

**USULAN PERBAIKAN *SPARE PART MANAGEMENT*
PADA SISTEM PERSEDIAAN *WARRANTY* UNTUK
PESAWAT Y DI PT.X**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh:

Nama : Jaisy Nafis Ihza Mazaya

NPM : 6131801173



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2023**

**USULAN PERBAIKAN *SPARE PART MANAGEMENT*
PADA SISTEM PERSEDIAAN *WARRANTY* UNTUK
PESAWAT Y DI PT.X**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh:

Nama : Jaisy Nafis Ihza Mazaya

NPM : 6131801173



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**

202

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : JAISY NAFIS IHZA MAZAYA
NPM : 6131801173
Program Studi : Sarjana Teknik Industri
Judul Skripsi : USULAN PERBAIKAN SPARE PART MANAGEMENT
PADA SISTEM PERSEDIAAN WARRANTY UNTUK
PESAWAT Y DI PT.X

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, 30 Juni 2023

Ketua Program Studi Sarjana

Teknik Industri

(Dr. Ceicalia Tesavrita, S.T., M.T.)

Dosen Pembimbing

(Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T., MIM)



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
Bakuning Hyang Mrih Guna Santyaya Bhakti

PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU MELAKUKAN PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Jaisy Nafis Ihza Mazaya

NPM : 6131801173

dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul:
USULAN PERBAIKAN SPARE PART MANAGEMENT PADA SISTEM
PERSEDIAAN WARRANTY UNTUK PESAWAT Y DI PT.X

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya.

Bandung, 24 Maret 2023

Jaisy Nafis Ihza Mazaya

NPM : 6131801173

ABSTRAK

PT. X merupakan perusahaan besar di Indonesia yang bergerak dalam industri dirgantara. PT. X memberlakukan sistem *make-to-order* (MTO) pada teknik produksinya. Hal tersebut juga berlaku pada system persediaan *spare part* untuk *warranty* pesawat Y. Masa *warranty* untuk produk pesawat PT. X salah satunya adalah selama 1 tahun atau 600 jam terbang, yang artinya PT. Pesawat memiliki tanggung jawab untuk secepatnya memperbaiki atau mengganti komponen yang rusak selama masa *warranty* berlaku. Dikarenakan komponen yang akan mengalami kerusakan dan memerlukan penggantian tersebut tidak dapat diprediksi dan jika PT.X melakukan penyimpanan *spare part* sebanyak satu buah setiap komponen setiap tahunnya, PT.X akan dikenai biaya sebesar Rp8.500.392.334 per tahunnya, maka dari itu PT.X tidak menyimpan *spare part*. Akan tetapi, terdapat alternatif lain dengan biaya yang lebih rendah yaitu sebesar Rp4.200.282.319, strategi ini menimbulkan masalah seperti *customer service level* yang 0%. Oleh karena itu dilakukan perhitungan *reorder level* dimana, perhitungan tersebut menunjukkan bahwa jumlah persedian tidak bernilai *integer* melainkan $0 < reorder\ level < 1$. Hal tersebut mengartikan bahwa *minimal stock level* dari setiap komponen adalah 1 atau 0. Dengan menggunakan model matematika knapsack dengan nilai variabel keputusan 0 dan 1, diperoleh biaya minimum sebesar Rp1.511.002.338 dengan *customer service level* 55%. Selain itu, *customer service level* dapat ditingkatkan secara optimal hingga 67.5% dengan biaya Rp1.723.883.421 dengan kombinasi persediaan tertentu.

ABSTRACT

PT.X is a massive company in Indonesia that moves in aviation industry. PT.X implements MTO (Make-To-Order) system in its production technique. That also applies to the spare part supply management for warranty for aircraft Y. The warranty period for PT.X ' s product is 600 of flight hours or 1 year from the product delivery, which translate to full responsibility of PT.X to repair or replace the damaged component of its product during the duration. Because of the unpredictability and costs IDR. 8,500,392,334 each year to supply 1 each of its component, PT. X decides to not to stock components at all. Therefore, a reorder level calculation is carried out where the calculation shows that the number is not an integer value but $0 < \text{Reorder level} < 1$. This means the minimum stock level for each component is either 0 or 1. Using the knapsack mathematical model with decision variable of 0 and 1, it obtained the minimum cost is IDR. 1,511,002,338 with customer service level of 55%. In addition, the customer service level can be increased optimally up to 67.5% at a cost of IDR. 1,723,883,421 with certain

