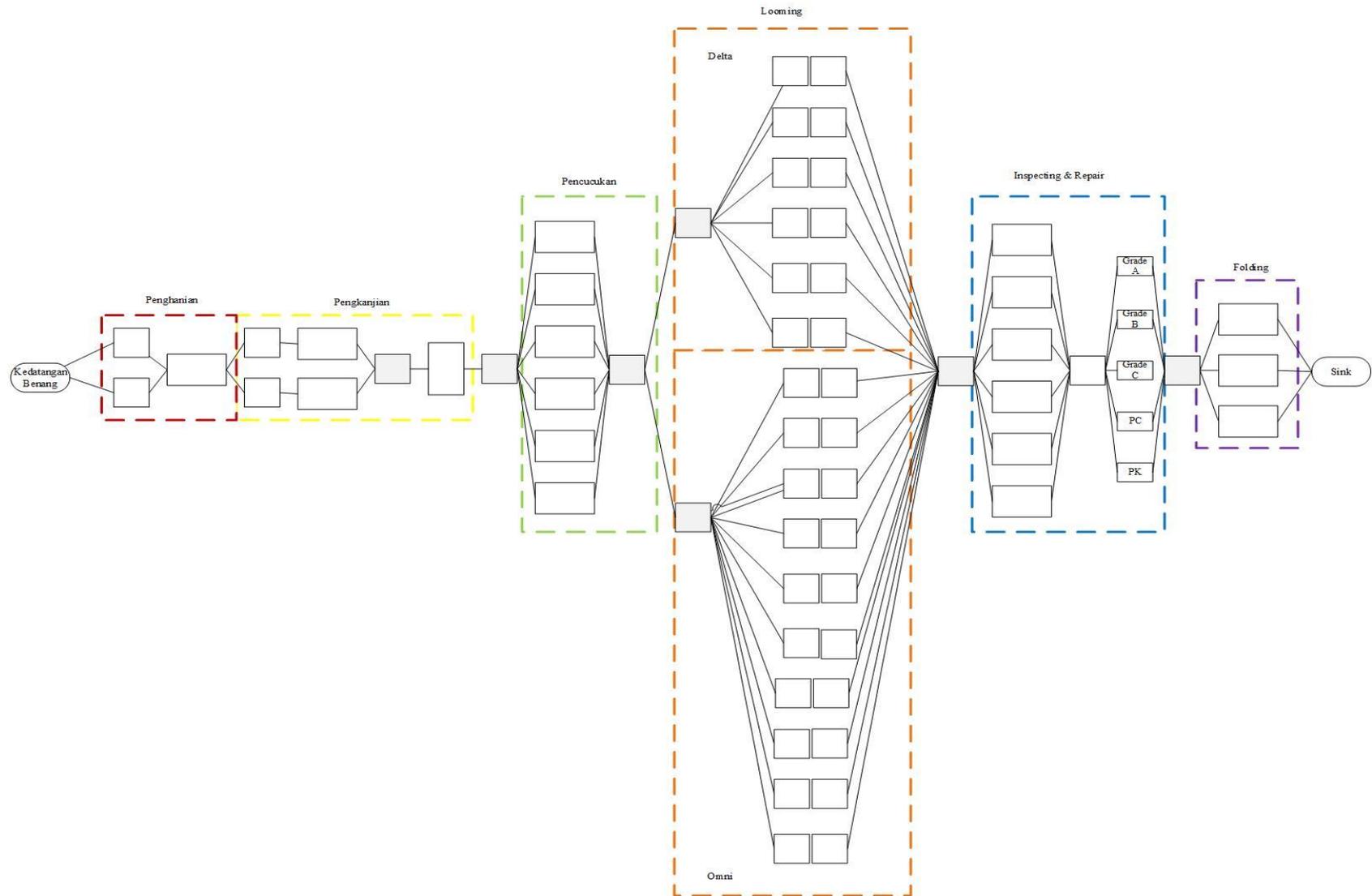
No. Utd.	KONS-TREKSI	KODE	RENCANA	TERPA-SANG	STOP	JALAN	STOCK BEAM
1	178	✓	1-00	11			
2	175	✓	1-00	4			
3	151	W	1-00	20			
4	150	W	1-00	15			
5	152	W	1-00	15			
6	153	Δ	1-00	5			
7	200	Δ	1-00	5			
8	154	W	1-00	8			
9	157	W	1-00	2			
10	155	W	1-00	15			
11	156	X	1-00	2			
12	158	W	1-00	1			
13	159	W	1-00	1			
14	150	0	1-00	1			

Keterangan :

- HB : Habis Beam (ganti beam)
- STK : Stop Tunggu Kanjian
- STE : Stop Trouble Elektronik
- STM : Stop Trouble Mekanik
- SHK : Stop Habis Kontrak
- STB : Stop Tunggu Benang

STOP PA = ...
STOP FA = ...
STOP MA = ...

