TUGAS AKHIR – TI 184833

Pengelolaan Persediaan dan *Replenishment Finished Goods* dalam Menghadapi Peralihan Sistem Pembelian (Studi Kasus PT Trafo, Produsen Transformator)

Muhammad Difa Azmii
02411640000029

DOSEN PEMBIMBING :
Prof. Ir. Moses L. Singgih,M.Sc.PhD.,IPU
NIP. 195908171987031002

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2020

Pengelolaan Persediaan dan *Replenishment Finished Good* dalam Menghadapi Peralihan Sistem Pembelian (Studi Kasus PT Trafo, Produsen Transformator)

Nama : Muhammad Difa Azmii
NRP : 02411640000029
Departemen : Teknik Sistem dan Industri – ITS
Pembimbing : Prof. Ir. Moses L. Singgih,M.Sc.PhD.,IPU

ABSTRAK

Penelitian ini dilatar-belakangi oleh terjadinya peralihan sistem pembelian produk antara PT Trafo dengan PT P yang merupakan *customer* utama bagi perusahaan. Kondisi yang dihadapi PT Trafo yaitu akan beralihnya sistem pembelian kontrak digantikan dengan sistem pembelian *market place* yang disediakan oleh PT P. Hal ini dianggap pihak manajemen PT Trafo dapat menimbulkan ancaman bagi posisi perusahaan di pasar dikarenakan; (1) Memicu ketidakpastian *demand* dengan pemangkasan alur pembelian, (2) Informasi kinerja PT Trafo menjadi transparan dengan adanya fitur *rating* yang diberikan, (3) terdapat fitur *tracking* stok *finish good* dimana belum menjadi perhatian utama PT Trafo sebagai perusahaan *make-to-order*. Dalam merespon kasus ini perusahaan memerlukan rekomendasi dalam cara pandang perusahaan mengelola persediaan dan produksi (*replenishment*), sesuai dengan kasus yang terjadi pada kegiatan pembelian.

Rekomendasi yang dirancang pada penelitian ini yaitu berupa pengelolaan persediaan dan *replenishment finish good* dengan menentukan tingkat persediaan yang optimal (*safety stock* dan *reorder level*) serta rekomendasi dalam melakukan *replenishment* dengan perhitungan *Economic Production Quantity* (EPQ) untuk tiap produk. Setelah itu, dilakukan pengujian hasil yang didapatkan dilakukan dengan simulasi kejadian diskrit berdasarkan sistem kontrol persediaan *continuous-review system* agar mendapatkan hasil terbaik dengan mempertimbangkan *demand* yang terjadi.

Hasil yang didapat dari rangkaian pengolahan data, terpilih (s, Q) *system* sebagai kebijakan yang paling sesuai untuk diterapkan. Selain itu, melalui rekomendasi *safety stock*, *reorder level*, dan EPQ yang diajukan pada penelitian setelah disimulasikan menunjukkan peningkatan pencapaian pada dua parameter yang diukur. Kedua parameter tersebut yaitu presentase ketepatan waktu (86,23%) dan *service level* (99,28%).

Kata kunci:
Pengelolaan persediaan, *replenishment finish good*, *continuous-review system*, *Economic Production Quantity*

Management of Inventory and Finished Goods Replenishment to Deal with Purchasing System Transition (Case Study of PT Trafo, Transformator Manufacturer)

Name : Muhammad Difa Azmii
Student ID : 02411640000029
Department : Teknik Sistem dan Industri – ITS
Supervisor : Prof. Ir. Moses L. Singgih,M.Sc.PhD.,IPU

ABSTRACT

The background of this research is the occurrence of transition that occurs in the product purchasing system between PT Trafo and PT P, which is the main customer for the company. The condition faced by PT Trafo is the replacement of purchasing system with PT P, from contract purchasing to market place system. This is considered a threat by management to the company's position in the market due to; (1) Triggering demand uncertainty caused by the reduced purchasing procedure, (2) Information of PT Trafo's performance becomes transparent by the rating feature that is provided, (3) Presence of stock tracking feature which is not yet a major concern for PT Trafo as a make-to-order company. In responding to this case the company needs recommendations in the perspective of managing inventory and production (replenishment), in accordance with condition that occurs in purchasing activities.

The recommendations designed in this study are the management of inventory and finished goods replenishment by determining the optimal inventory level (safety stock and reorder level) and the calculation of Economic Production Quantity (EPQ) for each product as replenishment rate. After that, the result will be tested by conducting discrete event simulation based on a continuous-review inventory control system in order to get the best results taking into account the demand that occurs.

The result of data processing, (s, Q) system choosen as the most applicable control system. Furthermore, through the recommendations of safety stock, reorder level, and EPQ proposed by this research shown an increase in accession on the two parameters measured. Those parameters are the percentage of punctuality (86,23%) and service level (99,28%).

Keyword:
Inventory management, finished goods replenishment, continuous-review system, Economic Production Quantity

LEMBAR PENGESAHAN

Pengelolaan Persediaan dan *Replenishment Finished Good* dalam Menghadapi Peralihan Sistem Pembelian (Studi Kasus PT Trafo, Produsen Transformator)

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik dari
Departemen Teknik Sistem dan Industri
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, Indonesia

Penulis
Muhammad Difa Azmii
NRP 02411640000029

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc., M.Reg.Sc.,Ph.D., IPU

NIP. 195908171987031002

SURABAYA, Mei 2020

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT senantiasa penulis panjatkan karena berkat rahmat dan ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **"Pengelolaan Persediaan dan *Replenishment Finished Good* dalam Menghadapi Peralihan Sistem Pembelian (Studi Kasus PT Trafo, Produsen Transformator)".** Shalawat serta salam juga senantiasa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penulis menyampaikan penghargaan dan rasa terima kasih sebesarbesarnya kepada pihak-pihak yang telah memberikan doa, dukungan, saran dan motivasi selama proses pengerjaan Tugas Akhir, pihak-pihak tersebut diantaranya.

1. Bapak Prof. Ir. Moses L. Singgih,M.Sc.PhD.,IPU selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir.
2. Bapak Utomo Budi Seniar selaku *Business Unit Manager* PT Trafo yang telah memberikan izin, akses, dan bantuan dalam melaksanakan penelitian. Serta beberapa pihak PT Trafo yang banyak membantu dalam hal informasi, diskusi, dan penyediaan data penelitian; Bapak Aslik selaku Supervisor PPIC, Sdr. Faizal Sandra, S.T selaku Staff HRD, dan Sdr. Wisnu Alvinda Iskandar, S.T selaku DTR Produksi.
3. Bapak Dr. Ir. Mokh. Suef, M.Sc.(Eng), Bapak Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng, dan Ibu Niken A Safitri S.T., M.T yang telah memberikan banyak saran dan masukan dalam seminar proposal.
4. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E., Ph.D selaku Kepala Departemen dan seluruh Bapak/Ibu Dosen serta Karyawan Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS yang telah membimbing penulis selama menuntut ilmu di Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS.
5. Kedua orang tua penulis, kedua adik penulis, serta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan dan motivasi kepada penulis
6. Seluruh sahabat, rekan, kolega, serta seluruh pihak yang telah mendukung pengerjaan tugas akhir melalui saran, dukungan, maupun doa.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mohon maaf sebesar-besarnya serta terbuka akan kritik dan saran pembaca yang dapat membangun untuk memperbaiki penulisan selanjutnya. Semoga penelitian yang penulis lakukan dapat memberikan manfaat.

Tangerang, Juli 2020

Muhammad Difa Azmii

DAFTAR ISI

ABSTRAK ..... **iii**
ABSTRACT ..... ***v***
KATA PENGANTAR ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **xii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xv**
DAFTAR TABEL ..... **xvi**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Permasalahan 8
1.3 Tujuan 8
1.4 Manfaat 9
1.5 Ruang Lingkup Penelitian 9
1.5.1 Batasan Penelitian 9
1.5.2 Asumsi Penelitian 10
1.6 Sistematika Penulisan 10
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA **13**
2.1 Persediaan 13
2.1.1 Fungsi Persediaan 13
2.1.2 Klasifikasi Persediaan 15
a. *Raw Material* 16
b. *Work-in-Process* (WIP) 16
c. *Finished Goods* 16
d. *Distribution Inventories* 16
2.1.3 Komponen Biaya Persediaan 16
2.2 *Economic Production Quantity* (EPQ) 17
2.2.1 *EPQ Single Item* 18
2.2.2 *EPQ Multi Item* 19
2.3 Kebijakan Persediaan 20

2.3.1 *Order Point, Order Quantity (s, Q) System* 20
2.3.2 *Order Point, Order-Up-to-Level (s, S) System* 21
2.3.3 *Periodic-Review, Order-Up-to-Level (R, S) System* 21
2.3.4 *(R, s, S) System* 22
2.4 Simulasi Kejadian Diskrit 22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 24
3.1 Studi lapangan 25
3.2 Pengumpulan data 25
3.3 Pengolahan Data 25
3.3.1 Pengolahan data pendukung 26
3.3.2 Evaluasi kondisi eksisting 26
3.3.3 Rekomendasi jumlah persediaan 26
3.3.4 Rekomendasi jumlah replenishment (EPQ) 27
3.3.5 Simulasi Kejadian Diskrit 27
3.3.6 Perbandingan hasil 29
3.3.7 Rancangan penerapan 29
BAB 4 31
4.1 Pengolahan Data Pendukung 31
4.1.1 Demand Historis Produk 31
4.1.2 Production Rate dan Demand Rate 35
4.1.3 *Komponen Biaya Persediaan* 36
4.2 Evaluasi Kondisi Eksisting 40
4.3 Rekomendasi Jumlah Persediaan 42
4.4 Rekomendasi Jumlah *Replenishment* 43
4.5 Identifikasi Elemen Ketidakpastian 44
4.6 Simulasi Kejadian Diskrit 46
4.6.1 Kebijakan Saat ini 46
4.6.2 (s, Q) System 53
4.6.3 (s, S) System 59
4.7 Perbandingan Hasil 65
4.8 Rancangan Penerapan 67

4.8.1 Rancangan Mekanisme Penanganan Order 67
4.8.2 Usulan Penerapan Kebijakan 68
BAB 5 71
5.1 Analisa Kasus Peralihan Sistem Pembelian Produk 71
5.2 Analisa Rekomendasi 72
5.2.1 Rekomendasi Jumlah Persediaan 72
5.2.2 Rekomendasi Jumlah Replenishment 74
5.3 Analisa Perbandingan Hasil Simulasi 75
5.4 Analisa Rancangan Penerapan 77
BAB 6 79
6.1 Kesimpulan 79
6.2 Saran 80
DAFTAR PUSTAKA 81
LAMPIRAN 83
BIOGRAFI PENULIS 87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik posisi persediaan *finish good* dibanding *demand* pada periode dari sampel produk dengan penjualan *medium* 5
Gambar 1.2 Grafik posisi persediaan *finish good* dan *demand* pada periode dari sampel produk *slow-moving* 6
Gambar 1.3 Grafik posisi persediaan *finish good* dan *demand* pada periode dari sampel produk *fast-moving* 6
Gambar 2.4 Model persediaan dengan *uncertain demand* dan *lead time* tetap 15
Gambar 2 5 Satu siklus dari persediaan dengan EPQ 18
Gambar 2.6 Model sistem kebijakan (s, Q) 20
Gambar 2.7 Model sistem kebijakan (s, S) 21
Gambar 2.8 Model sistem kebijakan (R, S) 22
Gambar 2.9 Langkah dalam melakukan simulasi 23
Gambar 3.1 *Flowchar*t penelitian Tugas Akhir 25
Gambar 3.2 Kerangka elemen simulasi 28
Gambar 3.3 *Logic diagram* simulasi 29
Gambar 4.1. Hasil *input analyzer data demand* produk 50 Ncsp 44
Gambar 4 2 Hasil *input analyzer* data TBA *demand* produk 50 Ncsp 45
Gambar 4.3 Model konseptual kebijakan saat ini 47
Gambar 4.4 Grafik tingkat persedian produk 50 Ncsp 52
Gambar 4.5 Model konseptual simulasi kebijakan (s, Q) 54
Gambar 4.6 Grafik tingkat persediaan per bulan produk 50 Ncsp 58
Gambar 4.7 Model konseptual simulasi kebijakan (s, S) 60
Gambar 4 8 Grafik Tingkat persediaan per bulan produk 50 Ncsp 64
Gambar 4 9 Flowchart pengelolaan persediaan dan replenishment 67

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Contoh tampilan katalog pada market place PT P.....3
Tabel 1.2 Perbandingan penerapan sistem *market place* untuk pembelian.....4
Tabel 1.3 Perbandingan kondisi persediaan dan produksi saat diterapkannya sistem *market place* 8
Tabel 4.1 Demand historis periode 2019/2020..... 32
Tabel 4.2 Demand historis periode 2018/2019..... 33
Tabel 4.3 Demand historis periode 2017/2018..... 34
Tabel 4.4 Perhitungan *demand rate* dan *production rate*..... 36
Tabel 4.5 Perhitungan *setup cost*..... 37
Tabel 4.6 Perhitungan biaya tetap persediaan 38
Tabel 4.7 Perhitungan biaya operasional penyimpanan 38
Tabel 4.8 Perhitungan biaya aset terdepresiasi..... 39
Tabel 4.9 Rekapitulasi perhitungan biaya simpan..... 39
Tabel 4.10 Kondisi jumlah *finished good* sebelum dilakukan rekomendasi 41
Tabel 4.11 Rekapitulasi perhitungan *safety stock* dan *reorder level*..... 42
Tabel 4.12 Rekapitulasi perhitungan EPQ 43
Tabel 4.13 Rekapitulasi formula untuk *fitting distribution demand* produk..... 45
Tabel 4 14 Rekapitulasi formula untuk *fitting distribution TBA demand* produk..... 46
Tabel 4.15 Penentuan jumlah replikasi..... 50
Tabel 4.16 Rekapitulasi perbandingan durasi pemenuhan *order* 50
Tabel 4.17 Rekapitulasi perbandingan durasi pemenuhan *order* (Lanjutan) 51
Tabel 4.18 Validasi durasi pemenuhan *order*..... 51
Tabel 4.19. Keluaran simulasi kondisi eksisting..... 52
Tabel 4.20 Tabel keluaran simulasi kondisi eksisting per produk 52
Tabel 4.21 Tabel keluaran simulasi kondisi eksisting per produk (Lanjutan)..... 53
Tabel 4 22 Parameter persediaan (s, Q)..... 57
Tabel 4.23 Keluaran simulasi kebijakan (s, Q) 57

Tabel 4.24 Keluaran simulasi kebijakan (s, Q) (Lanjutan) 58
Tabel 4.25 Rekapitulasi keluaran simulasi kebijakan (s, Q) 58
Tabel 4.25 Rekapitulasi keluaran simulasi kebijakan (s, Q) (Lanjutan) 59
Tabel 4.26 Parameter persediaan (s, S) 63
Tabel 4.27 Keluaran simulasi kebijakan (s, S) 64
Tabel 4.28 Rekapitulasi keluaran simulasi kebijakan (s, S) 65
Tabel 4.29 Rekapitulasi perbandingan hasil simulasi 66
Tabel 4.30 Keluaran simulasi alternatif baru (MIX) 68
Tabel 4.31 Keluaran simulasi alternatif baru (MIX) (Lanjutan) 69
Tabel 4.32 Perbandingan rencana penerapan 69

BAB 1
PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang masalah, rumusan dari permasalahan, tujuan, manfaat, serta ruang lingkup serta batasan dan asumsi dari penelitian yang akan dilakukan.

1.1 Latar Belakang Masalah

Perusahaan sebagai sebuah sistem yang kompleks tentu memiliki beberapa masalah yang timbul diakibatkan oleh elemen yang terkait perusahaan tersebut, baik dari dalam perusahaan (internal) maupun dari luar perusahaan (eksternal). Dengan adanya potensi masalah yang dapat timbul pada perusahaan, tentu perlu diperlukan strategi untuk merespon permasalahan tersebut agar tidak mempengaruhi kinerja perusahaan (Chaabane dan Trentesaux, 2019). Industri di Indonesia saat ini sedang memasuki era disrupsi yang juga merupakan salah satu bentuk gangguan yang muncul dari perkembangan teknologi industri 4.0 (Tayibnapis, Wuryaningsih, dan Tn, 2019). Perkembangan teknologi di Indonesia mengharuskan industri dapat menyesuaikan dengan adaptasi *platform* digital yang mulai diikutsertakan dalam proses bisnis.

Dalam penelitian ini, penulis akan melakukan studi kasus yang terjadi pada PT Trafo yang merupakan perusahaan nasional produsen transformator (*power*, *distribution*, dan *instrument*) yang telah beroperasi sejak 1985. Pihak PT Trafo mendapatkan informasi bahwa akan terjadi perubahan sistem pengadaan pada salah satu perusahaan yang menjadi *client* utama (PT P) yang berpotensi mengancam reputasi PT Trafo di pasar. Hingga saat ini PT Trafo menjalankan kontrak pengadaan atau *join procurement* (J-Proc) dengan PT P pada 13 tipe produk trafo, namun beberapa waktu mendatang PT P akan mengadopsi sistem ”*market place”* bagi perusahaan-perusahaan yang menjadi *vendor* termasuk PT Trafo. Sistem *market place* merupakan inovasi yang dicanangkan PT P sebagai *platform* pembelian dengan perusahaan *vendor*, termasuk PT Trafo. Penerapan sistem *market place* menggantikan sistem pengadaan sebelumnya berupa *tender* yang telah diterapkan selama 30 tahun

perusahaan beroperasi. Kasus ini juga merupakan *downstream disturbance*, biasa terjadi pada perusahaan yang diakibatkan karena terjadinya perubahan pada mekanisme *order* yang membuat perusahaan perlu mempertimbangkan strategi dalam menghadapinya (Frizelle, McFarlane, dan Bongaerts, 1998). Sistem *market place* yang diterapkan tentunya akan memangkas waktu yang diperlukan untuk melakukan pengadaan trafo. Dibandingkan dengan pengadaan kontrak, sistem *market place* juga akan mengurangi komunikasi dan negosiasi antara *client* dan PT Trafo sehingga dapat memicu ketidakpastian datangnya permintaan.

Terjadinya peralihan sistem pengadaan ini dapat menjadi ancaman bagi PT Trafo yang menerapkan sistem produksi *make-to-order* (MTO) dalam menangani *order*. Pada sistem produksi MTO, jumlah barang yang diproduksi tergantung pada *order* yang diterima, sehingga perusahaan cenderung tidak memiliki persediaan (Arreola-Risa, dan Decroix, 1998). Sistem produksi ini juga mendukung PT Trafo dalam memenuhi spesifikasi *order* yang berbeda untuk tiap *client*. Dalam menjalani kontrak dengan PT P, perusahaan telah menerapkan pengelolaan persediaan namun masih belum optimal sehingga tetap perlu mengejar produksi untuk periode selanjutnya. Hal tersebut masih dapat ditolerir dari segi operasional karena komunikasi pada sistem pengadaan kontrak dapat lebih transparan dan memudahkan bagi PT Trafo. Selain itu, dalam *delivery lead time* pada perusahaan MTO akan lebih panjang karena dimulai dari tahap awal produksi (Arnold, Chapman, dan Lioyd, 2008). Peralihan sistem pengadaan ini juga menjadi ancaman mengingat semakin singkatnya waktu *client* dalam melakukan pembelian sedangkan waktu produksi dari trafo yang panjang.

Hingga saat ini, PT Trafo telah mendapatkan beberapa informasi dari penerapan sistem *market place* yang nantinya akan diterapkan. Perusahaan *vendor* akan dimasukkan kedalam satu katalog seperti melakukan belanja *online*. Informasi dari perusahaan juga akan terpampang pada katalog tersebut, yang terdiri dari; *rating*, harga, alokasi stok, dan stok. Informasi ”*Rating”* menujukkan penilaian yang diberikan dari unit dari PT P yang menjadi client, “harga” menunjukkan harga satuan produk yang telah diatur pada KHS (Ketetapan Harga Satuan), “alokasi stok” merupakan alokasi pengadaan yang diberikan pada *vendor* tersebut, dan “stok” menunjukkan

persediaan barang yang dimiliki *vendor*. Transparansi informasi yang ditampilkan pada *market place* dinilai dapat mengancam posisi PT Trafo di pasar, terutama informasi *rating* dan stok. Pada sistem *market place*, alokasi hanya diberikan untuk satu tahun tidak seperti pada sistem kontrak yang diberikan dalam tahunan dan tiap bulan. Hal ini turut memicu ketidakpastian datangnya permintaan.

Tabel 1. 1 Contoh tampilan katalog pada *market place* PT P

Vendor	Rating	Harga	Biaya Kirim	Max Pengiriman	Alokasi Stok	Stok	Periode Harga
Vendor A	3.9	Rp 673.900	N/A	45 Hari	7.000	49.395	27-Nov-20
Vendor B	4.4	Rp 673.900	N/A	45 Hari	4.950	23.494	27-Nov-20
Vendor C	3.1	Rp 673.900	N/A	45 Hari	2.850	10.000	27-Nov-20

Dengan adanya tampilan *rating*, *client* akan dapat menilai kinerja PT Trafo dengan mudah dan lebih transparan. Dengan beralihnya sistem pengadaan kontrak menjadi *market place*, perusahaan *vendor* seperti PT Trafo dituntut untuk mampu memberikan pelayanan terbaik bagi *client*. Menghadapi hal ini, perusahaan menetapkan empat aspek penting dari pemenuhan order yang perlu ditekankan, yaitu; (1) ketepatan waktu, (2) kondisi produk saat diterima *client*, (3) kondisi produk saat *on-site* (digunakan di lapangan), dan (4) visual produk. Keempat aspek tersebut menjadi kriteria dari internal PT Trafo sebagai acuan dalam memberi pelayanan yang baik, terutama dalam menghadapi sistem *rating* yang nantinya diterapkan.

Tampilan stok pada *market place* nantinya akan menunjukkan ketersediaan barang yang dimiliki perusahaan *vendor* ketika *client* akan melakukan pembelian. Secara tidak langsung informasi stok dapat mempengaruhi penilaian *client* untuk melakukan pembelian pada *vendor* tersebut dari segi ketersediaan barang, maka dari itu PT Trafo perlu memastikan stok yang tercatat pada *market place* dapat memenuhi permintaan dari PT P. Pada sisi lain, perusahaan perlu memperhatikan jumlah stok yang optimal

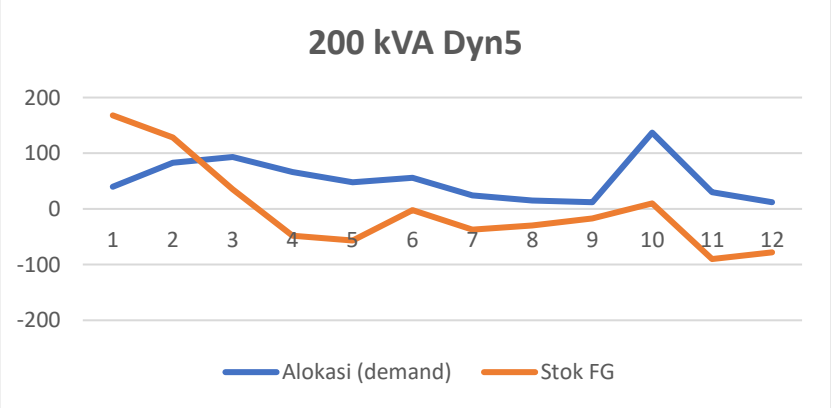
untuk disimpan mempertimbangkan hal seperti kapasitas *warehouse* dan *holding cost.* Hingga saat ini, PT Trafo melakukan pencatatan dari stok *finish good* setiap 2 minggu yang dipersiapkan untuk pembelian dari PT P pada tiap bulannya. Penyimpanan trafo *finish good* berlokasi di *warehouse* yang dimiliki perusahaan dan lahan sewa tambahan.