KATA PENGANTAR

Dengan Memanjatkan puja dan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “USULAN PERBAIKAN *SPARE PART* MANAGEMENT PADA SISTEM PERSEDIAAN *WARRANTY* UNTUK PESAWAT Y DI PT.X”. Terdapat beberapa pihak yang terlibat dalam membantu peneliti menyelesaikan penelitian ini. Dengan demikian, peneliti ingin berterima kasih kepada pihak-pihak tersebut yang terlibat dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bapak Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T., MIM sebagai dosen pembimbing tunggal yang telah menuntun, memberikan masukan, dan arahan kepada peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Y. M. Kinley Aritonang dan Ibu Loren Pratiwi S.T., M.T. selaku dosen penguji pada sidang proposal yang memberikan berbagai masukan kepada peneliti.
3. Kedua orang tua peneliti yang selalu memberikan semangat, motivasi dan fasilitas kepada peneliti dalam menyelesaikan skripsi
4. Pihak perusahaan yang telah memperbolehkan penelitian ditempatnya dan juga telah memberi bimbingan dan wawasan dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman–teman di kopsar baik di kampus yang telah meluangkan waktu untuk berdiskusi dan memberikan dorongan dalam proses penelitian skripsi
6. Seluruh pihak yang terlibat dalam pengerjaan skripsi ini.

Peneliti berharap bahwa skripsi ini dapat bermanfaat bagi Perusahaan dan juga pembaca. Peneliti juga meminta maaf atas apabila terdapat kesalahan dalam penelitian yang dilakukan.

Bandung, 24 Maret 2023
Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I.....	I-1
PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah	I-4
I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian.....	I-10
I.4 Tujuan Penelitian.....	I-11
I.5 Manfaat Penelitian.....	I-11
I.6 Metodologi Penelitian	I-12
BAB II	II-1
TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 <i>Warranty Modeling</i>	II-1
II.2 <i>Supply chain management</i>	II-3
II.3 Inventory Cost	II-3
II.4 <i>Reorder level</i>	II-4
II.5 Distribusi Eksponensial.....	II-5
II.6 Model matematika	II-5
II.6.1 Model <i>Knapsack</i>	II-5
II.7 <i>Point of Diminishing Return</i>	II-6
II.8 Regresi Non-Linear	II-7
BAB III	III-1
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	III-1
III.1 <i>Reorder level</i>	III-1
III.2 Biaya <i>Understock</i>	III-4
III.3 Solusi	III-9

III.3.1	<i>Customer service level</i>	III-9
III.3.2	Model Matematika	III-10
III.3.3	Perhitungan Biaya dengan AMPL	III-11
III.3.4	Titik Optimal Persediaan.....	III-15
III.3.5	Rekomendasi Kombinasi Persediaan Komponen	III-18
BAB IV	IV-1
ANALISIS	IV-1
IV.1	<i>Reorder level</i>	IV-1
IV.2	Biaya <i>Understock</i>	IV-2
IV.3	Solusi.....	IV-3
IV.3.1	<i>Customer service level</i>	IV-4
IV.3.2	Model Matematika	IV-5
IV.3.3	Perhitungan Biaya dengan AMPL	IV-6
IV.3.4	Titik Optimal Persediaan.....	IV-7
IV.3.5	Rekomendasi Kombinasi Persediaan Komponen	IV-8
BAB V	V-1
KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.II	Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Data Waktu Proses <i>Warranty</i> Pesawat Y yang Memerlukan Penggantian Komponen	I-5
Tabell.2 Data <i>Lead time</i> Komponen Pesawat Y	I-6
Tabel I.3 Perhitungan Biaya jika Perusahaan Melakukan Persediaan	I-7
Tabel III.1 Permintaan Komponen Selama 8 Tahun Terakhir	III-1
Tabel III.2 Perhitungan <i>Reorder level</i>	III-2
Tabel III.3 MTBF dan $(X \leq 600)$ setiap komponennya	III-5
Tabel III.4 Perhitungan Biaya <i>Understock</i>	III-6
Tabel III.5 Input Parameter	III-10
Tabel III.6 Hasil Perhitungan Menggunakan AMPL	III-13
Tabel III.7 Perhitungan Margin CSL	III-15
Tabel III.8 Rekomendasi Persediaan <i>Spare part</i>	III-17
Tabel III.9 Perbandingan Biaya dan CSL	III-18