B. Konseptual Model Simulasi



I.Pencapaian Produksi

NO	PS	PRODUKSI (meter)				PENCAPAIAN		PENCAPAIAN		PRODUKSI (kg)		ANGKA PS 217 (Pick 70)	PRODUKSI KONVERSI TERHADAP PS 217 (Pick 70)				PENCAPAIAN		PENCAPAIAN	
		RKAP 1	SPK 2	COUNTER 3	FOLDING 4	RKAP (%) 3:1	SPK (%) 4:1	COUNTER 3:2	FOLDING 4:2	217 (Pick 70)	RKAP 5		SPK 6	COUNTER 7	FOLDING 8	RKAP (%) 7:5	SPK (%) 8:5	COUNTER 7:6	FOLDING 8:6	
																				SPK (%)
1	PS 175 Delta		87156	86.920	85120			84,25	81,13	4.279,90	4.121,46	1,0000	-	40.960,55	34.508,08	33.230,61		84,25	81,13	
2	PS 175 Omni		152521	150.154,89	148960			107,35	104,65	14.282,19	13.922,48	1,0000	-	107.268,45	115.154,89	112.254,55		107,35	104,65	
3	PS 217 SPR		6.470,59		6.154,24					802,52	763,29	1,0000	-	-	6.470,59	6.154,24				
4	PS 188 Omni WO	190.751,16										1,0000	190.751,16							
5	PS 200 WO		73.597,56	71.720,36	69.580,70			97,45	94,54	14.329,62	13.902,11	0,9429	-	69.391,99	67.622,06	65.604,66		97,45	94,54	
6	PS 217 Itema		10.240,14	3.195,32	2.414,10			31,20	23,57	495,15	374,09	1,0000	-	10.240,14	3.195,32	2.414,10		31,20	23,57	
7	PS 217 SPR		8.433,05	110,50	797,80			1,31	9,46	17,12	123,63	1,0000	-	8.433,05	110,50	797,80		1,31	9,46	
8	PS 217 Tuckin	173.526,99	7.228,33	1.022,17	1.187,00	0,59	0,68	14,14	16,42	158,40	183,94	1,0000	173.526,99	7.228,33	1.022,17	1.187,00	0,59	0,68	14,14	16,42
9	PS 219 O Summum		23.987,35	19.150,64	18.070,00			79,84	75,33	2.577,36	2.431,92	0,8571	-	20.560,59	16.414,83	15.488,57		79,84	75,33	
10	PS 219 O Tuckin		14.898,40	9.889,91	13.136,10			66,38	88,17	1.331,02	1.767,90	0,8571	-	12.770,05	8.477,07	11.259,51		66,38	88,17	
11	PS 232 WO		53.971,55	45.260,26	43.505,10					9.205,35	8.848,38	1,0000	-	53.971,55	45.260,26	43.505,10				
12	PS 251 WO	375.124,53	194.456,30	143.956,37	141.412,75	38,38	37,70	74,03	72,72	29.478,33	28.957,47	0,9714	364.406,69	188.900,41	139.843,33	137.372,39	38,38	37,70	74,03	72,72
13	PS 251 JM			6.000,00	6.000,00					1.228,64	1.228,64	0,9714	-	-	5.828,57	5.828,57				
14	PS 251 O WO		12.641,06	8.786,16	8.498,85			69,50	67,23	1.799,17	1.740,33	0,9714	-	12.279,89	8.535,13	8.256,03		69,50	67,23	
15	PS 262 JM UM		103.649,90	51.134,95	50.182,35			49,33	48,42	9.987,01	9.800,96	0,9429	-	97.727,05	48.212,96	47.314,79		49,33	48,42	
16	PS 262 O JM UM			1.133,38	1.005,75					221,36	196,43	0,9429	-	-	1.068,61	948,28				
17	PS 262 WO			54.200,00	53.700,00					10.585,63	10.487,98	0,9429	-	-	51.102,86	50.631,43				
18	PS 289 WO		19.438,90	24.796,43	22.067,90			127,56	113,52	4.375,47	3.894,00	0,8429	-	16.384,22	20.899,85	18.600,09		127,56	113,52	
19	PS 290 JM UM	200.403,23	107.329,78	90.017,98	88.219,80	44,92	44,02	83,87	82,20	17.872,81	17.515,79	0,9429	188.951,62	101.196,65	84.874,10	83.178,67	44,92	44,02	83,87	82,20
20	PS 419 JM	30.151,85			748,10	0,00	2,48				95,77	1,0286	31.013,34			769,47	0,00	2,48		
21	PS 420 Tuckin			4.091,16	3.267,70					525,27	419,54	1,0286	-	-	4.208,05	3.361,06				
22	PS 475 JM		14.055,09	5.021,44	5.416,80			35,73	38,54	826,50	891,58	1,0286	-	14.456,66	5.164,91	5.571,57		35,73	38,54	