Tabel 1.2 Perbandingan penerapan sistem *market place* untuk pembelian

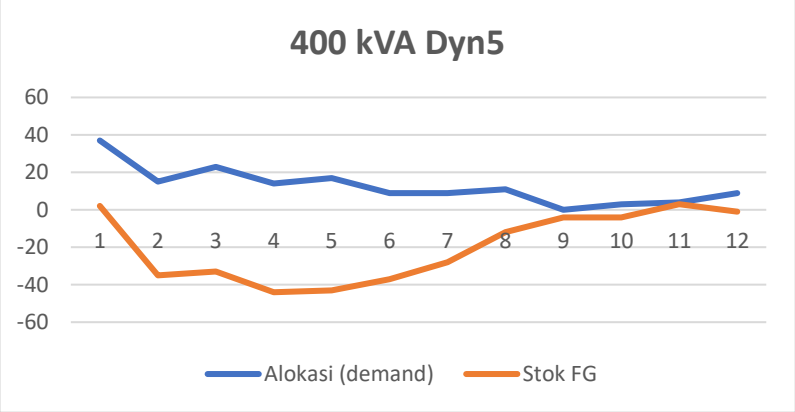
Kondisi yang berubah	Pengadaan kontrak (konvensional)	Sistem *market place*
Tracking stok	Tidak ada	Ada
Alur Pembelian oleh PT P	Alokasi bulanan – SPB (Surat Pembelian Barang) – FAT (*Field Acceptence Test*) - *delivery*	Pembelian *market place* – FAT (*Field Acceptance Test*) – *delivery*
Pemberian *feedback*	Melalui pihak yang bersangkutan, tidak secara luas	Tebuka pada sistem, dapat dilihat melalui *rating*
Konsekuensi keterlambatan	*Penalty cost*	*Penalty cost* dan *rating* buruk
Komunikasi terkait pembelian	Dapat dilakukan secara kontinu	Hanya ketika *order* sudah masuk ke *market place*
Kesepakatan pembelian	Dapat terjadi negoisasi	Sudah ditetapkan di awal

Kondisi yang ditimbulkan dari perubahan sistem pengadaan menyebabkan informasi menjadi lebih transparan bagi pihak yang dapat mengakses, terutama informasi *rating* dan stok yang dianggap perlu diperhatikan PT Trafo. Dalam

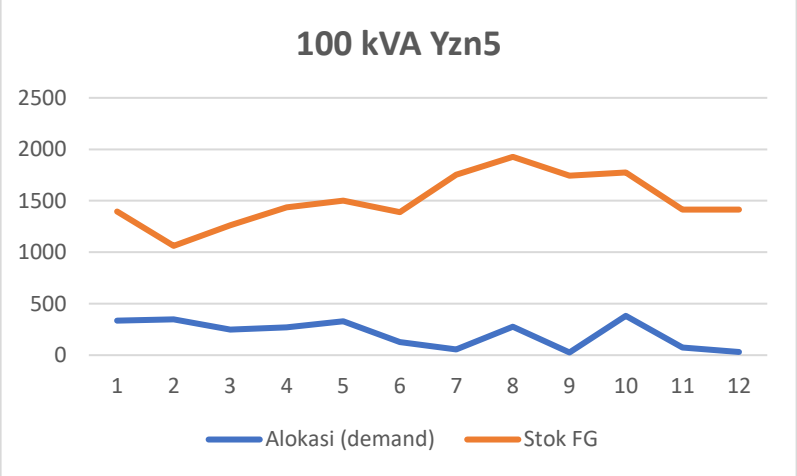
menghadapi kondisi ini, diperlukan rekomendasi solusi yang dapat menjaga tingkat layanan sekaligus pengendalian stok atau persediaan yang optimal untuk menghadapi adanya transparansi dari kedua informasi tersebut. Pada penelitian ini, akan dilakukan perancangan strategi bagi PT Trafo dalam menghadapi kasus yang dialami, khususnya pada aspek ketepatan waktu serta solusi bagi pengendalian persediaan yang optimal. Dalam menangani produk J-Proc dari PT P, perusahaan belum menerapkan pengelolaan persediaan dengan baik. PT Trafo baru akan melakukan produksi ketika menerima alokasi dari PT P, kemudian muncul sejumlah persediaan sesuai sisa produk yang tidak dibeli. Bahkan terdapat beberapa periode dengan nilai jauh dibawah alokasi dikarenakan perusahaan belum memiliki persediaan *finish good* ketika turunnya alokasi. Berdasarkan hasil wawancara, kondisi tersebut tidak berarti tarjadinya *backorder*, namun perusahaan perlu mengejar produksi sejumlah unit produk yang kurang. Hal ini menyebabkan beberapa hal seperti penundaan pada proyek lain dan jam kerja *overtime*, maka dari itu pada penelitian ini rancangan akan mengarah pada rekomendasi perbaikan pengelolaan persedian untuk diterapkan sesuai berdasarkan perkiraan kondisi yang akan datang. Secara garis besar, dalam menghadapi kondisi mendatang yang mengarah pada sistem *market place*, PT Trafo perlu mengubah cara pandang dalam mengelola produk agar dapat menjaga kinerja yang baik saat diterapkannya sistem pembelian *market place*. Gambar 1.1, 1.2, dan 1.3 menunjukkan grafik tingkat persediaan dibandingkan dengan alokasi bulanan (*demand*) pada tiga sampel produk J-Proc.



Gambar 1.1 Grafik posisi persediaan *finish good* dibanding *demand* pada periode dari sampel produk dengan penjualan *medium*



Gambar 1.2 Grafik posisi persediaan *finish good* dan *demand* pada periode dari sampel produk *slow-moving*



Gambar 1. 3 Grafik posisi persediaan *finish good* dan *demand* pada periode dari sampel produk *fast-moving*

Penelitian diawali dengan mempelajari kasus yang terjadi pada PT Trafo serta dampak yang ditimbulkan. Dengan terjadinya perubahan pada proses pembelian, maka penelitian dilanjutkan dengan mengetahui kondisi eksisting dari pengelolaan persediaan dan replenishment *finish good* yang berkaitan langsung dengan aktivitas pembelian. Berdasarkan Gambar 1.1, 1.2, dan 1.3, terlihat bahwa pengelolaan persediaan terhadap tingkat persediaan yang saat ini diterapkan PT Trafo perlu perbaikan untuk beradaptasi dengan sistem pembelian *market place* yang akan berlaku dengan adanya pemberian *rating* dan *tracking* stok. Dalam menghadapi kondisi ini, PT Trafo perlu mempertahankan *service level* yang merupakan presentase dari pemenuhan

pesanan yang penentuannya dapat dilakukan dengan mempertimbangkan *safety stock* yang tersedia dan *demand* dengan tidak terjadinya *stockout* atau keterlambatan, sebagai salah satu target parameter kinerja internal perusahaan dalam ketepatan waktu. Selain itu juga perlu menerapkan konsep *Economic Production Quantity* (EPQ) yang digunakan dalam menentukan jumlah yang optimal bagi perusahaan untuk melakukan produksi dengan mempertimbangkan pemenuhan *demand* dan tingkat persediaan yang cukup dalam melakukan *replenishment finish good* (Tersine, 1994). Hasil yang diharapkan dari penelitian ini, yaitu memberikan rekomendsi pengelolaan persediaan dan *replenishment finish good* bagi perusahaan dalam menghadapi kondisi baru yang akan dihadapi. Pengujian terhadap rekomendasi dilengkapi dengan eksperimentasi yang dilakukan melalui simulasi kejadian diskrit yang mengacu pada rencana pengendalian persediaan yang akan dilakukan perusahaan, serta sistem kontrol persediaan secara *continuous review*. Perhitungan *safety stock* dari rencana penerapan didapatkan berdasarkan presentase *demand* produk tersebut terhadap keseluruhan produk J-Proc. Masukan dari simulasi untuk pengujian terhadap rekomendasi yaitu *safety stock*, *reorder level*, dan jumlah *replenishment*. Setelah didapatkan hasil dari pengujian dilakukan rancangan penerapan agar dapat diterapkan oleh perusahaan.

Tabel 1.3 Perbandingan kondisi persediaan dan produksi saat diterapkannya sistem *market place*

Penyesuaian kondisi persediaan dan produksi	Pengadaan kontrak (konvensional)	Sistem *market place*
delivery lead time	*manufacture - assemble - ship*	*assemble - ship*
tingkat persediaan	rendah	perlu menyesuaikan *demand*
batch size (jumlah *replenishment*)	mengacu pada *order*	mengacu pada *order* dan tingkat persediaan
number of run	mengacu pada *order*	mengacu pada *order* dan tingkat persediaan

1.2 Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang pada subbab sebelumnya, permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu bagaimana PT Trafo dapat melakukan beberapa penyesuaian untuk menghadapi perubahan berupa sistem pembelian *market place*. Penerapan sistem *market place* ini mengakibatkan perubahan mengingat sistem produksi PT Trafo yang berupa *make-to-order* serta jenis produk membutuhkan durasi produksi yang panjang. Pada penelitian ini juga dilakukan perencanaan rekomendasi pengelolaan persedian yang dapat diterapkan PT Trafo dalam menghadapi kondisi tersebut, dengan memerhatikan ketepatan waktu dan pengelolaan persediaan yang optimal. Solusi yang akan dilakukan peneliti dalam menghadapi sistem *market place* yaitu; (1) Jumlah persediaan yang optimal untuk *finish good* (*safety stock* dan *reorder level*), (2) Penentuan kegiatan *replenishment finished good* (produksi) yang optimal untuk dilakukan (jumlah dan periode).

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa terjadinya peralihan sistem pembelian yang dapat memberi

pengaruh kepada kegiatan PT Trafo.

2. Menganalisa serta mengevaluasi penerapan pengelolaan persediaan dan *replenishment finish good* yang telah diterapkan PT Trafo untuk menghadapi kondisi peralihan sistem pembelian pada waktu mendatang.
3. Memberikan rekomendasi pengelolaan persediaan dan *replenishment finish good* berdasarkan kondisi setelah diterapkannya sistem pembelian *market place*.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi kasus dari isu yang muncul seiring perkembangan inovasi teknologi yang perlu dipertimbangkan perusahaan, serta bagaimana cara perusahaan menghadapinya.
2. Peneliti dapat mempelajari penerapan keilmuan Teknik Industri dikaitkan dengan kasus yang dihadapi perusahaan dan pengelolaan persediaan.
3. Memberikan rekomendasi bagi perusahaan dalam menghadapi perubahan sistem pembelian agar dapat mempertahankan kinerja perusahaan, berupa rekomendasi pengelolaan persediaan dan *replenishment finish good.*

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dari penelitian yang dijelaskan melalui batasan dan asusmsi berikut.

1.5.1 Batasan Penelitian

Adapun batasan dari penelitian ini, yaitu:

1. Objek amatan berupa produk yang termasuk dalam pengadaan kontrak (*join procurement*) dengan PT P.
2. Data historis yang digunakan berupa data historis demand produk *join procurement* dengan PT P untuk tiga tahun terakhir.

3. Tidak mempertimbangkan aspek persaingan dengan perusahaan *vendor* lain, fokus pada perbaikan kinerja perusahaan dalam menghadapi kasus yang akan dihadapi.

1.5.2 Asumsi Penelitian

Adapun kondisi yang diasumsikan pada penelitian ini, yaitu:

1. *Demand* pada periode yang diamati (mendatang) mengikuti alokasi tahunan dari PT P.
2. Data *confidential* akan mengacu pada target perusahaan (*defect rate*) atau studi literatur (*holding cost*, *setup cost*, atau komponen biaya lainnya).
3. Pada kondisi eksisting, PT Trafo dapat memenuhi *order* tanpa adanya *backorder*.
4.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada sub bab ini akan dijelaskan sistematika penulisan yang merupakan kerangka laporan penelitian. Berikut sistematika penulisan laporan.

BAB 1 PENDAHULUAN

Merupakan bab pendahuluan yang menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan ruang lingkup dari penelitian ini. Pengerjaan keseluruhan laporan akan mengacu pada hal-hal yang dicantumkan pada sub bab.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan landasan teori dari pelaksanaan penelitian. Adapun teori yang dicantumkan yaitu persediaan, *Economic Production Quantity* (EPQ), kebijakan persediaan, dan simulasi kejadian diskrit.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan metodologi yang digunakan untuk mencari penyelesaian masalah hingga merancang rekomendasi dalam penelitian. Adapun

metodologi pada bab ini akan disajikan melalui diagram alir (*flowchart*) dan penjelasan pada tiap tahap.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berdasarkan alur yang telah digambarkan pada metodologi penelitian, dilakukan pengumpulan serta pengolahan data sesuai penjelasan yang diberikan. Pada bab ini juga dilakukan penerapan dari teori yang dijelaskan dalam tinjauan pustaka. Dalam pengerjaan bab ini, diharapkan akan diketahui hasil dari penelitian yang dilakukan.

BAB 5 ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, akan dilakukan analisa dan pembahasan lebih mendalam berdasarkan hasil yang didapatkan pada bab 4. Pengerjaan bab ini diharapkan dapat mengaitkan hasil yang didapat dari penelitian untuk penerapan kondisi objek amatan. Analisa yang dilakukan pada bab ini dimulai dari analisa kasus yang terjadi hingga analisis hasil yang didapatkan untuk diterapkan objek amatan.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan disimpulkan secara garis besar proses penelitian untuk menjawab tujuan pada bab 1. Bab ini juga dilengkapi dengan saran peneliti berikutnya untuk dalam mengerjakan topik serupa atau kelanjutan dari penelitian ini.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab ini akan dijelaskan mengenai tinjauan pustaka sebagai dasar teori peneliti dalam melakukan penelitian.

2.1 Persediaan

Menjaga tingkat ketersediaan barang merupakan salah satu aktivitas penting bagi perusahaan yang menyediakan produk *tangible* bagi konsumen (Wild, 2002). Perusahaan akan menjadikan persediaan yang dimiliki sebagai acuan dalam menjalankan kegiatan bisnis perusahaan, seperti produksi, pembelian, pengiriman, serta kegiatan lainnya. Persediaan diperlukan perusahaan sebagai respon dari adanya ketidakpastian, baik yang disebabkan oleh internal maupun ekternal perusahaan (Pujawan, 2017). Kondisi internal yang dapat menyebabkan ketidakpastian mengarah pada kemampuan operasi perusahaan, sedangkan eksternal perusahaan meliputi lingkungan yang mendukung aktivitas perusahaan. Berikut penjelasan lebih lanjut terkait persediaan berdasarkan fungsi, klasifikasi, dan komponen biaya persediaan.

2.1.1 Fungsi Persediaan

Adanya persediaan dipicu karena kebutuhan perusahaan perlu menyeimbaingkan antara pasokan dan permintaan (Tersine, 1994). Kedua hal tersebut menimbulkan empat faktor yang mendasari fungsi dari pengelolaan persediaan, yaitu waktu, keberlanjutan, ketidakpastian, dan ekonomi. Berikut penjelasan dari fungsi yang terdiri dari *anticipation inventory*, *fluctuation inventory* (*safety stock*), *lot-size inventory* (*cycle stock*), *transportation inventory*, dan *hedge inventory* (Arnold, Chapman, dan Lioyd, 2008).

a. *Anticipation Inventory*

Merupakan persediaan yang disediakan untuk mengantisipasi kebutuhan yang akan datang. Antisipasi dilakukan terhadap kondisi yang dapat diperkirakan oleh perusahaan, seperti puncak penjualan pada periode tertentu, kegiatan promosi,

waktu libur perusahaan, serta kegiatan lain yang memerlukan antisipasi persediaan barang.

b. *Fluctuation Inventory (Safety Stock)*

Sebutan lain dari persediaan ini yaitu *buffer stock* atau *reverse stock*. Persediaan ini berfungsi sebagai pengaman dari fluktuasi serta ketidakpastian antara pasokan dengan permintaan atau *lead time*. Tersedianya *safety stock* juga menjadi pengaman dari tingkat persediaan berdasarkan hasil *forecast* untuk menghindari *stockout*. Penentuan *safety stock* (SS) dapat dilakukan dengan mempertimbangkan ketidakpastian permintaan dan *leadtime*, kemudian dilanjutkan dengan penentuan *reorder level* (ROL) yang merupakan tingkat persediaan untuk menambah pasokan kembali (Freeman dan Waters, 2003). Pada penelitian ini mempertimbangkan kondisi ketidakpastian permintaan (*uncertain demand*) dan *leadtime* yang tetap, dengan model berikut.

$$SS = Z_{\alpha} \times \sigma_{d} \times \sqrt{\overline{LT}} \qquad (2.1)$$

$$\text{ROL} = \overline{LT} \times \bar{d} + SS \qquad (2.2)$$

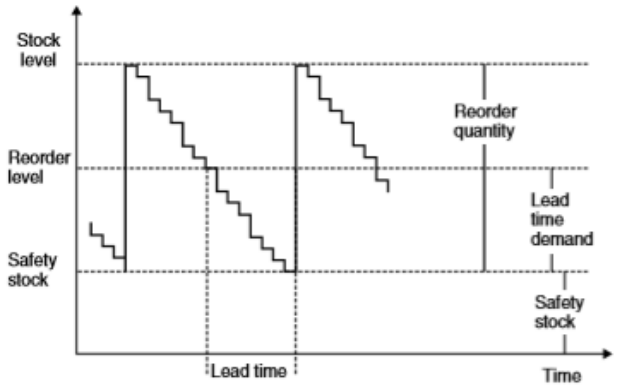
Keterangan:

Z_{α} = Faktor *service level* (invers dari distribusi normal)

σ_d = Standar deviasi dari *demand*

LT = *Lead time*

$\bar{d}$ = Rata-rata *demand*



Gambar 2. 1 Model persediaan dengan uncertain demand dan lead time tetap (Silver, Pyke, dan Thomas, 2016)

c. *Lot-Size Inventory* (*cycle stock*)

Persediaan ini dimaksudkan agar mencapai harga yang optimal dengan pembelian secara lot atau jumlah tertentu yang cenderung lebih banyak dari yang dibutuhkan. Sebagai contoh pembelian dilakukan sebanyak 10 lot dengan 50 unit dalam satu lot, untuk mencukupi kebutuhan 460 unit. Biaya optimal yang dapat dicapai dari persediaan ini didapat dengan dari *discount* harga yang diberikan *supplier*, biaya pengiriman, atau *setup cost.*

d. *Transportation Inventory*

Perusahaan tentunya memiliki waktu untuk melakukan pengiriman produk ke *customer* sesuai dengan jenis produk. Munculnya *transportation inventory* dipicu dari hal tersebut untuk mempertimbangkan jumlah persediaan yang sesuai.

e. Hedge Inventory

Persediaan jenis ini penting untuk produk *fast moving* yang dapat dengan mudah dibeli oleh konsumen. Tujuan adanya persediaan ini untuk mengantisipasi fluktuasi harga yang dapat memicu peningkatan *demand* produk.

2.1.2 Klasifikasi Persediaan

Klasifikasi persediaan dilakukan berdasarkan alur produksi dan aliran material pada perusahaan (Arnold, Chapman, dan Lioyd, 2008). Berikut klasifikasi persediaan berdasarkan aliran material.

a. *Raw Material*

Merupakan persediaan berupa barang yang belum melalui proses produksi. Persediaan jenis *raw material* dapat berupa material yang dibeli dari *supplier*, komponen atau *part*, dan barang *subassembly*.

b. *Work-in-Process* (WIP)

Persediaan ini meliputi *raw material* yang sudah memasuki tahap produksi. Dapat dikatakan WIP bila barang sedang dalam proses produksi atau sedang menunggu untuk proses selanjutnya.

c. *Finished Goods*

Merupakan persediaan yang telah selesai dari lantai produksi dan siap untuk dikirim ke *customer*. Persediaan ini sering disebut sebagai produk jadi. Pada penelitian ini, pengendalian persediaan berfokus pada *finish good* sebagai salah satu input dari sistem *market place* yang akan diterapkan. Pada PT Trafo, *finish good* akan melalui proses *field acceptance test* (FAT) sebelum dilakukan *packaging*.

d. *Distribution Inventories*

Merupakan persediaan yang telah ditempatkan pada *warehouse*. Persediaan yang telah memasuki *warehouse* siap untuk didistribusikan ke *customer*.

2.1.3 Komponen Biaya Persediaan

Salah satu tujuan dari pengelolaan persediaan yaitu mencapai biaya persediaan yang efisien (Tersine, 1994). Biaya persediaan berkaaitan dengan kegiatan operasiona perusahaan dalam mengelola persediaan dan pengambilan keputusan terhadap jumlah persediaan. Berikut penjelasan dari komponen biaya persediaan.

a. *Purchase Cost* (P)

Merupakan biaya pemesanan yang dikeluarkan untuk membeli barang dari pihak luar, atau biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi barang. Biaya yang dikenakan barang yang dibeli dari luar termasuk pada biaya

pemesanan ditambah dengan biaya pengiriman. Bagi perusahaan yang melakukan produksi, termasuk biaya *direct labor*, *direct material*, dan *overhead cost*.

b. *Order / Setup Cost* (C)

Biaya ini timbul dari kebutuhan perusahaan untuk mempersiapkan proses produksi. Pada perusahaan manufaktur biaya ini termasuk persiapan statiun kerja, *setup* mesin, *changeover*, dan biaya lain yang diperlukan sebelum memulai produksi. Semakin perusahaan dapat membuat kegiatan *setup* semakin efisien, *setup cost* yang timbul akan semakin rendah.

c. *Holding Cost* (H)

Merupakan biaya yang timbul berkaitan dengan investasi berupa produk jadi dan pengelolaan persediaan berupa produk fisik. Terdapat beberapa biaya penyusun *holding cost*, yaitu *capital cost*, pajak, asuransi produk, dan *handling*.

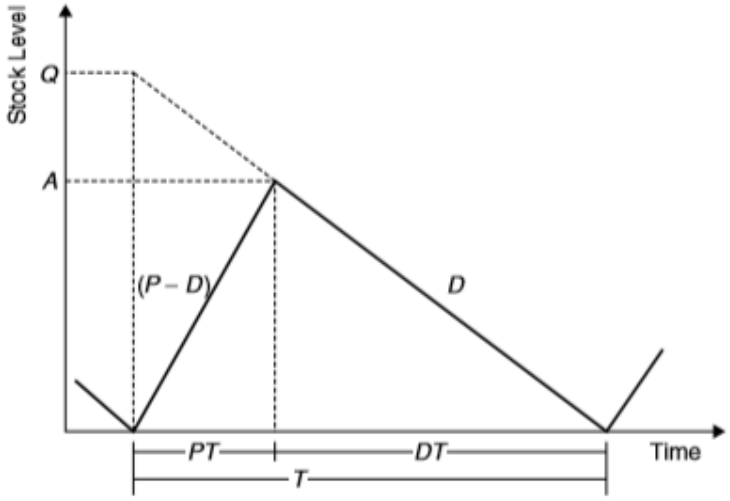
d. *Stockout Cost*

Merupakan biaya yang timbul akibat terjadinya stockout sehingga permintaan tidak terpenuhi. Contoh dari stockout cost yaitu backorder cost, *present profit loss*, dan *future profit loss*.