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Tahapan Rantai Pasok di PT.X.....	I-2
Gambar I.2 Flowchart Proses <i>Warranty</i> di PT. X	I-3
Gambar I.3 Flowchart Metodologi Penelitian	I-12
Gambar II.1 Ilustrasi Perbandingan FRW dan PRW.....	II-2
Gambar II.2 Ilustrasi <i>Combined</i> FRW/PRW	II-2
Gambar II.3 Ilustrasi <i>Supply Chain</i>	II-3
Gambar II.4 Grafik dari <i>Point of Diminishing Return</i>	II-7
Gambar III.1 Grafik <i>Customer service level</i>	III-9
Gambar III.2 Model Algoritma untuk AMPL	II-12
Gambar III.3 Input Data untuk AMPL	III-12
Gambar III.4 Grafik Biaya Terhadap <i>Customer service level</i>	III-13
Gambar III.5 Grafik Estimasi Dibandingkan Dengan Grafik Aktual	III-15
Gambar III.6 Grafik Margin CSL	III-16

DAFTAR LAMPIRAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN KOMBINASI PERSEDIAAN MENGGUNAKAN AMPL.....	A-1
---	-----

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Masalah

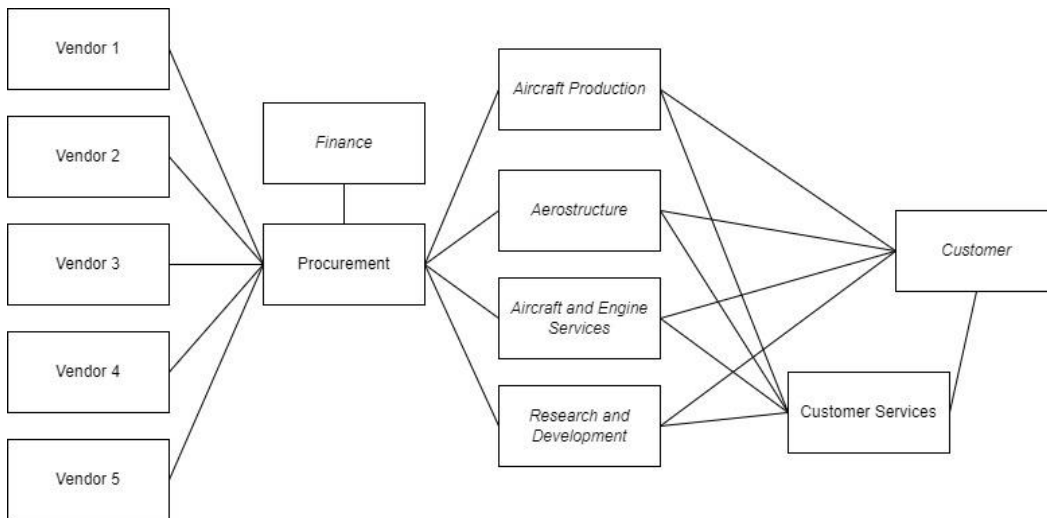
Pada dewasa ini, dimana kemajuan teknologi berkembang dengan sangat pesat sehingga ilmu pengetahuan dan kini lebih mudah diakses oleh masyarakat luas dan aliran informasi kini dapat mengalir dengan lebih efektif dan efisien. Sehingga hal tersebut juga memberikan pengaruh pada area perindustrian, dimana seluruh area perindustrian terpengaruh baik itu skala industri besar maupun kecil. Selain itu hal tersebut juga mengakibatkan adanya peningkatan persaingan. Sehingga diperlukan sistem rantai pasok yang efisien dan efektif agar dapat menghasilkan margin keuntungan yang sebesar-besarnya. Menurut Chopra dan Meindl (2007), rantai pasok terdiri dari semua pihak yang terkait, baik itu secara langsung maupun tidak langsung. Selain itu rantai pasok tidak hanya terdiri dari manufaktur dan *supplier*, melainkan transportasi, gudang, retailer dan juga *customer* mereka sendiri. Akan tetapi, tidak hanya berhenti di *customer*. Melainkan setelah produk atau jasa tersebut diterima oleh *customer*, maka produk atau hasil jasa tersebut akan memasuki masa *warranty* dengan masa waktu yang tertentu dan sistem *warranty* tersebut memiliki *supply chain management* tersendiri.