23	PS 480 JM				737,00						105,58	1,1429				842,29				
24	PS 925 JM											0,8000	-	-	-	-				
	Jumlah Loom I	969.957,76	792.156,41	695.620,60	681.587,20	71,72	70,27	87,81	86,04	124.378,81	121.773,26	-	948.649,79	761.769,57	667.974,13	654.570,77	70,41	69,00	87,69	85,93
	Rata-Rata/ Hari	31.288,96	25.553,43	22.439,37	21.986,68	71,72	70,27	87,81	86,04			-								
1.	PS 187 PR		38.551,10	30.781,17	26.331,50			79,85	68,30	1.507,80	1.289,84	1,0000	-	38.551,10	30.781,17	26.331,50		79,85	68,30	
2.	PS 199 PR		15.420,44	27.618,87	23.281,50			179,11	150,98	3.262,48	2.750,13	1,0000	-	15.420,44	27.618,87	23.281,50		179,11	150,98	
3.	PS 217 PR	181.753,46	140.711,53	135.230,33	115.182,30	74,40	63,37	96,10	81,86	20.955,59	17.848,90	1,0000	181.753,46	140.711,53	135.230,33	115.182,30	74,40	63,37	96,10	81,86
	Jumlah Loom II	203.476,47	194.683,08	193.630,37	164.795,30	95,16	80,99	99,46	84,65	25.725,87	21.888,86	-	203.476,47	194.683,08	193.630,37	164.795,30	95,16	80,99	99,46	84,65
	Rata-Rata/ Hari	6.563,76	6.280,10	6.246,14	5.315,98							-								
1	PS 175		78.644,25	75.009,83	65.591,20			95,38	83,40	9.303,16	8.135,01	1,0000	-	78.644,25	75.009,83	65.591,20		95,38	83,40	
2	PS 186 WO		183.903,04	211.698,18	208.039,90			115,11	113,12	28.118,21	27.632,31	0,7714	-	141.868,06	163.310,03	160.487,92		115,11	113,12	
3	PS 199 PR	190.751,16	91.494,62	50.034,73	48.158,30	26,23	25,25	54,69	52,64	5.910,35	5.688,70	1,0000	190.751,16	91.494,62	50.034,73	48.158,30	26,23	25,25	54,69	52,64
4	PS 217 PR	53.986,18	74.223,73	70.312,28	70.727,70	130,24	131,01	94,73	95,29	10.895,74	10.960,12	1,0000	53.986,18	74.223,73	70.312,28	70.727,70	130,24	131,01	94,73	95,29
5	PS 219 PR	77.680,11	31.483,40	34.245,13	33.051,10	44,08	42,55	108,77	104,98	4.608,83	4.448,13	0,8571	66.582,95	26.985,77	29.352,97	28.329,51	44,08	42,55	108,77	104,98
6	PS 420 PR	64.733,42	39.978,92	35.629,85	37.084,30	55,04	57,29	89,12	92,76	4.468,21	4.650,61	1,0286	66.582,95	41.121,18	36.647,85	38.143,85	55,04	57,29	89,12	92,76
7	PS 421 PR	21.671,87	23.020,12	20.303,61	20.005,30	93,69	92,31	88,20	86,90	2.320,04	2.285,95	1,3286	28.792,63	30.583,88	26.974,80	26.578,47	93,69	92,31	88,20	86,90
8	PS 430 PR	127.322,24	141.409,32	149.696,40	133.152,20	117,57	104,58	105,86	94,16	19.219,54	17.095,43	1,3286	169.156,68	187.872,38	198.882,36	176.902,21	117,57	104,58	105,86	94,16
	Jumlah Loom III	536.144,97	664.157,41	646.930,02	615.810,00	120,66	114,86	97,41	92,72	84.844,09	80.896,26	-	575.852,54	672.793,87	650.524,84	614.919,17	112,97	106,78	96,69	91,40
	Rata-Rata/ Hari	17.295,00	21.424,43	20.868,71	19.864,84							-								
	Jumlah Loom II + III	739.621,44	858.840,48	840.560,38	780.605,30	113,65	105,54	97,87	90,89	110.569,96	102.785,12	-	779.329,01	867.476,94	844.155,21	779.714,47	108,32	100,05	97,31	89,88
	Jumlah Total	1.709.579,20	1.650.996,90	1.536.180,99	1.462.192,50	89,86	85,53	93,05	88,56	234.948,77	224.558,39	-	1.727.978,80	1.629.246,51	1.512.129,34	1.434.285,23	87,51	83,00	92,81	88,03