2.2 *Economic Production Quantity* (EPQ)

EPQ atau dalam beberapa sumber disebut *finite replenishment rate* merupakan model turunan dari EOQ (*Economic Order Quantity*) dengan penambahan barang melalui produksi (Silver, Pyke, dan Thomas, 2016). Perhitungan model ini termasuk dalam *independent demand system* untuk model deterministik yang menghasilkan jumlah optimum untuk melakukan produksi dengan menyeimbangkan biaya yang timbul dari *production cost*, *setup cost*, dan *holding cost* (Tersine, 1994). Perhitungan EPQ dapat dilakukan pada *single item* dan *multi item*. Perbedaannya terletak pada fasilitas produksi yang digunakan, EPQ *multi item* diterapkan pada produksi beberapa jenis produk dalam fasilitas yang sama. Selain mempertimbangkan komponen biaya,

perhitungan EPQ juga menggunakan *demand rate* dan *production rate* dalam perhitungan. Syarat untuk EPQ *multi item* dapat diterapkan yaitu jumlah hari kerja lebih besar atau sama dengan *annual demand time* (perbandingan antara *demand* setahun dengan *production rate*), yang berarti produksi tidak mengalami *over-capacity*. Dalam penelitian ini, EPQ digunakan untuk memberikan rekomendasi bagi PT Trafo dari yang awalnya melakukan produksi jika hanya menerima *order*, serta dengan jumlah yang hanya cukup untuk memenuhi *order* tersebut tanpa adanya alokasi untuk dijadikan persediaan.



Gambar 2. 2 Satu siklus dari persediaan dengan EPQ (Freeman dan Waters, 2003)

2.2.1 *EPQ Single Item*

Pada perhitungan EPQ standar (*single unit*), pengembangan model bertujuan untuk menentukan jumlah yang optimum dalam sekali produksi atau *optimum batch size* (*Q**). Setelah mendapatkan nilai *Q**, dapat dilanjutkan pencarian durasi produksi yang optimal dan *production reorder point*.

$$\frac{d\mathrm{TC}(Q)}{dQ} = -\frac{CR}{Q^2} + \frac{H(p-r)}{2p} = 0$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2CRP}{(H)(p-r)}} \qquad (2.3)$$

$$m = \frac{Q^*}{p} \qquad (2.4)$$

Keterangan:

R = Annual demand *C = Setup cost*

H = Annual holding cost *p = Daily production rate*

P = Unit production cost *r = Demand Rate*

2.2.2 *EPQ Multi Item*

Pada perhitungan EPQ *multi item*, model dikembangkan untuk mendapatkan jumlah produksi atau yang dilakukan (*m*) pada setiap produk. Setelahnya dapat dilakukan penghitungan *Q** dengan perbandingan antara *demand* dalam setahun dan nilai *m*.

$$\frac{(p_i - r_i)t_{pi}}{2} = \frac{(p_i - r_i)R_i}{2mp_i}$$

Total annual cost = production cost + setup cost + holding cost

$$\mathrm{TC(m)} = \sum_{i=1}^{n} p_i R_i + m\sum_{i=1}^{n} C_i + \frac{1}{2m}\sum_{i=1}^{n} \frac{H_i R_i (p_i - r_i)}{p_i}$$

$$\frac{d\mathrm{TC}(m)}{dm} = \sum_{i=1}^{n} C_i - \frac{1}{2m^2}\sum_{i=1}^{n} \frac{H_i R_i (p_i - r_i)}{p_i} = 0$$

Berdasarkan penjabaran model dari persediaan dan perhitungan biaya diatas, didapatkan *optimum number of runs* (*m*). Pengerjaan dapat dilakukan dengan persamaan atau dengan tabulasi.

$$m^* = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{H_i R_i (p_i - r_i)}{p_i}}{2\sum_{i=1}^{n} C_i}} \qquad (2.5)$$

Dapat dilanjutkan perhitungan *batch size* (*Qi*) sebagai berikut.

$$Q_i = \frac{R_i}{m^*} \qquad (2.6)$$

Keterangan:

Ri = Annual demand *Hi = Annual holding cost*

Pi = Unit production cost *Ci = Setup cost*

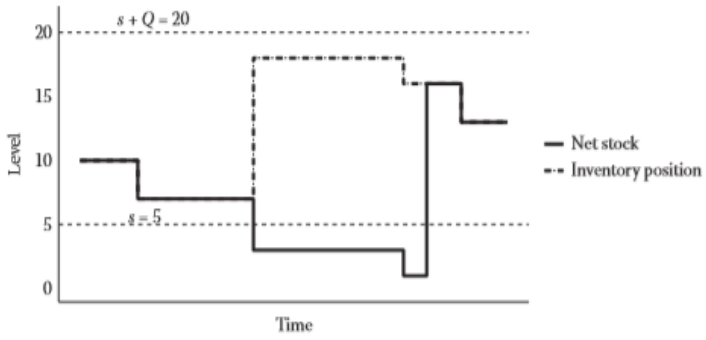
pi = Daily production rate *ri = Demand Rate*

2.3 Kebijakan Persediaan

Setelah menentukan jumlah persediaan serta jumlah produksi yang optimum, perlu ditentukan kebijakan dalam mengelola persediaan. Kebjakan persediaan mengintegrasikan beberapa faktor penting dala persediaan, yaitu *reorder level* (s), jumlah *replenishment* (Q), dan periode waktu *replenishment* (T) (Shenoy dan Rosas, 2018). Pada penelitian ini, pengujian kebijakan yang tepat ditujukan agar memberikan opsi terbaik bagi PT Trafo dalam menentukan jumlah persediaan dan jumlah penambahan yang paling optimum. Berikut empat kebijakan persediaan yang akan dijelaskan (Silver, Pyke, dan Thomas, 2016).

2.3.1 *Order Point, Order Quantity (s, Q) System*

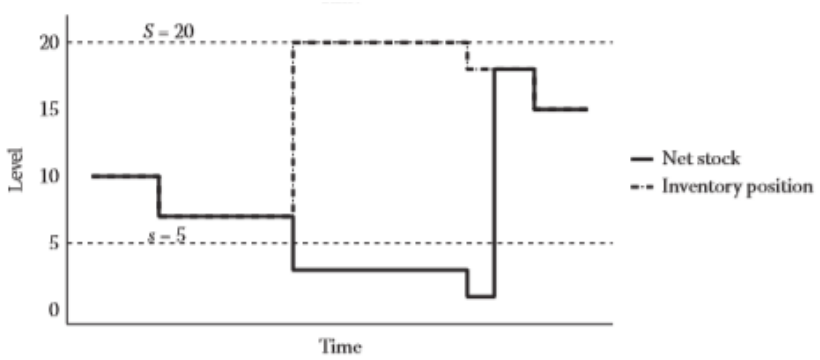
Kebijakan ini termasuk dalam *continuous-review system* dimana control persediaan dilakukan secara kontinu, tanpa tergantung pada periode tertentu. Penerapan kebijakan ini dilakukan dengan jumlah penambahan persediaan yang tetap ketika tingkat persediaan telah mencapai *reorder point* atau lebih rendah. Kebijakaan ini cukup mudah diterapkan dengan jumlah penambahan yang tetap dan tidak memicu tingginya tingkat persediaan. Dalam menghadapi variasi *demand*, kebijakan ini dapat menyediakan tingkat persediaan yang cukup kecuali terjadi peningkatan yang drastis.



Gambar 2. 3 Model sistem kebijakan (s, Q) (Silver, Pyke, dan Thomas, 2016)

2.3.2 *Order Point, Order-Up-to-Level (s, S) System*

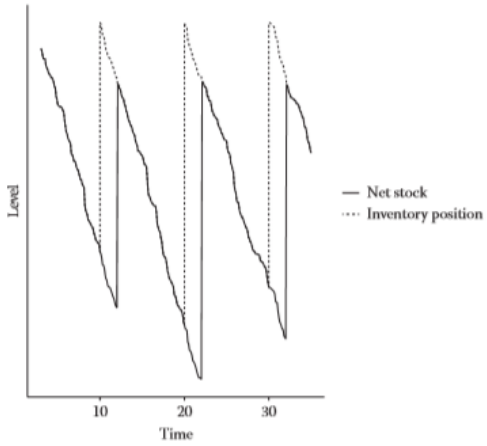
Sama seperti kebijakan (s, Q), kebijakan ini merupakan salah satu *continuous-review system*. Perbedaan antara kebijakan (s, Q) adalah penambahan persediaan berdasarkan nilai maksimal dari persediaan (S=s+Q). Kelebihan dari penerapan kebijakan ini yaitu dapat lebih meningkatkan utilitas gudang penyimpanan, namun sebaliknya *holding cost* yang ditimbulkan dapat lebih tinggi.



Gambar 2. 4 Model sistem kebijakan (s, S) (Silver, Pyke, dan Thomas, 2016)

2.3.3 *Periodic-Review, Order-Up-to-Level (R, S) System*

Pada kebijakan ini, kontrol terhadap persediaan dilakukan pada periode yang tetap (R), berbeda dengan *continuous review* dimana control persediaan dipicu oleh tingkat minimum persediaan. Penerapan kebijakan ini beresiko menimbulkan tingkat persediaan yang lama apabila periode yang ditentukan dalam jangka waktu yang panjang. Adapun kelebihan dari penerapan sistem ini yaitu menghasilkan *ordering cost* yang lebih rendah serta pembelian dalam jumlah banyak dalam sekali waktu memungkinkan *supplier* memberikan *discount*.



Gambar 2. 5 Model sistem kebijakan (R, S) (Silver, Pyke, dan Thomas, 2016)

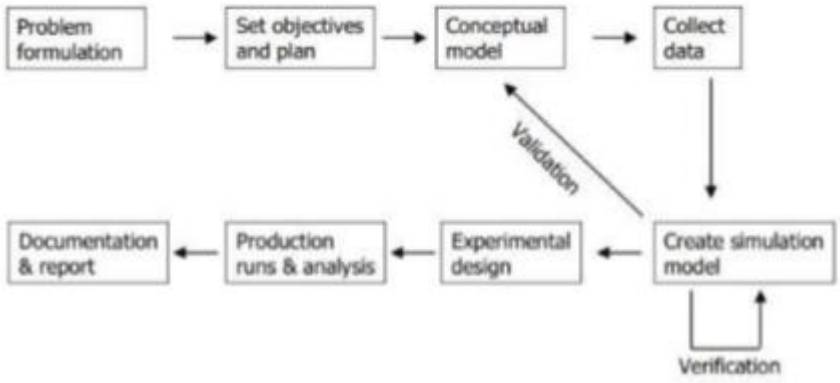
2.3.4 *(R, s, S) System*

Kebijakan ini mengadaptasi penerapan kontrol sesuai periode tetap (R), namun tetap memerhatikan kondisi tingkat persediaan. Ketika tingkat persediaan saat dilakukan menyentuh nilai minimum (s) atau dibawahnya maka dilakukan penambahan hingga tingkat maksimum persediaan (S), sedangkan jika masih diatas tingkat persediaan minimum akan ditinjau kembali pada periode berikutnya.

2.4 Simulasi Kejadian Diskrit

Simulasi kejadian diskrit merupakan teknik yang dapat digunakan untuk memodelkan, mesimulasikan, dan menganalisa sistem secara kuantitatif dengan membangun kerangka yang merepresentasikan sistem tersebut (Jacob, 2013). Simulasi dilakukan untuk menguji implementasi dari sebuah model hingga menganalisa kesimpulan dari hasil suatu model untuk mendukung pengambilan keputusan. Penggunaan simulasi sistem diskrit ditujukan pada sistem yang kondisinya berubah dipicu oleh terjadinya suatu kejadian atau *event* (Sharma, 2015). Terjadinya perubahan karena *event* yang terjadi juga menujukkan kondisi yang diskrit. Selain itu, simulasi kejadian diskrit juga dapat menggambarkan sistem yang memiliki antrian (Kelton dan Law, 2000). Simulasi yang dilakukan akan mempertimbangkan sistem antrian yang dimiliki sebagai kontrol. Adapun elemen dari simulasi yang perlu diperhatikan pada

tahap awal simulasi yaitu, entitas, atribut, *variable*, *resources,* dan antrian (Kelton, Sadowski, dan Sadowski, 2002). Langkah atau kerangka yang dijelaskan untuk merancang simulasi kejadian diskrit pada Gambar 2.9.

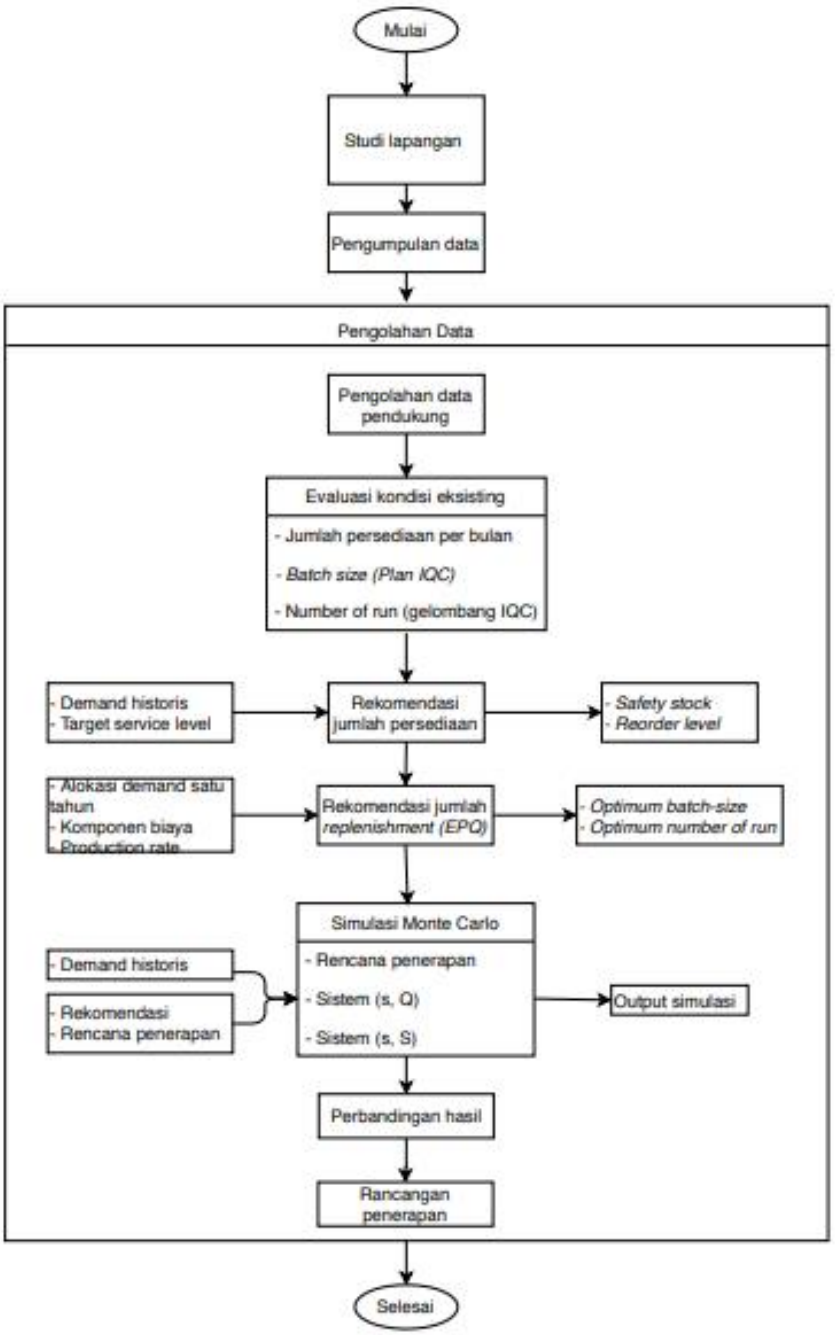


Gambar 2. 6 Langkah dalam melakukan simulasi (Sharma, 2015)

Dalam jurnalnya, Jacob juga menjelaskan bahwa dalam sektor kegiatan manufaktur simulasi ini cocok untuk diterapkan dengan kondisi sistem yang senantiasa berubah pada perusahaan setiap terjadinya *event* serta diperlukan pengambilan keputusan yang tepat. Sebagai contoh kegiatan manufaktur yang dikutip yaitu penentuan kebijakan operasional yang tepat serta pengambilang keputusan dalam perencanaan produksi dan penjadwalan. Pada penelitian ini, simulasi dapat dilakukan karena memiliki kompleksitas yang terdiri dari variablilitas dan interdependensi. Variabilitas menyebabkan perubahan pada sistem yang disebabkan oleh ketidakpastian (*uncertainty*), pada penelitian ini ditunjukkan dengan ketidakpastian jumlah *demand* dan waktu diterimanya *order*. Interdependensi menunjukkan keterkaitan dari setiap elemen dalam sistem, adanya keterkaitan pada penelitian ini salah satunya ditunjukkan pada tingkat persediaan yang dapat menentukan tahap lanjutan dari pemenuhan *order*.

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metodologi untuk melakukan penelitian ini. Gambar 3.1 adalah diagram alir (*flowchart*) dalam pelaksanaan penelitian ini.



Gambar 3. 1 *Flowchart* penelitian Tugas Akhir

Penjelasan diagram alir di atas akan dibahas secara detail pada poin berikut.

3.1 Studi lapangan

Pada tahap ini peneliti melakukan eksplorasi terkait kondisi dari kasus yang dihadapi. Eksplorasi dari kondisi yang dihadapi dilakukan dengan wawancara dan mengumpulkan data yang berkaitan dengan kondisi yang muncul akibat penerapan sistem *market place* untuk pembelian produk. Setelah menganalisis kondisi serta mendapat informasi yang cukup terkait solusi yang dapat diberkan, ditentukan bagaimana merancang rekomendasi yang dapat diberikan untuk menghadapi situasi yang akan dihadapi nantinya. Adapun rekomendasi dari pengelolaan persediaan dan *replenishment* produk untuk dijual dilakukan karena *disruption* terjadi pada kegiatan pembelian. Pada penelitian ini, rekomendasi pengelolaan dan *replenishment finish good* akan dirancang pada bab 4, sedangkan analisis lebih mendalam tentang kasus yang terjadi akan dibahas pada bab 5.

Peneliti juga melakukan pengamatan terhadap beberapa informasi penting terkait yang akan berkaitan dengan penelitian ini seperti kegatan operasional perusahaan, proses bisnis, SOP pada perusahaan, dan kondisi eksisting.

3.2 Pengumpulan data

Dilakukan dengan mengumpulkan data sekunder berupa data historis yang dimiliki perusahaan. Adapun data yang diperlukan seperti; *demand* per periode (jumlah dan frekuensi), catatan stok *finish good* per periode, serta prosedur, informasi biaya persediaan, dan durasi penanganan *order*.

3.3 Pengolahan Data

Pada sub bab ini akan dijelaskan tahap dari pengolahan data.

3.3.1 Pengolahan data pendukung

Data yang diberikan tentunya masih berupa *raw data* sesuai dengan pencatatan yang dilakukan perusahaan. Pada tahap ini, data yang perlu diolah untuk mengetahui; *production rate*, *inventory level*, *demand* historis, dan komponen biaya (*holding cost* dan *setup cost*). Dalam mengolah data pendukung komponen biaya persediaan, acuan yang digunakan ialah biaya per *man hour* yang ditetapkan perusahaan yaitu Rp190.000 /*man hour*. Biaya per *man hour* didapatkan melalui perbandingan *operational cost* (*direct cost* ditambah *overhead cost*) dengan jumlah *direct labor* (rata-rata 170 orang). Selain itu perhitungan *manufacturing lead time* untuk mengetahui tingkat kemampuan produksi yang dimiliki perusahaan.

3.3.2 Evaluasi kondisi eksisting

Pada tahap ini, peneliti melakukan evaluasi dari kondisi eksisting pengelolaan persediaan dan produksi yang dilakukan berdasarkan parameter; (1) Jumlah persediaan per bulan, (2) *Batch size* (*plan* produksi), dan (3) *Number of run* (gelombang produksi). Evaluasi dilakukan sebagai acuan dari perancangan rekomendasi yang akan dilakukan.

3.3.3 Rekomendasi jumlah persediaan

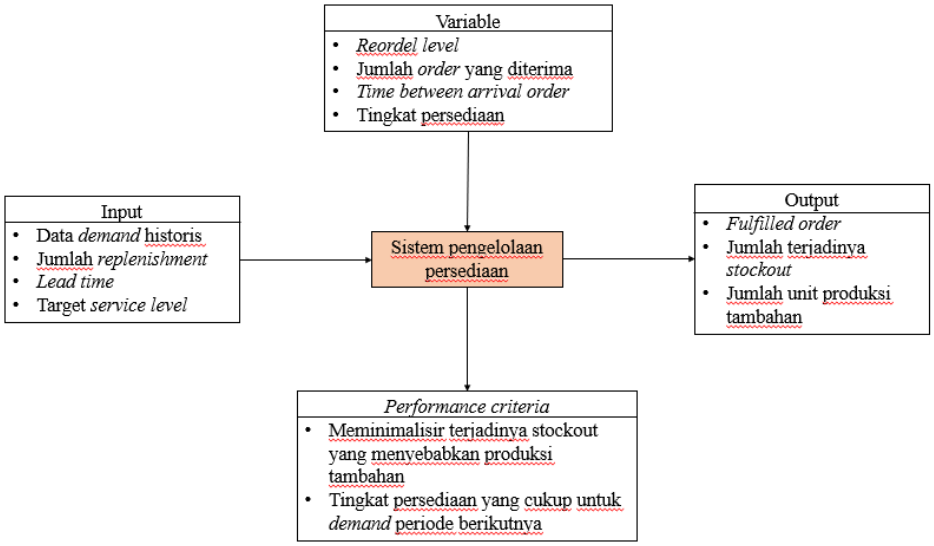
Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan dari *safety stock* dan *reorder level* dari produk terpilih dengan acuan *demand* yang telah diperkirakan. Rekomendasi ini diperlukan karena pada kondisi yang diterapkan saat ini tingkat *inventory* yang rendah seperti pada umumnya perusahaan *make-to-order*. Dengan memiliki *safety stock*, perusahaan memiliki persediaan dalam menghadapi ketidakpastian *demand* pada tiap bulan tanpa adanya alokasi dari PT P. Hasil yang diharapkan dari rekomendasi ini yaitu jumlah persediaan optimal untuk menunjang pencatatan stok pada sistem *market place* dan meminimalisir terjadinya *overtime* produksi untuk mengejar ketepatan waktu.

3.3.4 Rekomendasi jumlah replenishment (EPQ)

Perancangan rekomendasi yang diberikan berdasarkan perhitungan EPQ, yang menghasilkan *optimum number of run* (*m*) dan *optimum batch size* (*Q*). Tujuan dari perhitungan ini yaitu memberikan rekomendasi jumlah untuk melakukan produksi dan kuantitas produksi yang optimal dengan mempertmbangkan biaya produksi dan penyimpanan yang efisien.