Warranty adalah tanggung jawab produsen atau manufaktur untuk memberikan produk atau layanan dalam standar tertentu pada periode waktu yang ditentukan (Thomas, 2008). Selain itu, menurut Thomas (2007) selama masa *warranty* tersebut, manufaktur akan mengasumsikan pengeluaran dari perbaikan dan penggantian produk atau barang hingga memenuhi ekspektasi *customer*. Terdapat beberapa tipe *warranty* yang dapat digunakan perusahaan tergantung pada kebijakan produk yang mereka jual. Salah satu tipe *warranty* tersebut adalah *Free-Replacement Warranty* (FRW) yang mana perusahaan akan memperbaiki atau mengganti komponen yang rusak tanpa membebani biaya pada *customer*. Tipe *warranty* ini cocok untuk perusahaan yang memproduksi produk yang *repairable* atau dapat diperbaiki seperti mobil, mesin cuci dan lain sebagainya. Salah satu perusahaan yang menggunakan *warranty* tersebut adalah PT. X, hal

ini dikarenakan produk yang ditawarkan oleh PT. X adalah berupa pesawat yang merupakan produk yang *repairable*.

PT. X merupakan perusahaan besar di Indonesia yang bergerak dalam industri dirgantara. Saat ini PT. X mempekerjakan kurang lebih 3700 Karyawan untuk segala bidang aspek. Tak hanya memproduksi, PT. X juga mengembangkan, pembuatan struktur pesawat, dan layanan pesawat untuk sipil maupun militer mulai dari pesawat ringan hingga menengah. PT. X memberlakukan sistem *make-to-order* pada teknik produksinya, dimana pada teknik produksi ini proses produksi hanya akan dimulai jika terdapat *customer* yang melakukan pemesanan. Sehingga dalam pengelolaan bahan baku dan *spare part* akan selalu disesuaikan dengan jumlah pemesanan *customer*.

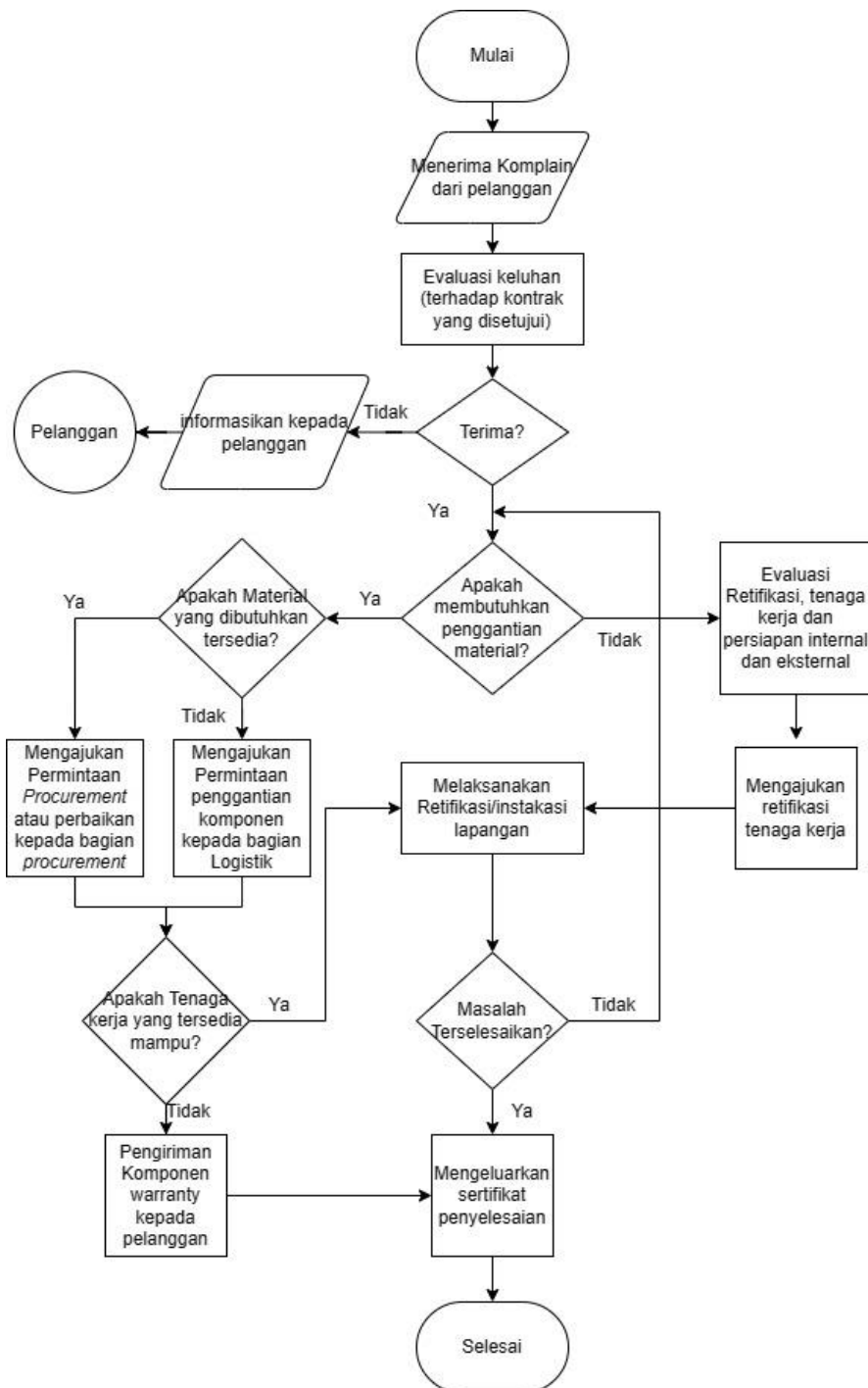
PT. X memiliki bagian khusus yang mengatur sistem rantai pasok yaitu bagian *Procurement*. Bagian *procurement* ini bertanggung jawab atas pengaturan *vendor-vendor* sebagai pemasok bahan baku, komponen dan *spare part* untuk PT. X. Pengaturan sistem rantai pasok tersebut diawali dari pendaftaran *vendor-vendor* yang memiliki kapasitas yang memenuhi standar PT. X hingga penyaluran bahan baku atau komponen kepada ke-4 divisi. Berikut merupakan diagram tahapan rantai pasok di PT. X.



Gambar I.1 Tahapan Rantai Pasok di PT. X

Berdasarkan gambar diatas terdapat bagian *customer services* yang terletak diantara *customer* dan keempat divisi di PT. X. Hal ini dikarenakan *customer services* berperan sebagai tempat penempatan pemesanan produk PT. X yang kemudian disampaikan kepada ke-4 divisi sesuai dengan pemesanan yang

dilakukan *customer*, dan juga sekaligus tempat pengaduan complain masalah yang mereka alami dengan produk PT. X dan mengajukan *warranty* pada produk tersebut. Pengajuan *warranty* yang disampaikan pada divisi *Aircraft and Engine Services* untuk di evaluasi. Berikut Merupakan Diagram alir proses *warranty* di PT. X.