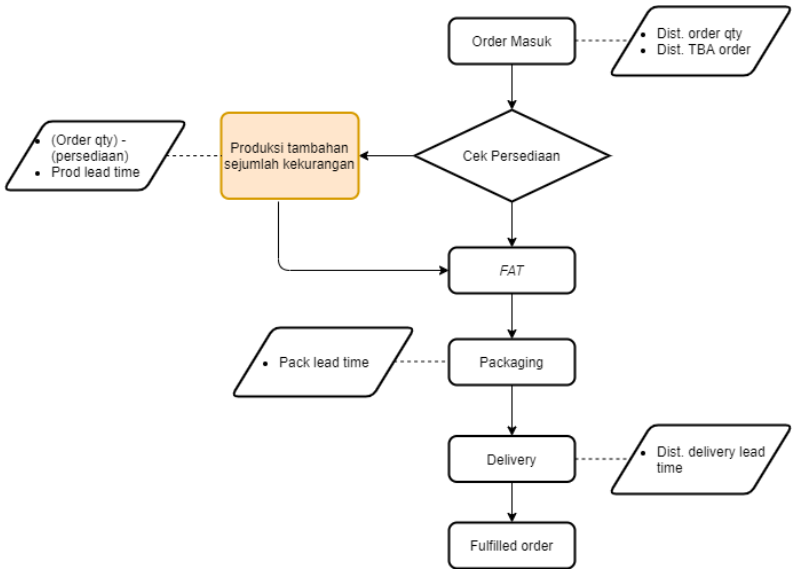
3.3.5 Simulasi Kejadian Diskrit

Tahap ini dilakukan untuk menguji rekomendasi yang dihasilkan. Simulasi dilakukan dengan *input* bilangan acak dari pola *demand* pada periode diberlakukannya sistem *market place*. Pada tahap ini simulasi dilakukan dengan input berdasarkan sistem kontrol persediaan yang akan diuji. Hasil dari simulasi yang diharapkan yaitu pemilihan sistem kontrol persediaan yang terbaik untuk mendapatkan nilai akhir dari rekomendasi jumlah persediaan dan *replenishment*. Pada penelitian ini, eksperimentasi hanya dilakukan pada kondisi eksisting perusahaan serta (s, Q) *system* dan (s, S) *system* karena sistem kontrol *continuous-review* telah diterapkan pada perusahaan dan merupakan yang paling sesuai berdasarkan hasil studi lapangan. Pada Gambar 3.2 ditampilkan kerangka dari simulasi yang dilakukan, yang terdiri dari *input*, *output*, *variable*, dan *performance criteria*.



Gambar 3. 2 Kerangka elemen simulasi

Seperti kondisi yang dijelaskan pada sub bab Latar Belakang, PT Trafo juga melayani *order* dari *client* selain PT P. Pada simulasi yang dilakukan penelitian ini, sistem antrian digambarkan dengan adanya intervensi dari sistem produksi dengan penetapan *resource* khusus dalam penanganan produk J-proc. Adapun proses produksi yang akan disimulasikan yaitu; pembuatan *core*, pembuatan *coil*, *core-coil assembly* (CCA), *wiring*, *vacuum*, *oil filling*, dan *testing*. Pada Gambar 3.3 menunjukkan *logic diagram* dari simulasi rancangan pengelolaan persediaan dan *replenishment*. Berdasarkan *logic diagram* yang dirancang, ketika tingkat persediaan tidak dapat memenuhi *order*, akan dilakukan produksi tambahan terlebih dahulu sebelum memasuki tahap pemenuhan *order* berikutnya.



Gambar 3. 3 *Logic diagram* simulasi

3.3.6 Perbandingan hasil

Pada tahap ini dilakukan perbandingan dari perancangan rekomendasi yang diberikan dengan kondisi eksisting perusahaan. Tahap ini dilakukan setelah melakukan validasi model simulasi, pada tahap sebelumnya melalui hasil tahap ini dapat disimpulkan menjadi rekomendasi secara garis besar untuk implementasi pada perusahaan. Pada tahap ini juga akan diperjelas hasil yang didapatkan beserta pengaruhnya terhadap perusahaan untuk diterapkan sebagai strategi menghadapi sistem *market place*. Adapun urutan parameter perbandingan hasil yaitu; (1) Jumlah *stockout* paling minimum. (2) Jumlah persediaan yang paling efisien.

3.3.7 Rancangan penerapan

Setelah membandingkan serta memilih hasil yang paling sesuai, dilakukan rancangan penerapan dari rekomendasi dengan kondisi yang akan terjadi nantinya pada sistem perusahaan. Pada tahap ini, peneliti akan merancang penerapan hasil dengan melakukan diskusi terkait prosedur, syarat, atau mekanisme baru yang diterapkan sistem *market place* yang baru akan

diterapakan pada waktu mendatang (*white-box testing*). Penyesuaian rekomendasi untuk diterapkan perusahaan selanjutnya dapat divisualisasikan melalui *tools* seperti diagram alir (*flowchart*) atau *Process Decision Program Chart* (PDCP). Penyesuaian yang dilakukan dapat menjadi acuan bagi perusahaan dalam pengelolaan persediaan yang berdampak dari terjadinya peralihan pada sistem pembelian sekaligus menguji penerapan rekomendasi yang dilakukan.

BAB 4
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan ditampilkan data yang telah dikumpulkan kemudian dilakukan pengolahan. Adapun pengolahan data yang dilakukan pada bab ini yaitu pengolahan data pendukung, evaluasi kondisi eksisting, rekomendasi jumlah persediaan, rekomendasi jumlah *replenishment*, simulasi kejadian diskrit, perbandingan hasil, dan rancangan penerapan.

4.1 Pengolahan Data Pendukung

4.1.1 Demand Historis Produk

Data historis permintaan produk didapatkan dengan melakukan penyesuaian jumlah antara alokasi tahunan dan jumlah SPB (Surat Pembelian). Penyesuaian perlu dilakukan karena jumlah SPB yang merupakan jumlah *final* pembelian oleh PT. P tidak selalu sama jumlahnya dengan alokasi bulanan yang diberikan. Pengumpulan data historis permintaan dilakukan hingga 3 periode terakhir untuk mengetahui pola *demand* dari ketigabelas produk yang akan diamati.

Tabel 4.1 *Demand* historis periode 2019/2020

Produk	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Total
100 kVA Yzn5	334	349	247	270	330	127	56	277	26	382	75	30	2503
50 kVA Yzn5	308	194	109	145	63	36	62	195	8	511	60	0	1691
50 Csp	300	70	80	160	140	308	0	0	0	0	0	0	1058
50 kVA Ynyn0	14	14	14	28	27	13	0	86	84	0	0	0	280
160 kVA yzn5	202	120	82	80	84	51	22	39	13	163	35	11	902
200 kVA Dyn5	40	83	93	66	48	56	24	15	12	137	30	12	616
100 kVA YNyn0	80	10	14	29	25	17	0	75	77	0	0	0	327
250 kVA Dyn5	107	58	30	32	47	10	10	18	6	52	25	20	415
200 kVA YNyn0	18	18	18	10	30	12	0	35	16	0	0	0	157
160 kVA ynyn0	5	3	3	6	6	0	0	28	24	0	0	0	75
630 kVA Dyn5	41	20	28	18	28	15	14	17	0	7	16	21	225
400 kVA Dyn5	37	15	23	14	17	9	9	11	0	3	4	9	151
1000 kVA Dyn5	1	0	2	0	0	0	0	0	0	7	0	0	10
Total periode 2019/2020													8410

Tabel 4.2 *Demand* historis periode 2018/2019

Produk	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Total
100 kVA Yzn5	338	353	250	273	334	128	57	280	26	386	76	30	2530
50 kVA Yzn5	311	196	110	147	64	36	63	197	8	516	61	0	1709
50 Csp	303	71	81	162	141	311	0	117	84	0	0	33	1303
50 kVA Ynyn0	14	14	14	28	27	13	0	87	85	0	53	28	364
160 kVA yzn5	204	121	83	81	85	52	22	39	13	165	35	11	912
200 kVA Dyn5	40	84	94	67	49	57	24	15	12	138	30	12	623
100 kVA YNyn0	81	10	14	29	25	17	35	76	78	0	0	19	384
250 kVA Dyn5	108	59	30	32	48	10	10	18	6	53	25	20	419
200 kVA YNyn0	18	18	18	10	30	12	0	35	16	32	0	0	191
160 kVA ynyn0	5	3	3	6	6	0	0	28	24	0	16	23	115
630 kVA Dyn5	41	20	28	18	28	15	14	17	0	7	16	21	227
400 kVA Dyn5	37	15	23	14	17	9	9	11	0	3	4	9	153
1000 kVA Dyn5	1	0	2	0	0	0	2	0	0	7	0	0	12
Total Periode 2018/2019													8942

Tabel 4.3 *Demand* historis periode 2017/2018

Produk	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Total
100 kVA Yzn5	267	279	198	216	264	102	45	222	21	306	60	24	2003
50 kVA Yzn5	246	155	87	116	50	29	50	156	6	409	48	0	1353
50 Csp	240	56	64	128	112	246	0	79	0	57	43	0	1026
50 kVA Ynyn0	11	11	11	22	22	10	0	69	67	54	0	47	325
160 kVA yzn5	162	96	66	64	67	41	18	31	10	130	28	9	722
200 kVA Dyn5	32	66	74	53	38	45	19	12	10	110	24	10	493
100 kVA YNyn0	64	8	11	23	20	14	0	60	62	44	53	0	359
250 kVA Dyn5	86	46	24	26	38	8	8	14	5	42	20	16	332
200 kVA YNyn0	14	14	14	8	24	10	19	28	13	0	0	10	155
160 kVA ynyn0	4	2	2	5	5	8	0	22	19	0	17	0	85
630 kVA Dyn5	33	16	22	14	22	12	11	14	0	6	13	17	180
400 kVA Dyn5	30	12	18	11	14	7	7	9	0	2	3	7	121
1000 kVA Dyn5	1	0	2	0	0	0	0	0	1	6	0	1	10
Total Periode 2017/2018													7162

4.1.2 Production Rate dan Demand Rate

Sebagai komponen perhitungan EPQ, perlu dilakukan perhitungan *production rate* dan *demand rate*. *Production rate* menunjukan tingkat produksi yang dapat dilakukan oleh perusahaan yang pada penelitian ini dihitung unit per hari. Sedangkan *demand rate* merupakan perbandingan total *demand* dalam satu tahun dengan jumlah hari kerja, yang menunjukkan tingkat demand yang dinyatakan dalam unit per hari. Diketahui bahwa pada hari kerja normal (tanpa lembur), perusahaan menerapkan 5 hari kerja, 2 *shift* per hari, dan 8 jam kerja tiap *shift*. Adapun perhitungan *demand rate* dilakukan dengan persamaan 5.1.

Perhitungan *production rate* dilakukan dengan mengolah *cycle time* dari proses produksi agar mendapat nilai yang konstan. Data *cycle time* yang dimiliki yaitu untuk *man hour* dan *machine hour* kemudian dijumlahkan dan dilakukan pembagian dengan 16 jam kerja untuk mengetahui *production rate* per hari (persamaan 4.2). Terdapat empat produk (50 Csp, 50 kVA Yzn5, 50 kVA Ynyn0, 100 kVA Yzn5) yang memerlukan perhitungan lain dalam menentukan *production rate* dikarenakan nilai yang didapatkan lebih kecil dari *demand rate*, dimana pada perhitungan EPQ akan dilakukan pengurangan *production rate* dan *demand rate*. Perlunya dilakukan penyesuaian perhitungan *production rate* dikarenakan jumlah produksi keempat produk tersebut didukung dengan tingginya jumlah produksi aktual yang terjadi, dikarenakan perusahaan melakukan *overtime*. Penyesuaian perhitungan *production rate* dilakukan dengan pembagian antara *output* produksi dengan jangka waktu 14 hari pencatatan untuk produk-produk yang disesuaikan, ditunjukkan pada persamaan 4.3.

$$D_R = \frac{Annual\ demand}{num.of\ working\ days\ (240\ \text{hari kerja})} \qquad (4.1)$$

$$P_R = \frac{Total\ jam\ kerja\ per\ hari\ (16\ jam)}{Cycle\ time\ (man\ hour + machine\ hour)} \qquad (4.2)$$

$$P_R * = \frac{Total\ unit\ produksi}{Rentang\ waktu\ produksi\ (14\ hari)} \qquad (4.3)$$

Tabel 4.4 Perhitungan *demand rate* dan *production rate*

Produk	***Demand* 2019/2020**	**DR (unit/hari)**	***Prod. rate* (unit/hari)**	**Penyesuaian *prod. rate* (unit/hari)**
50 Csp	1413	5.888	4.473141	8.19
50 kVA Yzn5	1231	5.129	3.696004	8.19
50 kVA Ynyn0	938	3.908	3.763272	5.53
100 kVA Yzn5	1342	5.592	3.68789	9.60
100 kVA YNyn0	622	2.592	3.717472	
160 kVA yzn5	505	2.104	3.753812	
160 kVA ynyn0	242	1.008	3.77596	
200 kVA Dyn5	662	2.758	3.768548	
200 kVA YNyn0	205	0.854	3.772568	
250 kVA Dyn5	310	1.292	3.762851	
400 kVA Dyn5	76	0.317	2.947524	
630 kVA Dyn5	390	1.625	2.650699	
1000 kVA Dyn5	18	0.075	2.057311	

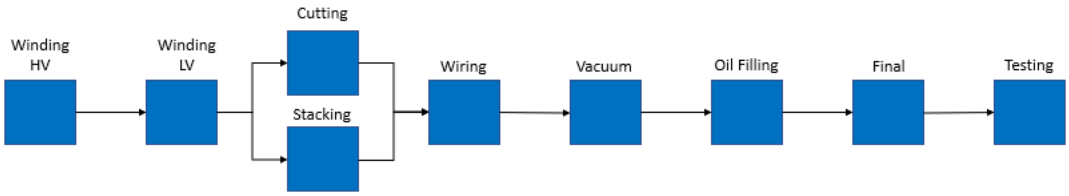
4.1.3 *Komponen Biaya Persediaan*

Perhitungan biaya diperlukan untuk tahap menyusun rekomendasi jumlah *replenishment*. Adapun biaya yang diperhitungkan yaitu *setup cost* dan *holding cost* (biaya simpan).

a. Setup cost

Perhitungan *setup cost* untuk setiap *run* produksi didapatkan dari perkalian biaya *manhour* yang ditetapkan oleh perusahaan (Rp 190.000) total waktu *setup* pada setiap mesin atau stasiun kerja. Lini produksi perusahaan

memiliki 8 stasiun kerja yang digambarkan pada Gambar 4.1. Pada Tabel 4.5 menunjukkan perhitungan total waktu *setup* dan *setup cost*.



Gambar 4.1 Ilustrasi lini produksi

Tabel 4.5 Perhitungan *setup cost*

		Stasiun Kerja									
No	**Produk**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**∑*Setup time* (hrs)**	***Setup Cost* (Rp)**
1	50 Ncsp	2	5	3	20	5	10	6	10	1,017	193,166.67
2	50 Yzn5	2	5	3	20	15	17	10	10	1,367	259,666.67
3	50 YNyn0	2	5	3	20	15	17	10	10	1,367	259,666.67
4	100 Yzn5	2	6	3	20	15	17	10	10	1,383	262,833.33
5	100 YNy0	2	6	3	20	15	17	10	10	1,383	262,833.33
6	160 Yzn5	2	6	3	20	15	17	10	10	1,383	262,833.33
7	160 YNyn0	2	6	3	20	15	17	10	10	1,383	262,833.33
8	200 Dyn5	2	6	3	20	15	17	10	10	1,383	262,833.33
9	200 YNyn0	2	6	3	20	15	17	10	10	1,383	262,833.33
10	250 Dyn5	2	6	2	20	15	17	10	10	1,367	259,666.67
11	400 Dyn5	2	6	2	20	15	10	10	10	1,250	237,500.00
12	630 Dyn5	2	6	2	20	20	20	10	10	1,500	285,000.00
13	1000 Dyn5	2	6	2	20	20	20	10	10	1,500	285,000.00

b. Holding cost (biaya simpan)

Perhitungan biaya simpan dilakukan dengan menjumlahkan komponen biaya yang melekat pada barang. Dilakukan perhitungan biaya yang terkait dengan penyimanan barang, yaitu beban tetap, operasional, aset terdepresiasi,

obsolence cost, dan *capital cost*. Dalam menghitung biaya simpan, diketahui kapasitas gudang sejumlah persediaan maksimal yang disimpan, yaitu 2625 unit. Pada Tabel 4.6 akan dilakukan perhitungan total beban tetap yang terdiri dari biaya gudang sewa dan pajak tanah. Diketahui bahwa perusahaan memiliki lahan gudang seluas 1560 m2, dengan perhitungan pajak tanah Rp 8.000.000 berdasarkan hasil *benchmark* pada situs https://www.99.co/id untuk daerah Rungkut. Selain itu digunakan pula gudang sewa tambahan seluas 680 m2 dengan perkiraan biaya sewa sesuai *benchmark* pada situs https://www.rumah123.com/en/property.

Tabel 4.6 Perhitungan biaya tetap persediaan

Beban Tetap	Total biaya /thn
Gudang Sewa (680 m2)	179,714,285.71
Pajak tanah (1560 m2)	24,945,600.00
Total	Rp 204,659,885.71

Dilanjutkan dengan perhitungan biaya operasional penyimpanan yang terdiri dari biaya operator, listrik, dan bensin. Adapun informasi tambahan dalam perhitungan biaya operasional yaitu; kebutuhan lampu (daya 10 watt/jam/unit, penggunaan 12 jam/hari), kebutuhan komputer (daya 15 watt/jam/unit, penggunaan 8 jam/hari), kebutuhan *forklift* (penggunaan bensin 120 Liter/bulan/unit, harga solar Rp 5.150/Liter).

Tabel 4.7 Perhitungan biaya operasional penyimpanan

Operasional	Unit	Biaya satuan	Biaya /bln	Biaya /thn
Operator gudang	7	4,500,000.00	31,500,000.00	378,000,000.00
Listrik				
- Lampu	10	-	528,220.80	6,338,649.60
- Set Komputer	1	-	52,822.08	633,864.96
Bensin forklift	2		1,236,000.00	14,832,000.00
Total				Rp 399,804,514.56

Dalam perhitungan biaya persediaan juga memperhitungkan biaya asset yang terdepresiasi. Pada penyimpanan PT Trafo, asset terdepresiasi yang dimiliki berupa 2 unit *forklift* sebagai *material handling* yang diasumsikan memiliki *lifetime* 10 tahun berdasarkan hasil *benchmark*.

Tabel 4.8 Perhitungan biaya aset terdepresiasi

Aset terdepresiasi	Harga (Rp)	Lifetime (thn)	Depresiasi /thn (Rp)
2 Unit Forklift (3 ton)	142,582,000.00	10	28,516,400.00

Perhitungan *obsolence cost* merupakan biaya bagi resiko persediaan yang tidak laku pada jangka waktu tertentu (*dead stock*). Biaya tersebut didapatkan dengan membagi antara *unit cost* dan jangka waktu maksimal penyimpanan (*lifetime*), yaitu 2 tahun untuk setiap produk. Terakhir, terdapat *capital cost* yang merupakan biaya untuk memperoleh modal seperti berupa pinjaman, hutang, atau saham. Perhitungan *capital cost* didapatkan 10% dari *unit cost* untuk setiap produk. Biaya per unit (*unit cost*) didapatkan dari *benchmark* harga jual trafo yang disediakan *platform* Alibaba.com sesuai masing-masing jenis produk, kemudian dikurangi asumsi *margin* yang diberikan retail sebesar 35%. Biaya simpan didapatkan dengan menjumlah komponen biaya yang telah dihitung, kemudian dijadikan dalam satuan per unit per tahun.

Tabel 4.9 Rekapitulasi perhitungan biaya simpan

Item	Operasional + aset	Obsolence cost	Capital cost	HC (Biaya Simpan)	HC /thn /unit
50 Ncsp	241,135.54	2,764,024.85	276,402.49	3,281,562.88	16,490.27
50 Yzn5	241,135.54	2,764,024.85	276,402.49	3,281,562.88	6,262.52
50 YNyn0	241,135.54	2,764,024.85	276,402.49	3,281,562.88	39,536.90
100 Yzn5	241,135.54	2,764,024.85	276,402.49	3,281,562.88	1,702.94

Tabel 4.10 Rekapitulasi perhitungan biaya simpan (Lanjutan)

Item	Operasional + aset	Obsolence cost	Capital cost	HC (Biaya Simpan)	HC /thn /unit
100 YNy0	241,135.54	2,764,024.85	276,402.49	3,281,562.88	42,617.70
160 Yzn5	241,135.54	2,764,024.85	276,402.49	3,281,562.88	29,832.39
160 YNyn0	241,135.54	2,764,024.85	276,402.49	3,281,562.88	33,830.55
200 Dyn5	241,135.54	3,691,519.00	369,151.90	4,301,806.44	25,605.99
200 YNyn0	241,135.54	3,691,519.00	369,151.90	4,301,806.44	97,768.33
250 Dyn5	241,135.54	3,691,519.00	369,151.90	4,301,806.44	54,453.25
400 Dyn5	241,135.54	4,614,398.75	461,439.88	5,316,974.17	212,678.97
630 Dyn5	241,135.54	5,537,278.50	553,727.85	6,332,141.89	186,239.47
1000 Dyn5	241,135.54	6,460,158.25	646,015.83	7,347,309.62	816,367.74

4.2 Evaluasi Kondisi Eksisting

Pada tahap ini akan dilakukan pengolahan data yang menggambarkan kinerja pengelolaan persediaan yang dilakukan. Pengolahan dilakukan pada data jumlah persediaan ditambahkan dengan jumlah produksi (*replenishment*), kemudian dikurangi *demand* pada bulan tersebut. Hasil yang didapatkan berupa jumlah persediaan *finish good* yang dimiliki PT Trafo, dengan nilai minus (-) berarti jumlah yang produksi yang perlu dikejar perusahaan.

Tabel 4.11 Kondisi jumlah *finished good* sebelum dilakukan rekomendasi

Stok FG	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
100 kVA Yzn5	1396	1062	1261	1437	1502	1389	1754	1927	1743	1776	1414	1415
50 kVA	163	-145	345	236	412	495	524	524	388	380	-107	95
50 Csp	75	-225	-43	-103	45	94	-40	59	147	199	199	199
50 kVA Ynyn0	4	-10	-10	59	31	4	13	13	-11	-16	21	21
160 kVA yzn5	0	-202	-174	-216	-119	-113	-73	-32	15	48	-77	-55
200 kVA Dyn5	168	128	35	-48	-57	-2	-37	-30	-17	10	-90	-78
100 kVA YNyn0	1	-79	-13	15	36	11	18	77	18	-24	-3	-3
250 kVA Dyn5	0	-107	-109	-60	-30	-29	19	24	49	67	34	13
200 kVA YNyn0	0	-18	-36	-10	14	-16	-22	1	-29	-2	-2	8
160 kVA ynyn0	0	-5	-8	29	58	52	52	97	82	58	58	58
630 kVA Dyn5	1	-40	-34	-55	-43	-52	-45	-28	-22	-11	6	-10
400 kVA Dyn5	2	-35	-33	-44	-43	-37	-28	-12	-4	-4	3	-1
1000 kVA Dyn5	0	-1	-2	-4	5	5	5	5	5	5	-2	-2

4.3 Rekomendasi Jumlah Persediaan

Rekomendasi jumlah persediaan yang dirancang yaitu perhitungan *safety stock* dan *reorder level* dengan model *uncertain demand* dan *certain lead time*. Hasil perhitungan rekomendasi persediaan yang didapat akan menjadi *input* parameter dalam simulasi. Nilai *lead time* per bulan didapatkan dari waktu standar yang ditetapkan perusahaan. Faktor *service level* yang digunakan dalam perhitungan yaitu 99% (Z=2,23) sesuai dengan diskusi oleh perusahaan yang menginginkan tidak terjadi keterlambatan atau kekurangan barang (*stockout*) Berikut contoh perhtiungan *safety stock* dan *reorder level* pada produk 50 Ncsp.

$$SS = Z_\alpha \times \sigma_d \times \sqrt{LT}$$

$$SS = 2{,}33 \times 116.0265 \times \sqrt{0.13} = 97 \text{ unit}$$

$$ROL = (LT \times D) + SS$$

$$ROL = (88{,}1667 \times 0{,}13) + 97 = 109 \text{ unit}$$

Tabel 4.12 Rekapitulasi perhitungan *safety stock* dan *reorder level*

	Demand (Unit)				
Produk	**Mean**	**Stdev**	**Lead Time (Bln)**	**Safety stock (Unit)**	**ROL (Unit)**
50 Csp	88.16667	116.0265	0.13	97	109
50 kVA Yzn5	140.9167	147.4125	0.14	128	148
50 kVA Ynyn0	23.33333	30.43423	0.14	26	30
100 kVA Yzn5	208.5833	135.9147	0.14	118	147
100 kVA YNyn0	27.25	31.75796	0.14	28	31
160 kVA yzn5	75.16667	60.5082	0.14	53	63
160 kVA ynyn0	6.25	9.564375	0.14	8	9
200 kVA Dyn5	51.33333	38.22263	0.14	33	40
200 kVA YNyn0	13.08333	11.84336	0.14	10	12
250 kVA Dyn5	34.58333	28.41721	0.13	24	29
400 kVA Dyn5	12.58333	9.985975	0.15	9	11
630 kVA Dyn5	18.75	10.48917	0.15	10	12
1000 kVA Dyn5	0.833333	2.037527	0.17	2	3

4.4 Rekomendasi Jumlah *Replenishment*

Berdasarkan data pendukung yang telah diolah, dapat dilakukan perhitungan EPQ sebagai rekomendasi jumlah *replenishment*. Hasil yang didapatkan akan menjadi input parameter dalam simulasi. Berikut perhitungan dari EPQ yang dicontohkan pada produk 50 Ncsp.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2CRP}{(H)(p-r)}}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2.(193.166{,}67).(1.413).(8{,}1938)}{(16{,}490.27)(8{,}1938-5{,}8875)}}$$

$$Q^* = 372$$

$$m = \frac{Demand}{Q}$$

$$m = \frac{1413}{371} = 4 \text{ run/thn}$$

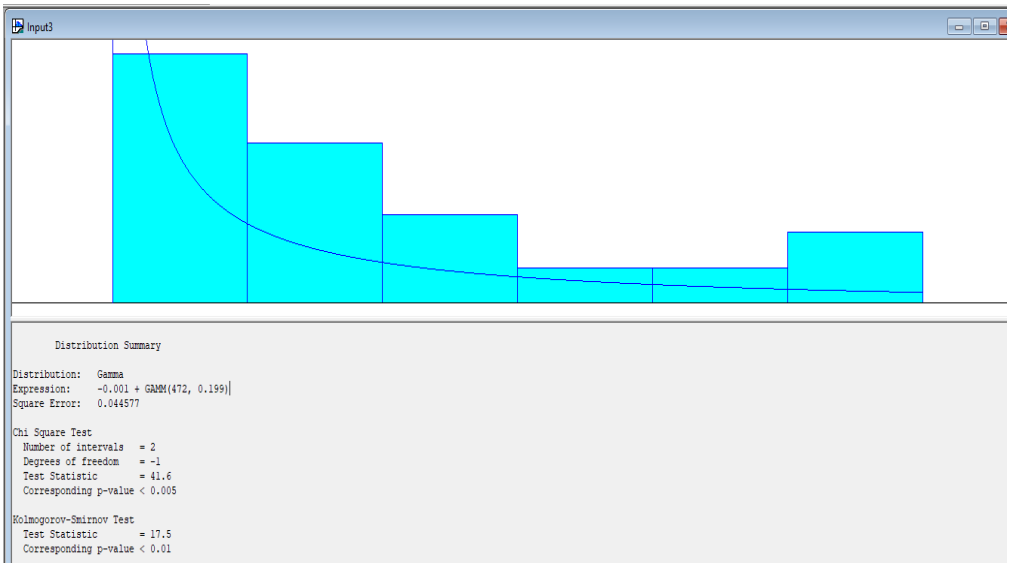
Tabel 4.13 Rekapitulasi perhitungan EPQ

Produk	***Ann. Demand***	***Setup Cost* (Rp)**	***Prod. Rate***	***Demd. Rate***	**HC (Rp)**	**EPQ**	***Run***
50 Ncsp	1413	193,166.67	8.1938	5.8875	16,490.27	372	4
50 Yzn5	1231	259,666.67	8.1938	5.1291	6,262.52	524	2
50 YNyn0	938	259,666.67	5.5333	3.9083	39,536.90	205	5
100 Yzn5	1342	262,833.33	9.5952	5.5916	1,702.94	785	2
100 YNy0	622	262,833.33	3.7174	2.5916	42,617.70	160	4
160 Yzn5	505	262,833.33	3.7538	2.1041	29,832.39	143	4
160 YNyn0	242	262,833.33	3.7759	1.0083	33,830.55	72	3
200 Dyn5	662	262,833.33	3.7685	2.758	25,605.99	226	3
200 YNyn0	205	262,833.33	3.7725	0.854	97,768.33	38	5
250 Dyn5	310	259,666.67	3.7628	1.291	54,453.25	67	5
400 Dyn5	76	237,500.00	2.9475	0.316	212,678.97	14	6
630 Dyn5	390	285,000.00	2.6506	1.625	186,239.47	56	7
1000 Dyn5	18	285,000.00	2.0573	0.075	816,367.74	4	5

4.5 Identifikasi Elemen Ketidakpastian

Pada subbab ini akan dilakukan *distribution fitting* pada elemen yang tidak pasti pada sistem untuk dapat menggambarkan pola sampel pada saat simulasi. Data yang perlu diidentifikasi yaitu demand untuk setiap produk dan *time between arrival* (TBA) datangnya *demand* yang penting untuk diidentifikasi dalam melakukan simulasi kejadian diskrit. Identifikasi dilakukan dengan bantuan fitur *input analyzer* pada *software* Arena. Data *sample* akan di*input* pada fitur tersebut, *distribution fitting* dilakukan dengan memilih distribusi data dengan *square error* terkecil yang menunjukkan kesesuaian yang paling mendekati.

Distribusi data *demand* ditentukan oleh jumlah permintaan pada tiap bulan yang dicatat tiga periode terakhir untuk setiap produk. Selain memerhatikan *square error* yang paling rendah, pemilihan distribusi juga memerhatikan jenis data yang digunakan namun masih memiliki *square error* dibawah 5%. Pada jenis data *demand*, jenis distribusi *Weibull* dan *exponential* tidak disarankan. Berikut contoh *output* dari *input analyzer* pada *demand* produk 50 csp dan tabel rekapitulasi *formula* untuk *fitting distribution* data *demand* keseluruhan produk.

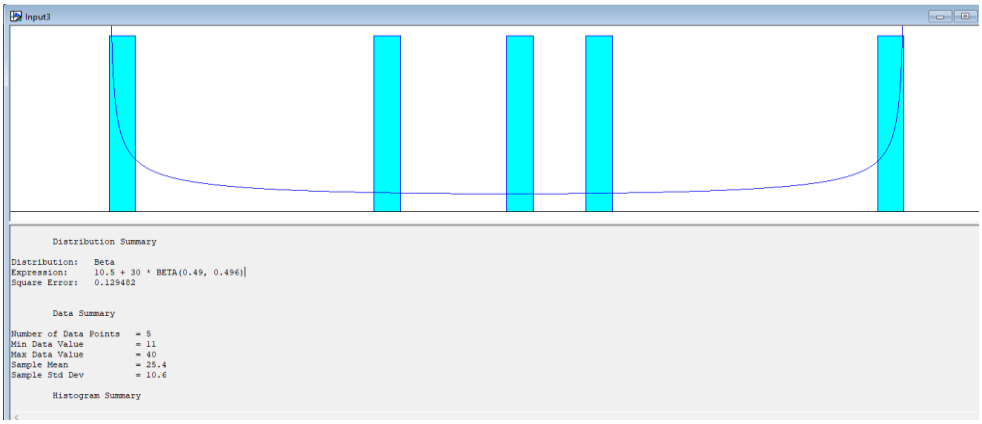


Gambar 4.2 Hasil *input analyzer* data *demand* produk 50 Ncsp

Tabel 4.14 Rekapitulasi formula untuk *fitting distribution demand* produk

Produk	*Formula* (*Expression*)
50 Ncsp	-0.001 + GAMM(472, 0.199)
50 Yzn5	-0.001 + GAMM(277, 0.477)
50 YNyn0	-0.5 + 88 * BETA(0.353, 0.782)
100 Yzn5	21 + 365 * BETA(0.523, 0.571)
100 YNy0	-0.5 + 82 * BETA(0.356, 0.61)
160 Yzn5	9 + 195 * BETA(0.513, 1.12)
160 YNyn0	-0.5 + 29 * BETA(0.283, 0.732)
200 Dyn5	10 + GAMM(65.6, 0.58)
200 YNyn0	-0.5 + 36 * BETA(0.585, 0.89)
250 Dyn5	5 + GAMM(34.6, 0.793)
400 Dyn5	-0.5 + 38 * BETA(0.871, 1.84)
630 Dyn5	NORM(17.5, 9.57)
1000 Dyn5	-0.5 + LOGN(1.26, 1.32)

Untuk data TBA *demand*, *fitting distribution* dilakukan pada sampel pencatatan waktu datangnya *demand*. Umumnya jenis data kedatangan memiliki distribusi memiliki distribusi *exponential* atau *Weibull*, namun karena keterbatasan data sampel dapat digunakan jenis distribusi lain serta *formula* sehingga memiliki *square error* terkecil. Berikut contoh *output* dari fitur *input analyzer* TBA *demand* untuk produk 50 csp dan tabel rekapitulasi *formula* TBA *demand* untuk setiap produk.



Gambar 4.3 Hasil *input analyzer* data TBA *demand* produk 50 Ncsp

Tabel 4 15 Rekapitulasi *formula* untuk *fitting distribution* TBA *demand* produk

Produk	*Formula* (*Expression*)
50 Ncsp	10.5 + 30 * BETA(0.49, 0.496)
50 Yzn5	4.5 + WEIB(9.7, 1.34)
50 YNyn0	20.5 + 71 * BETA(0.398, 0.591)
100 Yzn5	4.5 + GAMM(7.05, 1.31)
100 YNy0	24.5 + 67 * BETA(0.338, 0.57)
160 Yzn5	4.5 + WEIB(10.9, 1.32)
160 YNyn0	25.5 + 66 * BETA(0.209, 0.354)
200 Dyn5	3.5 + WEIB(11, 1.29)
200 YNyn0	24.5 + 67 * BETA(0.338, 0.57)
250 Dyn5	5.5 + 30 * BETA(0.735, 0.993)
400 Dyn5	4.5 + 80 * BETA(0.456, 0.735)
630 Dyn5	NORM(25, 14.7)
1000 Dyn5	37 + 124 * BETA(0.112, 0.112)

4.6 Simulasi Kejadian Diskrit

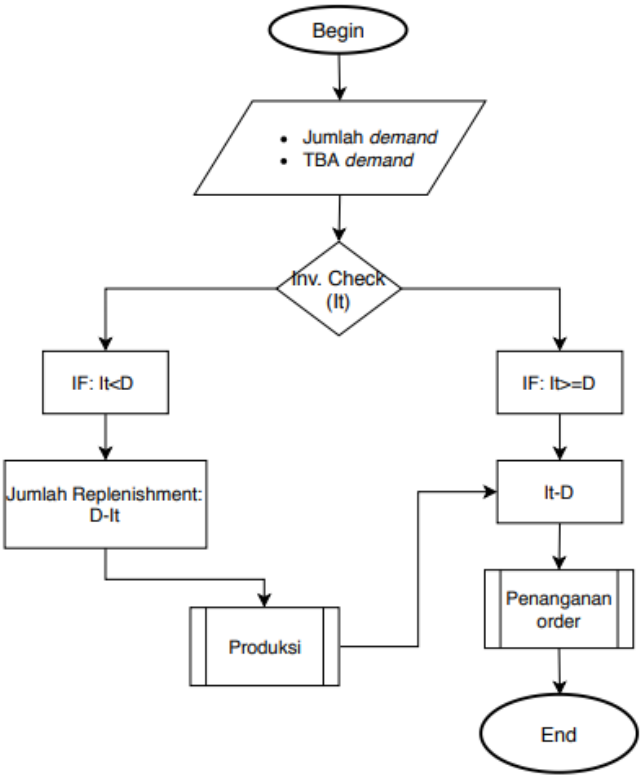
Pada subbab ini akan dilakukan simulasi berdasarkan tiga kebijakan; kebijakan saat ini perusahaan, (s, Q) *system*, dan (s, S) *system*.

4.6.1 Kebijakan Saat ini

Pada bagian ini, simulasi kebijakan yang diterapkan perusahaan disusun dengan tahapan menyusun model konseptual, penetapan parameter, replikasi, validasi, dan simulasi.

4.6.1.1 Model konseptual

Berikut model konseptual dari simulasi kebijakan perusahaan saat ini yang menunjukkan kejadian datangnya permintaan dengan *demand* yang acak dengan atribut tingkat persediaan dan jumlah *replenishment* yang telah ditentukan.



Gambar 4.4 Model konseptual kebijakan saat ini

Keterangan:

It: Tingkat persediaan

D: *Demand*

Secara umum model konseptual menggambarkan masukan, proses, dan keluaran dari simulasi. Berikut penjelasan lebih rinci dari ketiga hal tersebut.

a. Masukan

Komponen yang menjadi masukan dalam model simulasi terdiri dari distribusi jumlah *demand*, jenis produk, dan TBA *demand* secara *random* sesuai dengan formula atau distribusi yang dimiliki. Interval kedatangan *demand* untuk setiap jenis produk ditentukan pada distribusi TBA *demand* dengan jumlah hasil *random* yang didapatkan.

b. Proses

Jumlah persediaan akan berkurang dengan adanya *demand*. Pada kebijakan ini tidak diterapkan jumlah persediaan minimum yang harus disimpan, sehingga ketika tingkat persediaan lebih kecil dari *demand* akan dilakukan produksi sesuai jumlah *demand* yang diterima. Produksi dilakukan pada satu lini yang sama dengan jumlah mesin tertentu pada setiap stasiun kerja dengan sistem antrian *first in-first out* (FIFO). Setelah melalui tahap produksi dan pemerikasaan jumlah persediaan, akan dilanjutkan dengan tahapan pemenuhan *order* berikutnya hingga *order* terpenuhi.

c. Keluaran

Pada simulasi kondisi eksisting, memiliki tujuan utama untuk memvalidasi model simulasi yang dibuat kemudian menguji beberapa parameter yang menggambarkan kinerja persediaan. Simulasi kondisi eksisting belum memerhatikan target durasi pemenuhan *order*, maka dari itu pencatatan keterlambatan tidak termasuk keluaran pada simulasi. Adapun keluaran dari simulasi yang dilakukan yaitu.

1) Durasi pemenuhan *order*

Pencatatan durasi pemenuhan *order* dilakukan melalui pengurangan waktu akhir hingga pesanan selesai tahap *delivery* dengan waktu awal entitas *order* memasuki sistem.

2) Jumlah *backorder*

Kondisi ketika barang tidak tersedia saat *order* diterima, sehingga perlu dilakukan produksi tambahan. Pada keluaran simulasi akan dicatat jumlah kejadian terjadinya *backorder*

$$Bt = \begin{cases} 0, It \geq D \\ 1, It < D \end{cases} \qquad (4.4)$$

$$B = \sum_{1}^{t=240} Bt \qquad (4.5)$$

3) Kuantitas *backorder*

Pada keluaran simulasi juga akan dicatat kuantitas produksi tambahan yang diperlukan tiap terjadinya *backorder*.

$$QB = D - It \qquad (4.6)$$

4) Pencapaian *Service level*

Merupakan presentase yang menunjukan tingkat pemenuhan *order* untuk penerapan masing-masing kebijakan. Pencapaian *service level* ditinjau dari jumlah terjadinya *backorder* (SLb).

$$SLb = \frac{num.Demand - B}{num.Demand} \qquad (4.7)$$

5) Rata-rata jumlah persediaan

Sebagai keluaran simulasi, akan dilakukan pencatatan persediaan per bulan untuk masing-masing produk. Keluaran ini juga dapat menjadi pertimbangan dalam pemenuhan skenario terbaik.

4.6.1.2 Parameter

Pada kebijakan yang diterapkan perusahaan saat ini, tidak menerapkan *reorder level* (ROL) dan jumlah *replenishment* tertentu. Sistem persediaan yang diterapkan yaitu seperti pada perusahaan *make-to-order* pada umumnya yang memiliki tingkat persediaan yang rendah, serta baru akan melakukan produksi ketika *order* diterima. Maka tidak terdapat parameter tingkat persediaan dan jumlah replenishment sesuai *order* yang diterima.

4.6.1.3 Replikasi

Dengan simulasi yang berjalan secara *random input random output* (RIRO) sehingga menimbulkan variabilitas, diperlukan beberapa replikasi untuk dijalankan untuk memastikan simulasi berjalan sesuai sistem yang sebenarnya. Pada subbab ini akan dilakukan penentuan jumlah replikasi untuk menjalankan simulasi selama 240 hari kerja dan 2 *shift* per hari (8 jam kerja per *shift*) dari durasi pemenuhan *order* sebagai *output* simulasi.

Penentuan jumlah replikasi diawali dengan melakukan uji rata-rata dan standar deviasi pada 10 replikasi awal. Selanjutnya dilakukan penentuan dengan menentukan *absolute error* yang lebih kecil dari *halfwidth* (persamaan 4.9), dilanjutkan menghitung jumlah replikasi (n') sesuai persamaan 4.10.

$$hw = \frac{(t_{n-1,a/2})s}{\sqrt{n}} \qquad (4.9)$$

$$n = \left[\frac{(z_{a/2})s^2}{\beta}\right] \qquad (4.10)$$

Tabel 4.16 Penentuan jumlah replikasi

Uji Replikasi	Durasi	Uji Replikasi	Durasi
1	52.29319	6	52.11629
2	59.25611	7	51.49668
3	56.3374	8	50.19068
4	55.61814	9	50.13656
5	53.50938	10	49.28239
Rata-rata (*mean*)		53.02368	
Standar Deviasi (s)		3.358672	
$(t_{n-1,a/2})$, α= 0,05		2,262157163	
$z_{a/2}$		1,96	
Halfwidth (*hw*)		2.402649	
β		1	
Replikasi (*n'*)		43.33585 ≈ **44 Replikasi**	

4.6.1.4 Validasi

Tahap validasi dilakukan untuk menguji model simulasi yang dibuat telah menggambarkan sistem yang sebenarnya. Pada penelitian ini, validasi dilakukan pada data durasi pemenuhan *order* antara kedua sistem tersebut. Validasi dilakukan dengan uji statistik *student's-t*, dengan mengasumsikan data yang diuji memiliki variasi yang sama. Model dikatakan valid apabila nilai *t stat* diantara jangkauan *t-critical*, yang berarti kedua output data yang diuji memiliki kesamaan sesuai dengan tingkat kepercayaan yang ditentukan (95%). Berikut tahap dalam melakukan validasi.

Tabel 4.17 Rekapitulasi perbandingan durasi pemenuhan *order*

Data	*Real System*	Sim. 44 Replikasi
1	43	30.03314
2	45	16.23941

Tabel 4.18 Rekapitulasi perbandingan durasi pemenuhan *order* (Lanjutan)

Data	*Real System*	Sim. 44 Replikasi
3	40	30.85015
4	43	31.20092
5	55	31.39613
6	54	31.61547
…	…	…
87	63	57.11897669
…	-	…
15548	-	67.2858205

Berikut *output data analysis* dari *Microsoft Excel* yang digunakan untuk melakukan uji *student's-t*. Berdasarkan hasil yang didapat dapat dikatakan model simulasi telah valid.

Tabel 4.19 Validasi durasi pemenuhan *order*

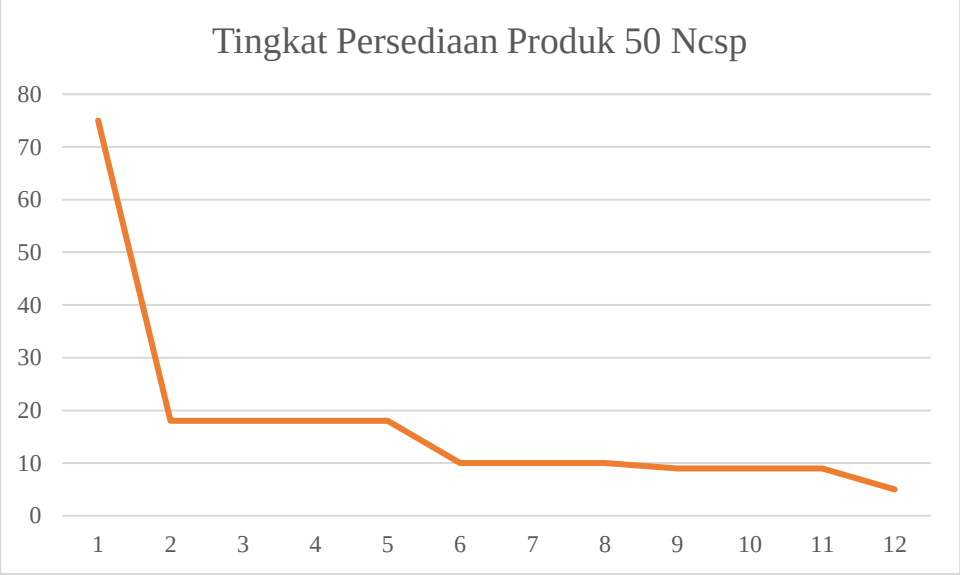
t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances	*Real Syst*	*Sim.44 Replikasi*
Mean	51.5061	51.5223
Variance	192.0280	540.49743
Observations	81	15544
Pooled Variance	538.7130	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	15623	
t Stat	-0.006246	
P(T<=t) one-tail	0.497508	
t Critical one-tail	1.644951	
P(T<=t) two-tail	0.995016	
t Critical two-tail	±1.960115	

4.6.1.5 Simulasi

Pada bagian ini akan ditampilkan keluaran simulasi secara *random input random output* (RIRO) yang dilakukan sebanyak 44 replikasi sesuai perhitungan yang telah didapat. Berikut output dari simulasi kondisi eksisting.