Gambar I.2 Flowchart Proses *Warranty* di PT. X

Berdasarkan gambar diagram di atas, proses evaluasi dimulai dengan diterimanya pengaduan dari *customer*. Pengaduan tersebut akan dievaluasi apakah sesuai dengan syarat dan ketentuan *warranty*. Jika tidak maka, akan disampaikan langsung kepada *customer* bahwa pengaduan tersebut tidak sesuai dengan syarat dan ketentuan. Apabila sesuai, maka akan dievaluasi lebih lanjut, mengenai apakah pengaduan *warranty* tersebut membutuhkan komponen baru atau tidak. Jika tidak, maka akan dievaluasi lagi mengenai retifikasi, tenaga kerja dan preparasi internal dan eksternal. Setelah dilakukan evaluasi maka akan dilanjutkan dengan dilakukannya perbaikan atau instalasi langsung di lapangan. Jika setelah dilakukannya perbaikan masalah dinyatakan terselesaikan maka, akan diterbitkan sertifikasi penyelesaian dan selesai. Namun, jika masalah belum terselesaikan setelah dilakukan perbaikan atau instalasi, maka alur akan kembali pada tahap evaluasi kebutuhan komponen. Jika pada tahap evaluasi kebutuhan komponen dinyatakan bahwa dibutuhkannya komponen baru, maka akan dievaluasi lebih lanjut apakah komponen yang dibutuhkan tersedia apa tidak. Jika tersedia, akan dilakukan permintaan komponen kepada bagian logistik untuk dilakukan penggantian. Namun jika tidak komponen yang dibutuhkan tidak tersedia maka akan dilakukan permintaan komponen atau perbaikan kepada bagian *procurement* yang kemudian akan disampaikan kepada *vendor* yang bersangkutan. Setelah tahap permintaan komponen, maka akan dilanjutkan dengan evaluasi apakah perbaikan tersebut dapat dilakukan dengan tenaga kerja yang tersedia. Jika dapat dilakukan dengan tenaga kerja yang tersedia maka akan dilakukan perbaikan dan instalasi langsung di lapangan. Akan tetapi, apabila perbaikan tersebut tidak dapat dilakukan dengan tenaga kerja yang tersedia maka komponen tersebut akan dikirimkan dan diterbitkannya sertifikat penyelesaian dan proses *warranty* selesai.

I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Berdasarkan dengan apa yang dijelaskan pada bagian latar belakang masalah, PT. X menganut sistem *make-to-order* (MTO) yang mana proses order komponen dan bahan baku hanya dilakukan jika terdapat *customer* yang melakukan pemesanan. Sistem produksi tersebut cocok diaplikasikan pada industri yang bergerak dalam industri aviasi atau dirgantara. Hal tersebut

dikarenakan industri aviasi sangat terspesialisasi sehingga tidak terdapat variasi permintaan dan permintaan tersebut hanya akan muncul jika terdapat *customer* yang melakukan pemesanan.

Akan tetapi, kekurangan dari sistem produksi *make-to-order* (MTO) mengakibatkan sulitnya memprediksi jumlah permintaan sehingga tidak dapat mempersiapkan jika suatu saat terjadinya kenaikan permintaan. Selain itu, kekurangan dari sistem *make-to-order* adalah waktu pengiriman yang relatif lebih lama. Hal tersebut dikarenakan produksi hanya dimulai sejak *customer* menempatkan pemesanan. Hal yang sama terjadi pada jumlah penyimpanan bahan baku dan komponen, dimana pemesanan bahan baku dan komponen hanya akan dilakukan setelah terdapatnya *customer* yang melakukan pemesanan dan jumlahnya disesuaikan dengan kebutuhan *warranty*.

Hal yang sama juga terjadi pada saat produk sudah dikirimkan kepada *customer* dan memasuki masa *warranty*. Masa *warranty* untuk produk pesawat PT. X salah satunya adalah selama 1 tahun atau 600 jam terbang, yang artinya PT. X memiliki tanggung jawab untuk secepatnya memperbaiki atau mengganti komponen yang rusak selama masa *warranty* berlaku. Akan tetapi, komponen yang akan mengalami kerusakan dan memerlukan penggantian tersebut tidak dapat diprediksi. Sehingga PT. X tidak menyimpan *stock spare part*. Hal ini akan menjadi masalah jika terdapat pesawat kerusakan yang cukup parah hingga perlu penggantian part baru dan pesawat tersebut menjadi berstatus *grounded* (tidak layak terbang). Dikarenakan tidak menyimpan *stock*, maka keterlambatan dalam perbaikan tidak terhindarkan. Berikut merupakan data lama perbaikan *warranty* mulai dari *customer* complaint hingga pesawat menjadi layak terbang kembali.

Tabel I.1 Data Waktu Proses *Warranty* Pesawat Y yang Memerlukan Penggantian Komponen

No	Customer	Warranty Masuk	Warranty Terselesaikan	Jumlah Hari yang dihabiskan
1	A	11-Apr-13	01-Nov-13	205
2		29-Oct-13	06-Jun-14	221
3		04-Nov-14	6-Agu-15	276
4		17-Jan-18	10-Jan-19	359
5		21-Jul-18	26-Nov-21	1225
6		26-Jul-18	09-Jan-19	168
7		01-Nov-18	26-Mar-19	146
8		11-Dec-18	12-Maret-20	458
9		08-Jan-19	26-Mar-19	78
10		21-Jun-19	20-Dec-20	549

(lanjut)

Tabel I.1 Data Waktu Proses *Warranty* Pesawat Y yang Memerlukan Penggantian Komponen (lanjutan)

No	Customer	Warranty Masuk	Warranty Terselesaikan	Jumlah Hari yang dihabiskan
11		26-Jun-19	30-Jun-20	371
12		16-Jul-19	12-Mar-20	241
13		09-Jul-19	19-Feb-20	226
14		09-Jul-19	18-Feb-20	225
15		09-Jul-19	23-Nov-20	504
16		11-Sep-19	12-Mar-20	184
17		11-Sep-19	30-Jun-20	294
18		28-Jul-20	23-Nov-20	119
19	B	22-May-18	14 Mei 2020	723
20	C	04-Nov-20	Procurement process	695
21		01-Dec-20	15-Dec-21	349

Berdasarkan tabel diatas, rentang waktu antara diterimanya *warranty* tersebut dengan waktu masalah tersebut terselesaikan bervariasi. Hal tersebut disebabkan oleh jumlah *claim* yang dilakukan *customer* dan juga jenis part yang mengalami kerusakan. Akan tetapi, rentang waktu diatas dapat dianggap tidak normal atau terlambat untuk *warranty claim*, karena idealnya waktu instalasi part adalah 1 bulan. Bahkan terdapat proses *warranty* yang hingga kini belum terselesaikan dimana *warranty* tersebut sudah mulai di proses dari 4 november 2020 namun tak kunjung selesai.

Menurut wawancara yang dilakukan dengan pihak perusahaan, keterlambatan perbaikan tersebut utamanya dikarenakan menunggu *spare part* tersebut tiba untuk kemudian dilanjutkan ke proses instalasi. Hal ini dikarenakan *spare part* tersebut perlu dilakukannya purchase order kepada *vendor*. Proses tersebut merupakan proses yang panjang mulai dari purchase order pada *vendor* hingga barang tiba di perusahaan. Maka dari itu *Lead time* untuk *spare part* muncul. Berikut merupakan data *Lead time* untuk setiap *spare part*.

Tabel I.2 Data *Lead time* Komponen Pesawat Y

No	Nama Komponen	Nomor Komponen	Lead time
1	Magnetic Indicator	6372013410AA	150
2		6372013410CA	150
3		D031VM383	240
4		6373006410AA	150
5		6372-013-410CA	150
6		6373-006-410AA	150
7		6372011410CA	210
8		D031VM273	210

(lanjut)

Tabel I.2 Data *Lead time* Komponen Pesawat Y (lanjutan)

No	Nama Komponen	Nomor Komponen	<i>Lead time</i>
9	Magnetic Indicator	637-062-410AA	150
10		727-5210-01	240
11		6373017410EA	154
12	Inverter	1B800-1G	180
13	Trim Actuator	2A8213	150
14		2A8213C	150
15		2A6213	294
16		2A6203C	294
17	Transducer	IPTE26F1000-250G	90
18	Accumulator	1959H000	420
19	VHF Control Unit	622-8761-007	270
20	Data Concentration Unit	4300-20000-00	56
21	Primary Flight Display	8904-35533-01	56
22	Auto Pilot Comp	622-9267-035	210
23	Radar Processor	1026B400-001	120
24	Starter Generator	8160-530	180
25	Radar Transceiver	622-8440-004	210
26	Landing Light	45-0212-1	210
27	Trim Position Ind	185-137-13	210
28	Auto Pilot Panel	622-6684-004	210
29	Relay Box	35N62189-0025	120
30	Fan	AE0804AA2	120
31	Discharge valve	CA46000	360
32		A25492001	360
33	Refuel Valve	L94B31-201	364
34	Fuel Flow Indicator	9-464-40	210
35	Auto Feather Comp	8551	30
36	Distributor Valve	3950AC-1	14
37	Pressure Switch	7G782	210
38		8G1440-3	240
39		8G1414	240
40	Brake Control Valve	CA54600-0011	420
41	Wing Insp. Light	AC110073	150
42		AC110007	150
43	Oil Cooler	D1443-100A	270
44	Overspeed Warning Switch	C3495100086	180
45	Jack Support	FJC04-35-4000-129	120