Tabel 4.20. Keluaran simulasi kondisi eksisting

Keluaran Simulasi	
Jumlah *Backorder*	103 kali
Kuantitas *Backorder*	8029 unit
Service Level (SLb)	87,78%
Rata-rata durasi pemenuhan	51,522 ≈ 52 hari
∑ Presentase ketepatan waktu	65,72%



Gambar 4.5 Grafik tingkat persedian produk 50 Ncsp

Tabel 4.21 Tabel keluaran simulasi kondisi eksisting per produk

Tipe	Jum. *Order*	Terlambat	Ketepatan Waktu (%)	Jumlah *Backorder*	Kuantitas *Backorder*	*Service Level*	Rata-rata persediaan
50 Ncsp	637	165	74%	8	1810	98.7%	18.7777
50 Yzn5	25	7	72%	12	1674	52.0%	45.222
50 YNyn0	55	55	0%	7	84	87.3%	4
100 Yzn5	18	9	50%	10	1770	44.4%	363.875
100 YNy0	7	2	71%	4	179	42.9%	1
160 Yzn5	20	9	55%	15	1423	25.0%	0
160YNyn0	12	6	50%	5	31	58.3%	0

Tabel 4.22 Tabel keluaran simulasi kondisi eksisting per produk (Lanjutan)

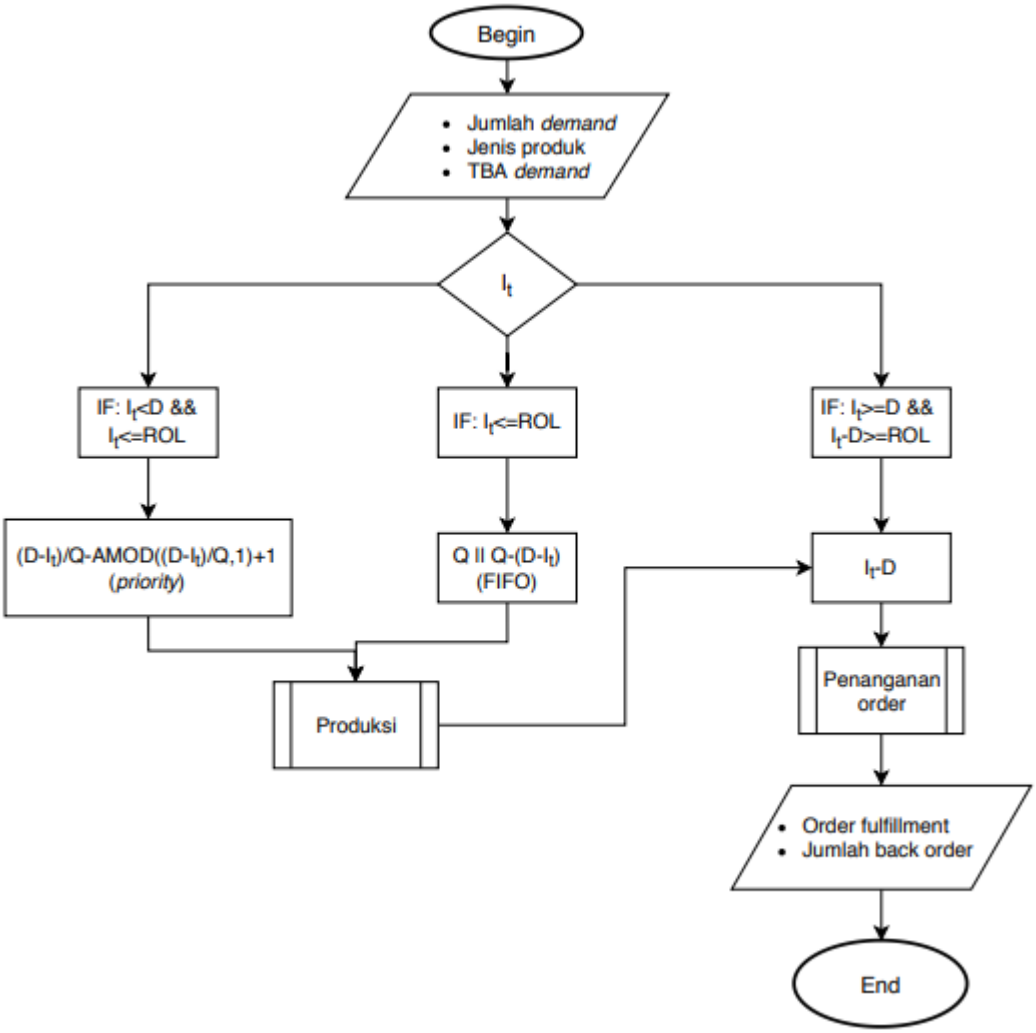
Tipe	Jum. *Order*	Terlambat	Ketepatan Waktu (%)	Jumlah *Backorder*	Kuantitas *Backorder*	*Service Level*	Rata-rata persediaan
200 Dyn5	15	11	27%	10	190	33.3%	43.6666
200YNyn0	3	2	33%	3	60	0.0%	0
250 Dyn5	23	11	52%	14	648	39.1%	0
400 Dyn5	11	3	73%	5	56	54.5%	1.4444
630 Dyn5	13	8	38%	8	101	38.5%	1
1000 Dyn5	4	1	75%	2	3	50.0%	0
Total	843	289		103	8029		

4.6.2 (s, Q) System

Pada bagian ini, simulasi kebijakan (s, Q) *system* dengan tahapan menyusun model konseptual, penetapan parameter, replikasi, validasi, dan simulasi.

4.6.2.1 Model konseptual

Berikut model konseptual dari simulasi kebijakan (s, Q) *system* yang menunjukkan kejadian datangnya permintaan dengan *demand* yang acak dengan atribut tingkat persediaan dan jumlah replenishment yang telah ditentukan.



Gambar 4.6 Model konseptual simulasi kebijakan (s, Q)

Keterangan:

It: Tingkat persediaan ROL: *Reorder level*

D: *Demand* Q: Jumlah *replenishment* (EPQ)

Secara umum model konseptual menggambarkan masukan, proses, dan keluaran dari simulasi. Berikut penjelasan lebih rinci dari ketiga hal tersebut.

a. Masukan

Komponen yang menjadi masukan dalam model simulasi terdiri dari jumlah *demand*, jenis produk, dan TBA *demand* secara *random* sesuai dengan formula atau

distribusi yang dimiliki. Interval kedatangan demand untuk setiap jenis produk ditentukan pada distribusi TBA *demand* dengan jumlah hasil *random* yang didapatkan. Sebagai masukan, rekomendasi ROL dan EPQ juga akan menjadi masukan simulasi.

b. Proses

Proses yang terjadi pada sistem yaitu perubahan pada tingkat persediaan dan kegiata produksi yang dilakukan. Produksi akan dilakukan tergantung pada tingkat persediaan yang dimiliki. Setelah selesai dari tahap produksi, akan dilanjutkan tahap penanganan *order* siap disampaikan ke PT. P. Berikut penjelasan lebih rinci dari kedua kondisi yang berkaitan dengan proses yang terjadi.

1) Tingkat persediaan

Ketika persediaan yang dimiliki cukup untuk memenuhi *demand*, maka jumlah persediaan akan berkurang sesuai dengan kebutuhan kemudian akan dilakukan penanganan order tahap berikutnya. Saat tingkat persediaan berada atau lebih kecil dari *reordel level*, maka akan dilakukan kegiatan produksi normal dengan sistem antrian FIFO. Kondisi lain, jika jumlah persediaan yang dimiliki kurang untuk memenuhi *demand*, maka akan dilakukan produksi tambahan dengan sistem antrian *priority*. Pada kegiatan produksi tambahan lebih diutamakan dibanding produksi normal.

2) Jumlah *replenishment* (produksi)

Jumlah produksi ditentukan dari kebutuhan untuk memenuhi *demand* dan tingkat persediaan. Produksi normal ketika persediaan berada pada *reorder level* akan dilakukan dengan jumlah sesuai Q untuk masing-masing tipe produk. Sedangkan untuk produksi tambahan yang menjadi prioritas, akan dilakukan produksi sesuai jumlah kekurangan, kemudian akan dilanjutkan produksi pada tipe produk tersebut sesuai antrian.

c. Keluaran

Adapun keluaran dari simulasi yang dilakukan yaitu.

1) Pemenuhan *order*

Permintaan yang dapat terpenuhi tidak melebihi batas waktu yang ditentukan untuk tiap *delivery lead time* dapat dikatakan terpenuhi dengan baik.

2) Jumlah keterlambatan

Keterlambatan terjadi jika barang belum tersedia sebelum batas waktu yang ditentukan, meskipun perlu melalui tahap produksi tambahan sebelumnya. Pada kondisi aktual perusahaan, terjadinya keterlambatan akan dihindari dengan *overtime* atau penundaan proyek lain. Hasil keluaran disimulasi akan mencatat jumlah kejadian keterlambatan yang terjadi pada tiap kebijakan.

3) Jumlah *backorder*

Kondisi ketika barang tidak tersedia saat *order* diterima, sehingga perlu dilakukan produksi tambahan. Pada keluaran simulasi akan dicatat jumlah kejadian terjadinya *backorder*.

$$Bt = \begin{cases} 0, It \geq D \\ 1, It < D \end{cases} \qquad (4.12)$$

$$B = \sum_{1}^{t=264} Bt \qquad (4.13)$$

4) Kuantitas *backorder*

Pada keluaran simulasi juga akan dicatat kuantitas produksi tambahan yang diperlukan tiap terjadinya *backorder*.

$$QB = D - It \qquad (4.14)$$

5) Service level

Merupakan presentase yang menunjukan tingkat pemenuhan *order* untuk penerapan masing-masing kebijakan. Pencapaian *service level* ditinjau dari jumlah terjadinya *backorder* (SLb).

$$SLb = \frac{num.Demand - B}{num.Demand} \qquad (4.15)$$

6) Rata-rata persediaan

Sebagai keluaran simulasi, akan dilakukan pencatatan persediaan pe bulan untuk masing-masing produk. Keluaran ini juga dapat menjadi pertimbangan dalam penentuan skenario terbaik.

4.6.2.2 Parameter

Pada kebijakan yang akan disimulasikan untuk (s, Q) *system* berupa *reorder level* (s) sesuai pada tabel 4.11 dan jumlah *replenishment* sejumlah Q sesuai

perhitungan EPQ pada tabel 4.12. Berikut rekapitulasi parameter yang akan disimulasikan.

Tabel 4 23 Parameter persediaan (s, Q)

Produk	s	Q
50 Ncsp	109	371
50 Yzn5	148	523
50 YNyn0	30	205
100 Yzn5	147	783
100 YNy0	31	159
160 Yzn5	63	142
160 YNyn0	9	72
200 Dyn5	40	225
200 YNyn0	12	38
250 Dyn5	29	67
400 Dyn5	11	14
630 Dyn5	12	56
1000 Dyn5	2	4

4.6.2.3 Simulasi

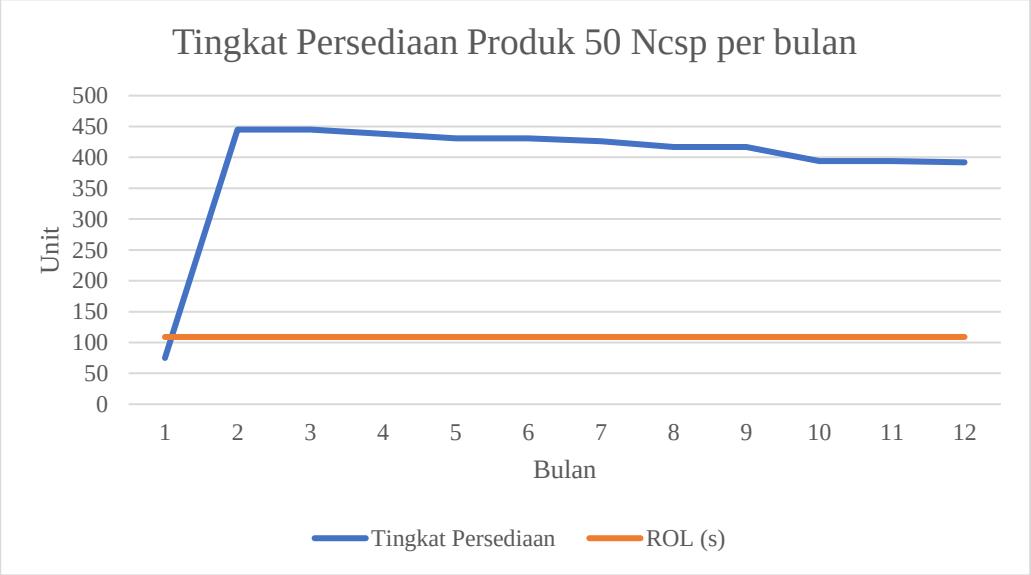
Pada bagian ini akan ditampilkan keluaran simulasi *random input random output* (RIRO) yang dilakukan sebanyak 48 replikasi berlaku untuk setiap parameter keluaran. Berikut output dari simulasi kondisi eksisting.

Tabel 4.24 Keluaran simulasi kebijakan (s, Q)

Keluaran Simulasi	
Jumlah *Backorder*	43 kali
Kuantitas *Backorder*	2984 unit
Service Level (SLb)	99,28%

Tabel 4.25 Keluaran simulasi kebijakan (s, Q) (Lanjutan)

Keluaran Simulasi	
Rata-rata durasi pemenuhan	24,96 ≈ 25 hari
∑ Presentase ketepatan waktu	83,63%



Gambar 4.7 Grafik tingkat persediaan per bulan produk 50 Ncsp

Tabel 4.26 Rekapitulasi keluaran simulasi kebijakan (s, Q)

Tipe	Jum. *Order*	Terlambat	Ketepatan Waktu (%)	Jumlah *Backorder*	Kuantitas *Backorder*	*Service Level*	Rata-rata persediaan
50 Ncsp	55	0	100%	0	0	100.00%	392.2307692
50 Yzn5	2331	426	82%	3	504	99.87%	357.3076923
50 YNyn0	92	9	90%	1	9	98.91%	127.7692308
100 Yzn5	1860	19	99%	7	1277	99.62%	476.2307692
100 YNy0	130	5	96%	2	42	98.46%	49.38461538
160 Yzn5	839	298	64%	5	503	99.40%	75.30769231
160 YNyn0	30	1	97%	1	1	96.67%	29.38461538
200 Dyn5	306	4	99%	5	271	98.37%	126.2307692
200 YNyn0	42	2	95%	1	2	97.62%	332.9230769

Tabel 4.27 Rekapitulasi keluaran simulasi kebijakan (s, Q) (Lanjutan)

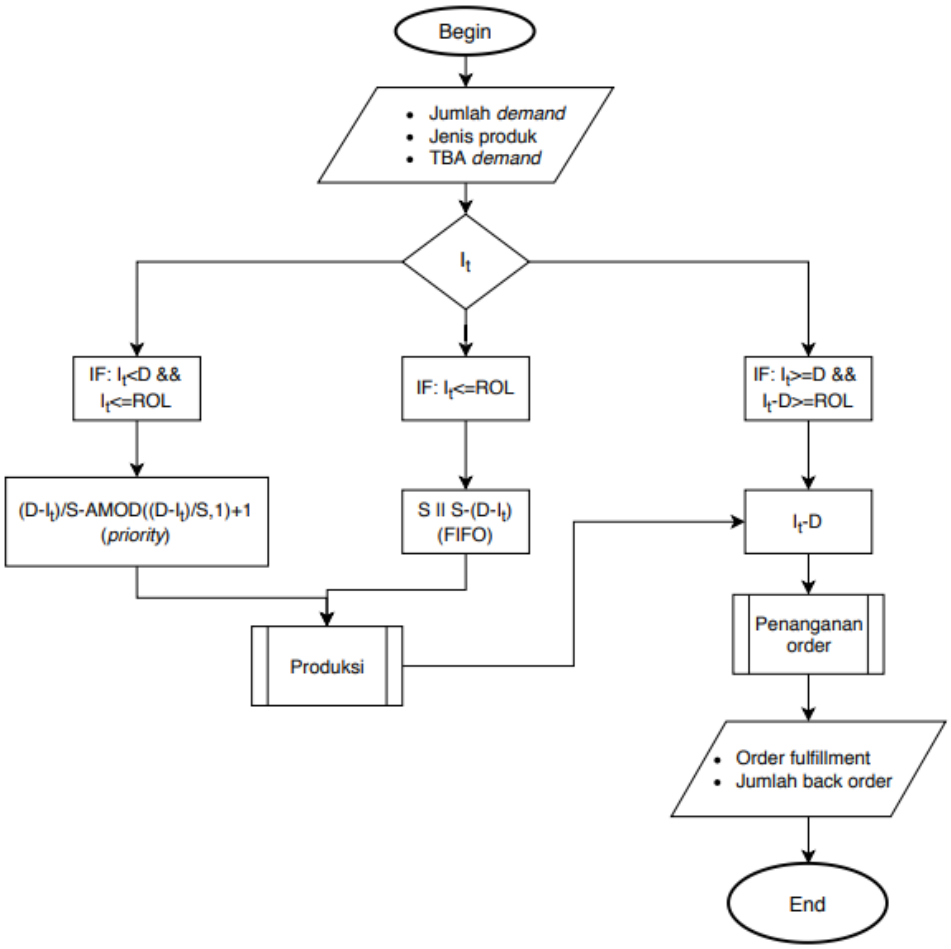
Tipe	Jum. *Order*	Terlambat	Ketepatan Waktu (%)	Jumlah *Backorder*	Kuantitas *Backorder*	*Service Level*	Rata-rata persediaan
250 Dyn5	186	159	15%	12	303	93.55%	7.615384615
400 Dyn5	42	12	71%	2	18	95.24%	9.461538462
630 Dyn5	126	52	59%	3	52	97.62%	41.69230769
1000 Dyn5	4	2	50%	1	2	75.00%	3.076923077
Total	6043	989		43	2984		

4.6.3 (s, S) System

Pada bagian ini, simulasi kebijakan (s, S) *system* disusun dengan tahapan menyusun model konseptual, penetapan parameter, replikasi, validasi, dan simulasi.

4.6.3.1 Model konseptual

Berikut model konseptual dari simulasi kebijakan (s, S) *system* yang menunjukkan kejadian datangnya permintaan dengan *demand* yang acak dengan atribut tingkat persediaan dan jumlah *replenishment* yang telah ditentukan.



Gambar 4.8 Model konseptual simulasi kebijakan (s, S)

Keterangan:

It: Tingkat persediaan

D: *Demand*

ROL: *Reorder level*

S: Jumlah *replenishment* (s+Q)

Secara umum model konseptual menggambarkan masukan, proses, dan keluaran dari simulasi. Berikut penjelasan lebih rinci dari ketiga hal tersebut.

a. Masukan

Komponen yang menjadi masukan dalam model simulasi terdiri dari jumlah *demand*, jenis produk, dan TBA *demand* secara *random* sesuai dengan formula atau distribusi yang dimiliki. Interval kedatangan demand untuk setiap jenis produk ditentukan pada distribusi TBA *demand* dengan jumlah hasil *random* yang didapatkan.

b. Proses

Proses yang terjadi pada sistem yaitu perubahan pada tingkat persediaan dan kegiata produksi yang dilakukan. Produksi akan dilakukan tergantung pada tingkat persediaan yang dimiliki. Setelah selesai dari tahap produksi, akan dilanjutkan tahap penanganan *order* siap disampaikan ke PT. P. Berikut penjelasan lebih rinci dari kedua kondisi yang berkaitan dengan proses yang terjadi.

1.) Tingkat persediaan

Ketika persediaan yang dimiliki cukup untuk memenuhi *demand*, maka jumlah persediaan akan berkurang sesuai dengan kebutuhan kemudian akan dilakukan penanganan order tahap berikutnya. Saat tingkat persediaan berada atau lebih kecil dari *reordel level*, maka akan dilakukan kegiatan produksi normal dengan sistem antrian FIFO. Kondisi lain, jika jumlah persediaan yang dimiliki kurang untuk memenuhi *demand*, maka akan dilakukan produksi tambahan dengan sistem antrian *priority*. Pada kegiatan produksi tambahan lebih diutamakan dibanding produksi normal.

2.) Jumlah *replenishment* (produksi)

Jumlah produksi ditentukan dari kebutuhan untuk memenuhi *demand* dan tingkat persediaan. Produksi normal ketika persediaan berada pada *reorder level* akan dilakukan dengan jumlah sesuai S untuk masing-masing tipe produk. Sedangkan untuk produksi tambahan yang menjadi prioritas, akan dilakukan produksi sesuai jumlah kekurangan, kemudian akan dilanjutkan produksi pada tipe produk tersebut sesuai antrian.

c. Keluaran

Adapun keluaran dari simulasi yang dilakukan yaitu.

1) Pemenuhan order

Permintaan yang dapat terpenuhi tidak melebihi batas waktu yang ditentukan untuk tiap *delivery lead time* dapat dikatakan terpenuhi dengan baik.

2) Jumlah keterlambatan

Keterlambatan terjadi jika barang belum tersedia sebelum batas waktu yang ditentukan, meskipun perlu melalui tahap produksi tambahan sebelumnya. Pada kondisi aktual perusahaan, terjadinya keterlambatan akan dihindari dengan *overtime* atau penundaan proyek lain. Hasil keluaran disimulasi akan mencatat jumlah kejadian keterlambatan yang terjadi pada tiap kebijakan..

3) Jumlah *backorder*

Kondisi ketika barang tidak tersedia saat *order* diterima, sehingga perlu dilakukan produksi tambahan. Pada keluaran simulasi akan dicatat jumlah kejadian terjadinya *backorder*.

$$Bt = \begin{cases} 0, It \geq D \\ 1, It < D \end{cases} \qquad (4.12)$$

$$B = \sum_{1}^{t=264} Bt \qquad (4.13)$$

4) Kuantitas backorder

Pada keluaran simulasi juga akan dicatat kuantitas produksi tambahan yang diperlukan tiap terjadinya *backorder*.

$$QB = D - It \qquad (4.14)$$

5) Service level

Merupakan presentase yang menunjukan tingkat pemenuhan *order* untuk penerapan masing-masing kebijakan. Pencapaian *service level* ditinjau dari jumlah terjadinya *backorder* (SLb) dan kuantitas *backorder* (SLq) yag terjadi.

$$SLb = \frac{num.Demand - B}{num.Demand} \qquad (4.15)$$

6) Rata-rata persediaan

Sebagai keluaran simulasi, akan dilakukan pencatatan persediaan pe bulan untuk masing-masing produk. Keluaran ini juga dapat menjadi pertimbangan dalam penentuan skenario terbaik.

4.6.3.2 Parameter

Pada kebijakan yang akan disimulasikan untuk (s, S) *system* berupa *reorder level* (s) sesuai pada tabel 4.11 dan jumlah *replenishment* sejumlah S yang didapat dari jumlah EPQ (Q) ditambahan dengan *reorder level* pada tabel 4.20. Berikut rekapitulasi parameter yang akan disimulasikan.

Tabel 4.28 Parameter persediaan (s, S)

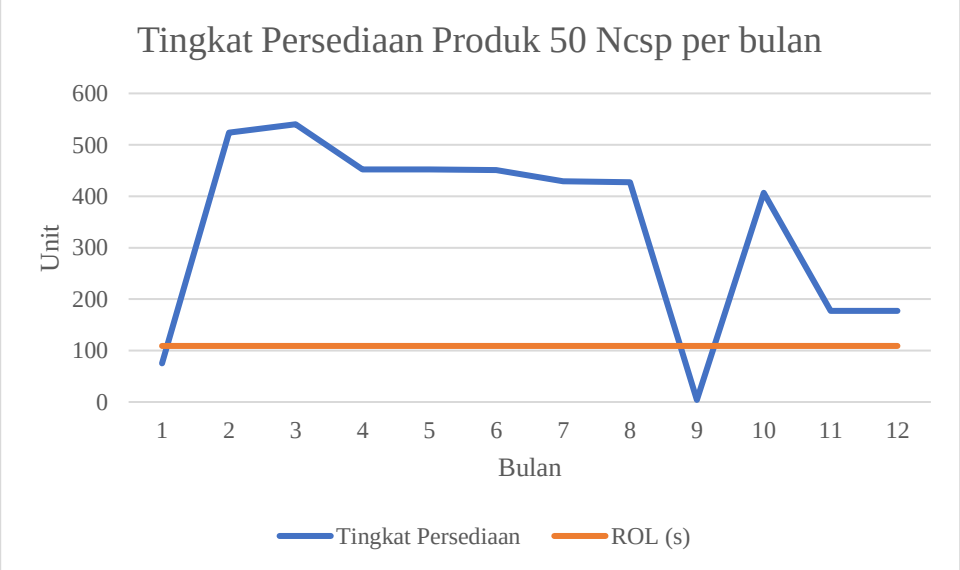
Produk	s	S
50 Ncsp	109	480
50 Yzn5	148	670
50 YNyn0	30	235
100 Yzn5	147	931
100 YNy0	31	191
160 Yzn5	63	206
160 YNyn0	9	81
200 Dyn5	40	266
200 YNyn0	12	50
250 Dyn5	29	96
400 Dyn5	11	25
630 Dyn5	12	68
1000 Dyn5	2	6

4.6.3.3 Simulasi

Pada bagian ini akan ditampilkan keluaran simulasi yang dilakukan sebanyak 23 replikasi berlaku untuk setiap parameter keluaran. Berikut *output* dari simulasi kondisi eksisting.

Tabel 4.29 Keluaran simulasi kebijakan (s, S)

Keluaran Simulasi	
Jumlah *Backorder*	41 kali
Kuantitas *Backorder*	2014 unit
Service Level (SLb)	99,26%
Rata-rata durasi pemenuhan	23,35 ≈ 24 hari
∑ Presentase ketepatan waktu	82,23%



Gambar 4 9 Grafik Tingkat persediaan per bulan produk 50 Ncsp

Tabel 4.30 Rekapitulasi keluaran simulasi kebijakan (s, S)

Tipe	Jum. *Order*	Terlambat	Ketepatan Waktu (%)	Jumlah *Backorder*	Kuantitas *Backorder*	*Service Level*	Rata-rata persediaan
50 Ncsp	378	105	72%	1	135	99.74%	362.384615
50 Yzn5	1406	178	87%	1	200	99.93%	344.461538
50 YNyn0	77	60	22%	2	60	97.40%	262.923077
100 Yzn5	2417	197	92%	4	386	99.83%	690
100 YNy0	89	80	10%	1	80	98.88%	81.3076923
160 Yzn5	596	108	82%	8	574	98.66%	91.0769231
160 YNyn0	14	1	93%	1	1	92.86%	40.2307692
200 Dyn5	165	0	100%	7	238	95.76%	69.6153846
200 YNyn0	31	17	45%	1	15	96.77%	156.153846
250 Dyn5	189	161	15%	8	236	95.77%	10.7692308
400 Dyn5	39	19	51%	3	39	92.31%	12.3076923
630 Dyn5	161	61	62%	3	48	98.14%	75.3846154
1000 Dyn5	6	2	67%	1	2	83.33%	2
Total	5568	989		41	2014		

4.7 Perbandingan Hasil

Pada subbab ini akan dibahas perbandingan hasil dari tiga kondisi yang diujikan, yaitu kondisi eksisting, kebijakan (s, Q), dan kebijakan (s, S). Perbandingan dilakukan berdasarkan dua parameter, yaitu presentase ketepatan waktu dan *service level* terhadap jumlah kejadian *backorder* (SLb). Pemilihan kebijakan dilakukan secara kuantitatif, yaitu berdasarkan hasil penjumlahan terbesar antara kedua parameter. Berdasarkan permasalahan utama perusahaan dalam kondisi yang dihadapi penjumlahan terhadap parameter dilakukan dengan bobot yang lebih besar untuk presentase ketepatan waktu sebesar 60%, sedangkan *service level* 40%.

Tabel 4.31 Rekapitulasi perbandingan hasil simulasi

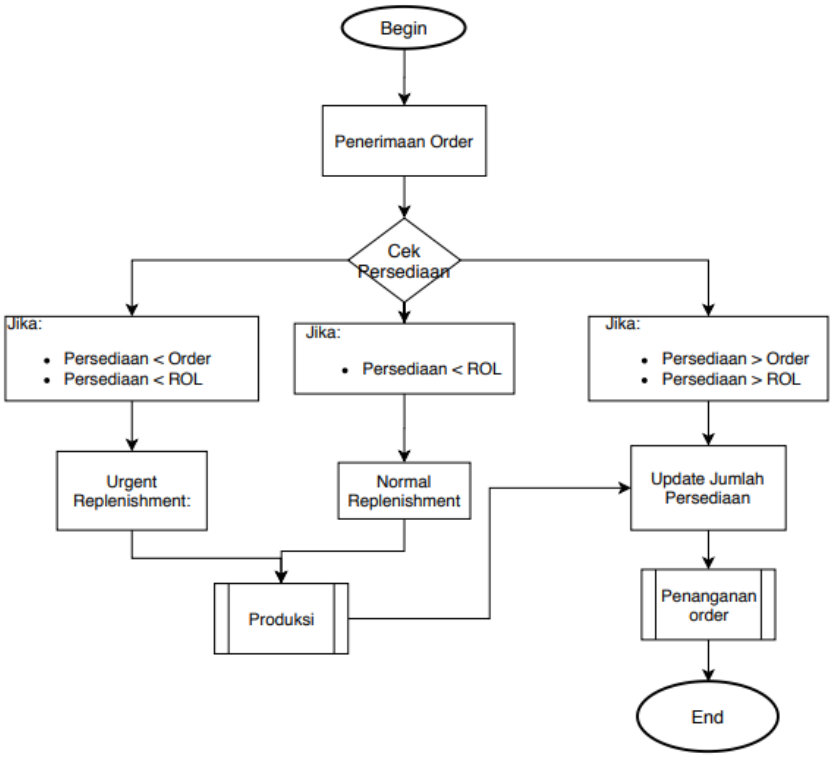
	% ketepatan waktu (60%)			SLb (40%)			Hasil Terbaik		
Produk	(s, Q)	(s, S)	Eksist	(s, Q)	(s, S)	Eksist	∑ (s, Q)	∑ (s, S)	∑ Eksist
50 Ncsp	100.00 %	72.22%	74.10 %	100.00 %	99.74%	98.74 %	100.00 %	83.23 %	83.96 %
50 Yzn5	81.72%	87.34%	72.00 %	99.87%	99.93%	52.00 %	88.98%	92.38 %	64.00 %
50 YNyn0	90.22%	22.08%	0.00%	98.91%	97.40%	87.27 %	93.70%	52.21 %	34.91 %
100 Yzn5	98.98%	91.85%	50.00 %	99.62%	99.83%	44.44 %	99.24%	95.04 %	47.78 %
100 YNy0	96.15%	10.11%	71.43 %	98.46%	98.88%	42.86 %	97.08%	45.62 %	60.00 %
160 Yzn5	64.48%	81.88%	55.00 %	99.40%	98.66%	25.00 %	78.45%	88.59 %	43.00 %
160 YNyn0	96.67%	92.86%	50.00 %	96.667 %	92.857 %	58.33 %	96.67%	92.86 %	53.33 %
200 Dyn5	98.69%	100.00 %	26.67 %	98.37%	95.76%	33.33 %	98.56%	98.30 %	29.33 %
200 YNyn0	95.24%	45.16%	33.33 %	97.62%	96.77%	0.00%	96.19%	65.81 %	20.00 %
250 Dyn5	14.52%	14.81%	52.17 %	93.55%	95.77%	39.13 %	46.13%	47.20 %	46.96 %
400 Dyn5	71.43%	51.28%	72.73 %	95.24%	92.31%	54.55 %	80.95%	67.69 %	65.45 %
630 Dyn5	58.73%	62.11%	38.46 %	97.62%	98.14%	38.46 %	74.29%	76.52 %	38.46 %
1000 Dyn5	50.00%	66.67%	75.00 %	75.00%	83.33%	50.00 %	60.00%	73.33 %	65.00 %
Total							8	5	0

4.8 Rancangan Penerapan

Pada subbab ini, akan ditampilkan rancangan penerapan rekomendasi kebijakan untuk perusahaan. Rancangan dari penerapan merupakan gabungan antara rekomendasi dari penulis dan sistem yang diterapkan oleh PT Trafo yang didapat melalui hasil diskusi.

4.8.1 Rancangan Mekanisme Penanganan Order

Mekanisme yang dirancang mempertimbangkan antara *reorder level* dan jumlah *replenishmen*t (*batch size*) yang tetap, serta penentuan jumlah dan urutan produksi yang dipertimbangkan perusahaan. Urutan antrian yang telah ditetapkan untuk melakukan produksi ditentukan berdasarkan banyak hal, seperti; perjanjian waktu pemenuhan, mendekati jatuh tempo, hasil peramalan permintaan, serta faktor lain. Pada Gambar 4.9 menampilkan diagram alir dari pengelolaan persediaan dan *replenishment*.



Gambar 4.10 *Flowchart* pengelolaan persediaan dan *replenishment*

Keterangan:

- *Normal replenishment*: Kegiatan *replenishment* yang terjadi ketika tingkat persediaan telah berada pada *reoder level* (s) dengan kuantitas yang tetap sesuai kebijakan yang diterapkan.
- *Urgent replenishment*: Kegiatan *replenishment* yang terjadi untuk memenuhi kekurangan persediaan dari order yang diterima sesuai jumlah kekurangan. Dalam antrian produksi kondisi ini menjadi prioritas untuk dilakukan. Setelah jumlah yang kurang tercukupi akan dilanjutkan dengan jumlah sisa dari *normal replenishment.*
- *Update* jumlah persediaan: Dilakukan ketika terjadi penambahan atau pengurangan jumlah pada persediaan.

4.8.2 Usulan Penerapan Kebijakan

Berdasarkan perbandingan hasil simulasi, didapat bahwa kebijakan (s, Q) memiliki jumlah yang lebih tinggi sehingga dapat diterapkan untuk seluruh produk. Namun dengan jumlah produk yang sedikit, memungkinkan perusahaan untuk melakukan pengawasan terhadap setiap produk sesuai dengan hasil perbandingan kebijakan terbaik (Tabel 4.26). Dalam merencanakan penerapan, akan dilakukan pengujian terhadap alternatif baru dengan menerapkan kebijakan sesuai hasil terbaik pada produk. Berikut keluaran simulasi rancangan kebijakan baru (MIX) dengan jumlah replikasi 67 kali.

Tabel 4.32 Keluaran simulasi alternatif baru (MIX)

Tipe	Jum. *Order*	Terlambat	% Ketepatan Waktu	Jumlah *Backorder*	*Service Level*
50 Ncsp	440	0	100%	4	99.09%
50 Yzn5	1080	22	98%	3	99.72%
50 YNyn0	253	32	87%	2	99.21%
100 Yzn5	1379	0	100%	6	99.56%

Tabel 4.33 Keluaran simulasi alternatif baru (MIX) (Lanjutan)

Tipe	Jum. *Order*	Terlambat	% Ketepatan Waktu	Jumlah *Backorder*	*Service Level*
100 YNy0	80	15	81%	1	98.75%
160 Yzn5	1066	366	66%	4	99.62%
160 YNyn0	39	15	62%	2	94.87%
200 Dyn5	151	0	100%	4	97.35%
200 YNyn0	60	6	90%	1	98.33%
250 Dyn5	388	359	7%	13	96.65%
400 Dyn5	38	28	26%	2	94.74%
630 Dyn5	133	63	53%	5	96.24%
1000 Dyn5	4	4	0%	2	50.00%
Total	5111	910		49	

Selanjutnya dilakukan perbandingan antara kebijakan (s, Q) *system* sesuai Tabel 4.21 dan alternatif baru (MIX) berdasarkan parameter presentase ketepatan waktu dan *service level*, ditampilkan pada Tabel 4.28.

Tabel 4.34 Perbandingan rencana penerapan

	Alternatif Kebijakan	
Parameter	(s, Q)	MIX
∑ % Ketepatan	83,63%	82,19%
SLb	99,28%	99,04%

Berdasarkan hasil pengujian kedua alternatif kebijakan, didapat bahwa kebijakan (s, Q) *system* lebih baik untuk diterapkan oleh perusahaan. Hal tersebut berdasarkan perbandingan penilaian pencapaian parameter secara keseluruhan dimana kebijakan (s, Q) *system* memiliki nilai yang lebih baik dari alternatif penerapan kontrol persediaan per produk.

BAB 5
ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, akan dilakukan analisa serta pembahasan dari pengerjaan BAB 4. Pembahasan dimulai dari analisa kasus peralihan sistem pembelian produk yang terjadi, analisa rekomendasi, analisa perbandingan hasil simulasi, dan analisa rancangan penerapan.

5.1 Analisa Kasus Peralihan Sistem Pembelian Produk

Berdasarkan kondisi peralihan sistem pembelian yang dihadapi perusahaan, menuntut perusahaan untuk meninjau pengelolaan persediaan yang dimiliki. Perusahaan saat ini memiliki tingkat persediaan yang rendah, seperti pada umumnya perusahaan *make to order*. Peralihan sistem pembelian pada kontrak dengan PT. P, awalnya diberikan alokasi (perkiraan pembelian) setiap sebelum memasuki periode bulan menjadi alokasi hanya diberikan per tahun. Dengan tidak adanya alokasi per bulan, *demand* yang datang akan menjadi lebih tidak pasti (*uncertain demand*). Alokasi per bulan yang diberikan PT. P akan menjadi acuan bagi perusahaan untuk melakukan produksi untuk dipenuhi pada tiap bulan. Dalam penelitian ini, pola *demand* dan tingkat persediaan yang dimiliki perusahaan akan menjadi acuan untuk dievaluasi. Perlu dilakukan pengamatan terhadap pola *demand* ketika sistem *marketplace* sudah efektif berjalan.

Perusahaan perlu mengantisipasi masalah yang timbul dari perubahan pola *demand* yang terjadi dari segi pengelolaan persediaan, seperti *backorder* dan tingkat persediaan rendah yang akan tercatat pada sistem *marketplace*. Sistem *marketplace* yang akan menyediakan informasi persediaan lebih transparan untuk PT. P perlu diantisipasi agar tidak menurunkan standar ketersediaan barang perusahaan. Perusahaan (PT. Trafo) harus dapat menampilkan informasi persediaan yang cukup dengan memerhatikan kebutuhan PT. P, berbeda dengan kondisi sebelumnya dimana konsumen tidak dapat mengakses data persediaan. Sebagai langkah untuk dapat beradaptasi, perlu penyesuaian yang dilakukan PT.

Trafo dalam menentukan tingkat persediaan yang cukup. Tingkat persediaan yang cukup untuk disimpan PT. Trafo juga perlu ditinjau setiap beberapa periode tertentu untuk kesesuaian yang lebih akurat.

Pada sistem pembelian *marketplace*, kedua perusahaan akan menyepakati waktu maksimal pemenuhan order yang harus dipenuhi PT. Trafo dengan konsekuensi *penalty cost* untuk terjadinya keterlambatan. Dalam penelitian ini, batas waktu pemenuhan diasumsikan selama 45 hari. Maka dari itu, untuk menghindari keterlambatan akibat antrian produksi tambahan yang perlu dilakukan diakibatkan oleh tingkat persediaan yang rendah. Hal tersebut juga sebagai rekomendasi perbaikan bagi perusahaan dari terjadinya *overtime* atau penundaan proyek lain dalam mengejar pemenuhan *order*. Adanya kondisi riil perusahaan yang melakukan *overtime* serta penundaan proyek lain, digunakan asumsi untuk menganalisa kondisi awal bahwa perusahaan dapat memenuhi *order* tanpa adanya *backorder* untuk menunjukkan kemampuan perusahaan dalam memenuhi *order*. Munculnya asumsi ini yang mendasari penyesuaian perhitungan *production rate* pada produk 50 Ncsp, 50 Yzn5, 50 YNyn0, dan 100 Yzn5 yang awalnya lebih rendah dari *demand rate*.

5.2 Analisa Rekomendasi

Pada subbab ini akan dilakukan analisa dari rekomendasi yang disusun penulis, yang terdiri dari analisa jumlah persediaan dan jumlah *replenishment* yang diperlukan perusahaan.

5.2.1 Rekomendasi Jumlah Persediaan

Jumlah persediaan yang direkomendasikan berupa *safety stock* dan *reorder level*. Penentuan *safety stock* ditujukan agar perusahaan memiliki jumlah persediaan pengaman dari fluktuasi permintaan yang terjadi pada tiap bulan. Perhitungan *safety stock* memerhatikan standar deviasi dari *demand* historis pada setiap produk dan *lead time* produksi. Perhitungan *reorder level* didapat dengan menjumlahkan *safety stock* dengan perkalian rata-rata *lead time* dan rata-rata *demand* per bulan.

Nilai *reordel level* menunjukkan tingkat persediaan minimal yang harus dimiliki perusahaan, sehingga ketika jumlah persediaan berada pada nilai tersebut maka akan dilakukan *replenishment* atau kegiatan produksi untuk menambah persediaan.

Berdasarkan hasil perhitungan *safety stock* yang didapat, *lead time* (dalam satuan bulan) tidak menimbulkan variasi yang signifikan pada nilai yang didapat. Adapun hal tersebut dipengaruhi oleh standar deviasi *demand* masing-masing produk yang menentukan variasi jumlah *safety stock*. Seperti pada produk 50 kVA Yzn5 dengan nilai standar deviasi terbesar (147,4125 unit) menimbulkan nilai *safety stock* yang jauh lebih tinggi dari beberapa produk lain. Selain itu, jumlah *safety stock* yang tinggi disebabkan oleh nilai faktor target *service level* yang tinggi (99%) yang merupakan target perusahaan untuk menjaga ketersediaan barang dalam hubungan pembelian dengan PT. P serta meminimalisir resiko keterlambatan yang terjadi. Dengan menerapkan nilai faktor *service level* 99%, perusahaan mampu meminimalisir kekurangan jumlah persediaan namun akan menimbulkan pertimbangan lain untuk menyimpan barang dalam jumlah yang besar.

Perhitungan *reorder level* menghasilkan nilai yang sewajarnya lebih tinggi dari *safety stock* yang dimiliki. Unit tambahan untuk *reorder level* dari nilai *safety stock* ditentukan oleh rata-rata *demand* pada setiap produk. Seperti pada produk 100 kVA Yzn5 yang memiliki terbesar (29 unit) antara *safety stock* dan *reorder level* dibandingkan dengan produk lain, disebabkan oleh rata-rata *demand* yang tinggi. Sedangkan produk 1000 kVA Dyn5, dengan rata-rata *demand* yang rendah memiliki nilai *reorder level* yang paling kecil.

Kondisi yang dihadapi perusahaan akan berbeda ketika telah menerapkan penyimpanan persediaan dengan jumlah yang direkomendasikan. Perusahaan dengan menerapkan sejumlah persediaan untuk disimpan perlu mempertimbangkan beberapa hal, seperti

kebutuhan fasilitas penyimpanan dan biaya penyimpanan yang akan meningkat. Semakin banyak jumlah barang yang disimpan, maka akan terjadi peningkatan pada biaya penyimpanan. Pada penelitian ini, biaya penyimpanan tidak menjadi parameter utama dalam pengambilan keputusan dikarenakan keterbatasan informasi aktual dari komponen biaya. Salah satu komponen utama biaya penyimpanan, yaitu *unit cost*, didapatkan dari hasil *benchmark*. Hal ini menjadikan biaya penyimpanan sebagai biaya imajiner untuk menentukan perhitungan EPQ. Pengaruh yang ditimbulkan terhadap penerapan rekomendasi dapat dilihat dari peningkatan linier pada peningkatan jumlah yang disimpan.

5.2.2 Rekomendasi Jumlah Replenishment

Sebagai rekomendasi, pada penelitian ini melakukan perhitungan *Economic Production Quantity* (EPQ) sebagai jumlah *replenishment* yang dilakukan perusahaan dengan memperhatikan kondisi permintaan dan kemampuan dalam melakukan produksi. Pada kondisi saat ini, perusahaan memproduksi dengan jumlah sesuai dengan *demand* tanpa memiliki sejumlah persediaan. Saat diberlakukan sistem *marketplace*, permintaan yang datang secara tidak pasti akan memicu keterlambatan apabila memakan waktu produksi yang lama. Tujuan diterapkannya EPQ, yaitu agar produksi dilakukan dalam jumlah tertentu yang telah mempertimbangkan kondisi permintaan (*demand rate*) dan kemampuan produksi (*production rate*) yang dihadapi perusahaan pada periode satu tahun. Penerapan EPQ juga tentunya akan memungkinkan perusahaan memiliki persediaan yang sesuai dengan *reorder level* yang ditetapkan. Jumlah *run* produksi yang diperlukan didapatkan dari hasil perbandingan antara *demand* untuk satu tahun dengan EPQ, dimana *batch size* produksi sebesar EPQ.

Hasil perhitungan EPQ yang dilakukan menunjukkan jumlah yang berbeda pada setiap produk. Pada penelitian ini, variasi nilai EPQ sebagai *batch size* produksi memiliki pengaruh signifikan dari

production rate,*demand rate*, *holding cost*, dan *annual demand* masing-masing produk. Seperti pada produk 100 Yzn5 menghasilkan nilai EPQ tertinggi karena memiliki *annual demand* yang tinggi dan *holding cost* yang rendah. Sedangkan pada produk 1000 Dyn5, yang memiliki *annual demand* rendah dan biaya penyimpanan tinggi menghasilkan EPQ yang kecil. Hal ini menunjukkan nilai EPQ sebagai jumlah produksi yang optimal bagi kebutuhan pemenuhan *demand* dan kemampuan penyimpanan perusahaan. Dalam penelitian ini, *setup cost* yang cukup seragam tidak berpengaruh signifikan pada nilai EPQ.

Kuantitas *batch* produksi yang ditetapkan melalui perhitungan EPQ dari hasil simulasi kebijakan yang diterapkan memiliki pengaruh pada peningkatan kinerja parameter yang diukur, yaitu presentase ketepatan waktu dan *service level* (SLb). Dengan jumlah EPQ yang didapat berada diatas *reorder level*, jumlah persediaan dapat berada pada tingkat yang diinginkan. Dari sisi lain, penerapan *batch size* sesuai EPQ dapat menimbulkan potensi antrian produksi tinggi akibat jumlah yang tinggi, seperti yang hasil yang didapat dari beberapa produk. Maka dari itu perlu dilakukan pengaturan urutan yang sesuai untuk menerapkan jumlah produksi sesuai EPQ.

5.3 Analisa Perbandingan Hasil Simulasi

Pada BAB 4 telah dilakukan pengujian penerapan rekomendasi dengan simulasi kejadian diskrit sesuai dengan kebijakan kontrol persediaan yang akan dipertimbangkan, yaitu kondisi eksisting, kebijakan (s, Q) *system*, dan kebijakan (s, S) *system*. Pemilihan pengujian dengan simulasi kejadian diskrit disebabkan oleh variabilitas dan kompleksitas sistem yang dimiliki, serta sistem yang diuji melibatkan antrian dan penggunaan *resource* yang akan berpengaruh pada hasil simulasi. Simulasi pada penelitian dilakukan dengan *software* Arena. Tujuan dilakukannya simulasi pada penelitian ini yaitu untuk menyusun rekomendasi menjadi satu rangkaian yang dapat diterapkan, sekaligus menguji kinerja

rekomendasi yang diusulkan sebagai gambaran saat akan diterapkan. Adapun parameter yang diuji pada simulasi yaitu presentase ketepatan waktu (target 45 hari) dan *service level* terhadap jumlah *backorder* (SLb). Dalam membandingkan hasil simulasi, akan dicatat pula terjadinya *backorder* dengan kondisi tingkat persediaan tidak dapat memenuhi *demand* yang diterima. Terjadinya *backorder* yang dicatat berbeda dengan tujuan dinyatakannya asumsi nomor 3 yang dikhususkan untuk menganalisa kondisi eksisting.

Simulasi yang pertama dilakukan yaitu terhadap kondisi eksisting, dengan tujuan utama melakukan validasi terhadap model simulasi yang dibangun dan pengujian kebijakan yang saat ini diterapkan untuk menghadapi kondisi yang akan datang. Validasi dilakukan pada model simulasi yang dibangun dengan parameter yang dimiliki oleh kedua sistem dengan pengujian *t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances*, pada penelitian ini parameter yang diuji adalah durasi atau waktu pemenuhan *order*, yang mengunjukkan simulasi valid pada replikasi ke 44 dengan rata-rata waktu pemenuhan *order* 52 hari. Berdasarkan hasil simulasi kondisi eksisting, kinerja parameter menunjukkan hasil yang tidak maksimal bahkan banyak terdapat pencapaian dibawah 50%. Hal ini sesuai dengan dugaan awal kondisi yang mana belum menerapkan *safety stock*, *reorder level*, dan EPQ. Hal ini menunjukkan bahwa dalam menghadapi kondisi peralihan sistem pembelian akan datang yang memicu *uncertain demand*, perlu dilakukan rekomendasi untuk menjaga kinerja maksimal dari pemenuhan *order*.

Pada tahap selanjutnya, dilakukan eksperimentasi dengan melakukan pengujian simulasi pada kebijakan (s, Q) *system* dan (s, S) *system* menggunakan model yang telah divalidasi dengan penyesuaian dari rekomendasi yang diajukan. Perbedaan dari kedua kebijakan yang diuji terdapat pada *batch size*, (s, Q) *system* memiliki *batch size* sesuai nilai EPQ sedangkan pada (s, S) *system* berupa penjumlahan antara EPQ dan *reorder level*. Berdasarkan hasil simulasi yang didapat, kedua kebijakan mampu meningkatkan pencapaian parameter yang diukur secara signifikan. Seperti pada produk 100 Yny0 yang awalnya mencapai presentase ketepatan waktu dari 71,43% meningkat menjadi 96,15% dengan

diterapkannya (s, Q) *system*, begitu pula pada *service level* dari 42,86% meningkat menjadi 98,46%.

Berdasarkan hasil ketiga simulasi yang dilakukan, selanjutnya akan dilakukan perbandingan dari hasil yang didapatkan masing-masing parameter. Dalam penelitian ini, kebijakan terbaik dipilih berdasarkan penjumlahan hasil yang didapatkan kedua parameter pada setiap produk dengan bobot 60% untuk presentase ketepatan waktu dan 40% untuk *service level*. Bobot tersebut didapatkan sesuai dengan kecenderungan objektif perusahaan agar *order* dapat dilakukan dengan tepat waktu. Hasil perbandingan menunjukkan hasil terbaik paling banyak dicapai kebijakan (s, Q*) system*, yaitu pada 8 dari 13 produk. Terdapat lima produk yang memiliki nilai tertinggi pada kebijakan (s, S) *system*, dimana produk-produk tersebut lebih unggul pada parameter *service level*. Dari hasil perbandingan yang didapatkan, akan menjadi acuan dalam melanjutkan penelitian ke tahap rancangan penerapan.

5.4 Analisa Rancangan Penerapan

Hal yang akan dicapai pada tahap rancangan penerapan yaitu penyesuaian usulan atau rekomendasi yang diberikan agar dapat diterapkan oleh PT. Trafo. Dalam pengajuan rekomendasi penelitian kepada perusahaan terdapat dua rancangan yang ditampilkan pada subbab 4.8, yaitu rancangan mekanisme penanganan *order* dan usulan penerapan kebijakan. Mekanisme penanganan order yang dirancang ditampilkan dalam bentuk *flowchart* yang lebih *general* dari model konseptual simulasi, yang menunjukkan kondisi serta keputusan yang perlu diambil. Usulan penerapan kebijakan merupakan pengembangan dari perbandingan hasil simulasi yang didapat. Dilakukan pengujian ulang terhadap dua kondisi yang memungkinkan untuk diterapkan, yaitu kebijakan (s, Q) *system* secara keseluruhan atau kontrol dilakukan spesifik pada setiap produk sesuai kebijakan yang paling tinggi pencapaiannya.

Pada rancangan mekanisme penanganan *order*, secara garis besar menjelaskan kondisi serta keputusan yang mengarah kepada jumlah persediaan

minimum yang harus disimpan dan kapan perusahaan akan melakukan *replenishment*. Namun mengingat jumlah *batch size* yang besar serta keterbatasan *resource* yang dimiliki lantai produksi, muncul keputusan *normal replenishment* dan *urgent replenishment*. Adanya *urgent replenishment* untuk mengantisipasi penumpukan antrian produksi yang menyebabkan waktu pemenuhan *order* yang melebihi target perjanjian dengan PT. P (45 hari), sebagaimana merupakan objektif utama perusahaan.

Berdasarkan hasil pemilihan alternatif kebijakan untuk diterapkan sesuai kebijakan (s, Q) *system*, ketercapaian yang diprediksi yaitu 83,63% untuk presentase ketepatan waktu dan 99,04% untuk *service level* dari segi *backorder* (SLb). Terlihat peningkatan pencapaian dari penerapan rekomendasi dibandingkan dengan kondisi eksisting. Dalam menentukan kebijakan terbaik untuk diterapkan, penelitian lebih menekankan pada parameter presentase ketepatan waktu dan *service level*, dikarenakan minimnya informasi terkait target atau batasan yang ditetapkan perusahaan terhadap *trade off* biaya penyimpanan yang meningkat. Parameter biaya penyimpanan akan diperhitungkan ketika kebijakan yang akan dipilih memiliki pencapaian yang sama, dengan memilih rata-rata persediaan yang paling efisien. Secara praktis, perusahaan perlu memerhatikan efisiensi dari biaya yang timbul dari penyimpanan selain dari pencapaian pemenuhan *order*. Dengan pencapaian yang diprediksi, tentu perlu dilakukan *continous improvement* dan pertimbangan lain terhadap pengambilan keputusan untuk mencapai target.

BAB 6
KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dibahas kesimpulan yang menjawab tujuan dari penelitian dan saran untuk penelitian di masa mendatang.

6.1 Kesimpulan

Berikut kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

1. Peralihan sistem pembelian yang akan dihadapi PT Trafo memiliki pengaruh yang perlu dipertimbangkan. Pada kondisi baru PT Trafo akan menghadapi *uncertain demand* akibat perubahan pola datangnya *demand*, yang dapat mengarah kepada keterlambatan, tingkat yang tidak cukup, dan penurunan kinerja pemenuhan *order* perusahaan. Maka dari itu, dalam menghadapi kondisi yang akan datang, PT Trafo perlu mengubah cara mengelola persediaan dan *replenishment* barang jadi (*finished good*).
2. Pada kondisi saat ini, PT Trafo tidak menerapkan sejumlah persediaan untuk disimpan dan hanya melakukan produksi sesuai datangnya *order* tanpa mempertimbangkan persediaan. Secara praktis, kondisi ini menyebabkan tingkat persediaan yang dimiliki lebih rendah alokasi *demand* tiap bulan dan perlu dilakukan usaha untuk mengejar target produksi. Evaluasi dari hasil simulasi yang dilakukan penelitian jika tidak dilakukan *improvement*, yaitu *service level* terhadap jumlah *backorder* (SLb) 87%, rata-rata durasi pemenuhan order 52 hari (target 45 hari), dan presentase ketepatan waktu 65,71%.
3. Dalam penelitian ini, rekomendasi yang diberikan yaitu menerapkan *safety stock*, *reorder level*, dan *Economic Production Quantity* (EPQ) dalam pengelolaan persediaan. Nilai *reorder level* menentukan tingkat persediaan dimana harus dilakukan *replenishment*, sedangkan EPQ menghasilkan *batch size* optimal yang mempertimbangkan *annual demand* dan kemampuan perusahaan dalam menyimpan serta memproduksi barang. Selain itu,

rekomendasi tersebut diterapkan dalam kebijakan (s, Q) system yang memiliki pencapaian tertinggi dari hasil simulasi.

4. Sebagai hasil penelitian, dengan menerapkan rekomendasi *reordel level*, EPQ, dan kebijakan (s, Q) *system* diprediksi dapat meningkatkan kinerja perusahaan dalam hal presentase ketepatan waktu (82,63%) dan *service level* (99,28%) untuk menghadapi kondisi peralihan sistem pembelian di waktu mendatang.

6.2 Saran

Adapun saran bagi penelitian berikutnya yaitu.

1. Memerhatikan pola *demand* baru setelah sistem *market place* telah berjalan.
2. Melakukan penelitian terkait atau melibatkan optimasi skenario untuk alur produksi.
3. Melakukan penelitian pada ranah *warehouse* dan *inventory management* pada *raw material* atau *spare part.*

DAFTAR PUSTAKA

Arnold, T., Chapman, S. and Lioyd, M. (2008) *Introduction to Materials Management*. Sixth Edit, *Medical History*. Sixth Edit. Pearson. doi: 10.1017/mdh.2014.75.

Arreola-Risa, A. and Decroix, G. A. (1998) 'Make-to-order versus make-to-stock in a production—inventory system with general production times', *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, 30(8), pp. 705–713. doi: 10.1080/07408179808966516.

Chaabane, S. and Trentesaux, D. (2019) 'Coping with disruptions in complex systems: a framework', *IFAC-PapersOnLine*. Elsevier Ltd, 52(13), pp. 2413–2418. doi: 10.1016/j.ifacol.2019.11.568.

Christensen, C., Raynor, M. and McDonald, R. (2015) *What Is Disruptive Innovation?*, *Harvard Business Review*. Available at: https://hbr.org/2015/12/what-is-disruptive-innovation (Accessed: 20 April 2020).

Freeman, J. and Waters, C. D. J. (2003) *Inventory Control and Management.*, *The Journal of the Operational Research Society*. doi: 10.2307/2584204.

Frizelle, G., McFarlane, D. and Bongaerts, L. (1998) 'Disturbance Measurement in Manufacturing Production Systems', *Proceedings of ASI 98*, (January 1998), pp. 1–12. doi: 10.1177/1063293X03035372.

Guo, Jianfeng *et al.* (2019) 'Measurement framework for assessing disruptive innovations', *Technological Forecasting and Social Change*, 139(October), pp. 250–265. doi: 10.1016/j.techfore.2018.10.015.

Jacob, M. (2013) 'Discrete event simulation', *Resonance*, 18(1), pp. 78–86. doi: 10.1007/s12045-013-0010-x.

Kelton, D. W. and Law, A. M. (2000) 'Simulation Modeling and Analysis'.

Chincinnati: Mc Graw Hill.

Kelton, D. W., Sadowski, R. P. and Sadowski, D. A. (2002) *Simulation With Arena*. 2nd edn. Ohio: Mc Graw Hill.

Pujawan, I. N. (2017) *Supply Chain Management*. 3rd edn. Surabaya: ANDI Yogyakarta.

Sharma, P. (2015) 'Discrete-Event simulation in ADA', *Proceedings of the 1987 Annual ACM SIGAda International Conference on Ada, SIGAda 1987*, 4(04), pp. 133–140. doi: 10.1145/317500.317518.

Shenoy, D. and Rosas, R. (2018) *Problems & Solutions in Inventory Management*. Campus Leon: Springer.

Silver, E. A., Pyke, D. F. and Thomas, D. J. (2016) *Inventory and Production Management in Supply Chains*, *Inventory and Production Management in Supply Chains*. doi: 10.1201/9781315374406-3.

Tayibnapis, A. Z., Wuryaningsih, L. E. and Tn, R. G. (2019) 'Pentingnya Inovasi Dan Kreatifitas Era Teknologi Digital', (Senima 4).

Tersine, R. J. (1994) *Principles Inventory and Materials Management*. Fourth. New Jersey: Prentice-Hall.

Wild, T. (2002) *Best Practice in Inventory Management*, *Best Practice in Inventory Management*. Oxford: Butterworth-Heinemann. doi: 10.4324/9781315231532-2.

LAMPIRAN

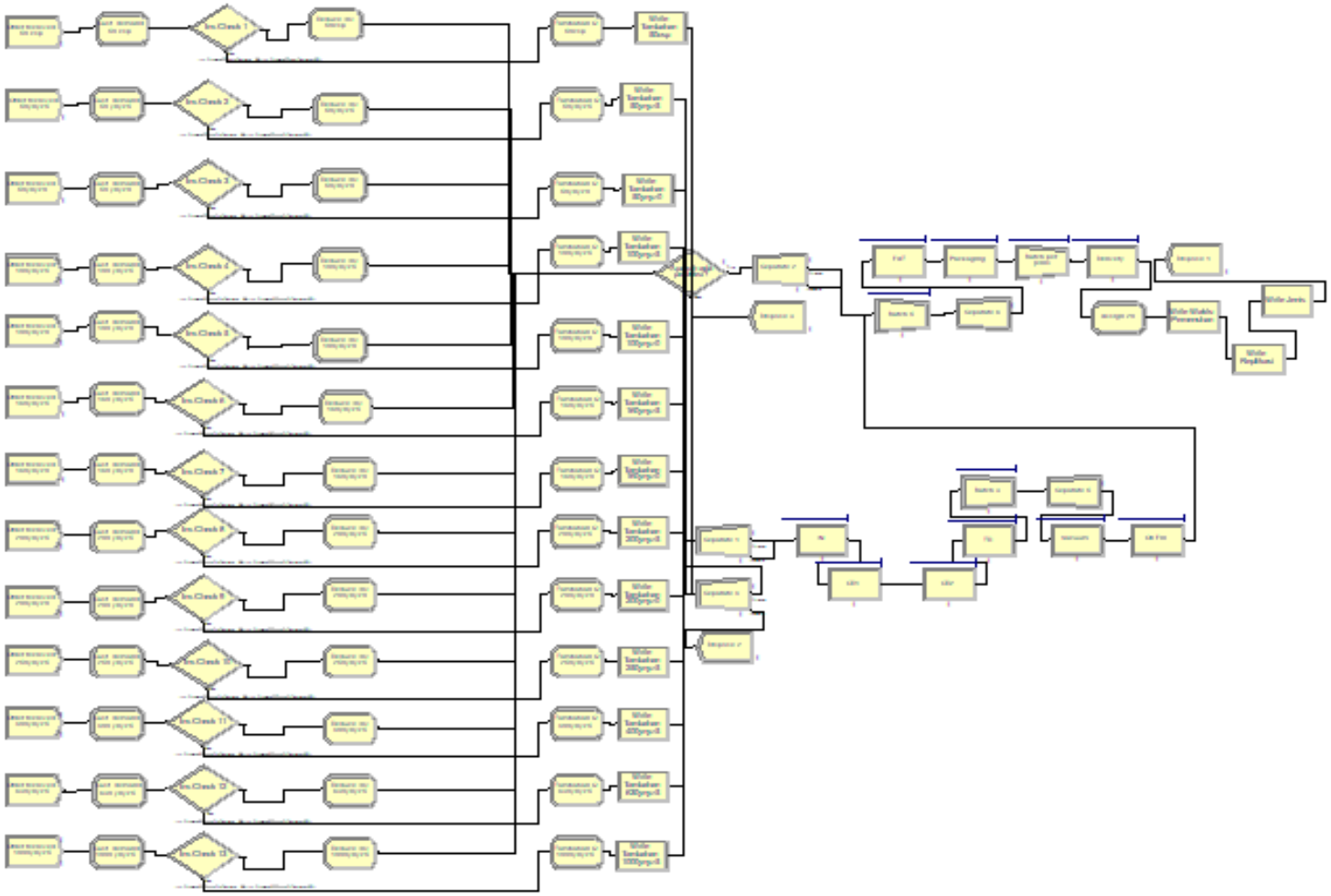
LAMPIRAN A PENGOLAHAN DATA *CYCLE TIME*

Man Hour/Unit (Jam)			Machine hour/Unit (Jam)		Total Cycle Time (Jam)
IN	CR	TR	Vacuum	Oil Filling	
0.76	0.52	0.48	1.6	0.208	3.58
1.20	0.79	0.53	1.6	0.208	4.33
1.13	0.78	0.54	1.6	0.208	4.25
1.21	0.79	0.53	1.6	0.208	4.34
1.18	0.78	0.54	1.6	0.208	4.30
1.02	0.90	0.53	1.6	0.208	4.26
1.00	0.89	0.54	1.6	0.208	4.24
1.00	0.91	0.53	1.6	0.208	4.25
1.00	0.90	0.53	1.6	0.208	4.24
1.00	0.92	0.52	1.6	0.208	4.25
1.89	1.21	0.52	1.6	0.208	5.43
2.09	1.61	0.53	1.6	0.208	6.04
2.31	3.01	0.65	1.6	0.208	7.78

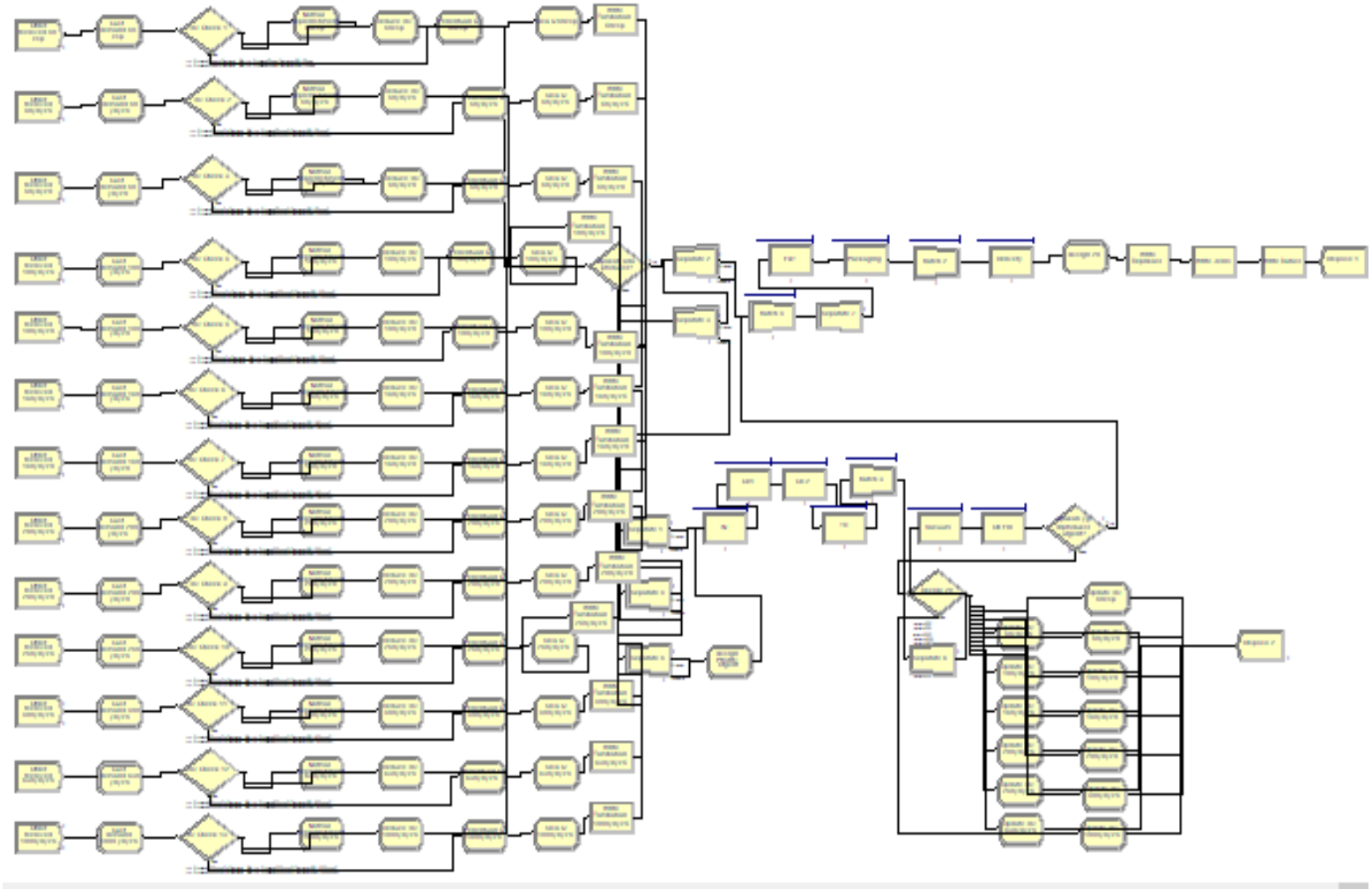
LAMPIRAN B LAPORAN OUTPUT PRODUKSI PER 2 MINGGU

Produk	Gel 1	Gel 2	Gel 3	Gel 4	Gel 5	…	Gel 18	Gel 19	Gel 20	Gel 21
100 kVA Yzn5	334	112	423	156	179	…	59	17	-	-
50 kVA	275	324	0	200	121	…	207	55	-	18
50 Csp	190	72	20	138	170	…	-	-	-	-
50 kVA Ynyn0	-	14	83	-	-	…	-	-	-	-

LAMPIRAN C MODEL SIMULASI ARENA KONDISI EKSISTING



LAMPIRAN D MODEL SIMULASI ARENA *IMPROVEMENT*



BIOGRAFI PENULIS

Penulis bernama Muhammad Difa Azmii (Difa) merupakan anak pertama dari tiga bersaudara pasangan Effendi (Ayah) dan Vera Sovina (Ibu), lahir di Jakarta 25 Maret 1998. Jenjang pendidikan yang ditempuh penulis di mulai dari TK Islam Darunnajah, SD Negeri Sudimara 06, SD Negeri Gunung 05 Mexico (kelas 6), SMP Negeri 19 Jakarta, dan SMA Negeri 34 Jakarta. Pada tahun 2016 sampai 2020 penulis menyelesaikan pendidikan jenjang sarjana (S1) di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Departemen Teknik Sistem dan Industri.

Selama menempuh pendidikan sarjana, penulis menempuh 145 sks dengan 7 mata kuliah pilihan; Analisa Produktivitas, Klaster Industri, Manajemen Strategi, *Concurrent Engineering*, Manajemen Material dan Pengadaan, *Ergo Safety*, dan Keselamatan Pabrik Kimia (Departemen Teknik Kimia). Pada tahun 2019, penulis melaksanakan Kerja Praktek di PT Pertamina Hulu Energi, Jakarta, dengan penempatan Divisi *Goods Procurement*. Adapun kegiatan kompetisi bidang akademik yang pernah diikuti penulis yaitu Program Kreativitas Mahasiswa 2018 sebagai Tim PKM bidang Penerapan Teknologi (PKM-T) dan 11th PPM *Business Case Competition* (peringkat 27 dari 180 tim).

Penulis memiliki pengalaman dalam organisasi, manajemen *event*, dan hubungan eksternal di luar dari kegiatan akademik. Organisasi yang pernah digeluti yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Industri (HMTI) ITS dalam Divisi Industrial *Engineering Fair* (Staff pada periode 2017/2018 dan Kepala Divisi pada periode 2018/2019), serta Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) ITS dalam Kementrian Hubungan Luar, Biro Komunikasi Internasional dan Kerjasama ASEAN (KIKA). Beberapa partisipasi penulis dalam *event*; *Young Engineer and Scientist Summit* (ASEAN) 2017 sebagai *Topic Development*, *Industrial Challenge* (Asia) 2018 sebagai *Project Officer*, *International Fair* 2018 sebagai Sekretaris, serta Kuliah Kerja Nyata Tematik ITS sebagai panitia dan pemateri. Profil penulis juga dapat diakses pada linkedin.com/in/difazmii, dan dapat dihubungi melalui *email* difazmii@gmail.com.