Berdasarkan Tabel I.2 Data *Lead time* Komponen Pesawat Y diatas, waktu *Lead time* untuk *spare part* bervariasi dengan *Lead time* terkecil 14 hari dan *Lead time* terbesar 420 hari. Hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti jarak dengan *vendor*, *stock* dalam *vendor* yang tidak tersedia sehingga menunggu produksi dan lain sebagainya. Maka dari itu muncul pertanyaan seperti “*mengapa perusahaan tidak menyimpan stock spare part?*”. Untuk menjawab pertanyaan tersebut perlu ditinjau berapa harga *spare part*, *inventory cost* dari *spare part*

tersebut dan biaya pemeliharaan *spare part*. Berikut merupakan perhitungan biaya jika melakukan penyimpanan sebanyak 1 buah untuk setiap buah setiap tahunnya.

Tabel I.3 Perhitungan biaya jika perusahaan melakukan persediaan

No	Nama Komponen	Nomor Komponen	Harga Komponen	Biaya Penyimpanan	Biaya pemeliharaan	Total
1	Magnetic Indicator	6372013410 AA	Rp324.787.900	Rp16.239.395	Rp97.436.370	Rp113.675.765
2		6372013410 CA	Rp387.804.600	Rp19.390.230	Rp116.341.380	Rp135.731.610
3		D031VM383	Rp98.868.700	Rp4.943.435	Rp29.660.610	Rp34.604.045
4		6373006410 AA	Rp118.960.700	Rp5.948.035	Rp35.688.210	Rp41.636.245
5		6372-013-410CA	Rp81.900.000	Rp4.095.000	Rp24.570.000	Rp28.665.000
6		6373-006-410AA	Rp118.960.700	Rp5.948.035	Rp35.688.210	Rp41.636.245
7		6372011410 CA	Rp435.006.500	Rp21.750.325	Rp130.501.950	Rp152.252.275
8		D031VM273	Rp166.536.600	Rp8.326.830	Rp49.960.980	Rp58.287.810
9		637-062-410AA	Rp56.250.000	Rp2.812.500	Rp16.875.000	Rp19.687.500
10		727-5210-01	Rp5.062.500	Rp253.125,00	Rp1.518.750	Rp1.771.875
11		6373017410 EA	Rp309.650.300	Rp15.482.515	Rp92.895.090	Rp108.377.605
12	Inverter	1B800-1G	Rp642.406.000	Rp32.120.300	Rp192.721.800	Rp224.842.100
13	Trim Actuator	2A8213	Rp2.065.831.100	Rp103.291.555	Rp619.749.330	Rp723.040.885
14		2A8213C	Rp2.065.831.100	Rp103.291.555	Rp619.749.330	Rp723.040.885
15		2A6213	Rp1.137.185.500	Rp56.859.275	Rp341.155.650	Rp398.014.925
16		2A6203C	Rp1.137.185.500	Rp56.859.275	Rp341.155.650	Rp398.014.925
17	Transducer	IPTE26F100-0-250G	Rp115.628.700	Rp5.781.435	Rp34.688.610	Rp40.470.045
18	Accumulator	1959H000	Rp33.483.000	Rp1.674.150	Rp10.044.900	Rp11.719.050
19	VHF Control Unit	622-8761-007	Rp856.884.500	Rp42.844.225	Rp257.065.350	Rp299.909.575
20	Data Concentration Unit	4300-20000-00	Rp657.152.800	Rp32.857.640	Rp197.145.840	Rp230.003.480
21	Primary Flight Display	8904-35533-01	Rp1.667.532.900	Rp83.376.645	Rp500.259.870	Rp583.636.515
22	Auto Pilot Comp	622-9267-035	Rp116.916,00	Rp5.846,00	Rp35.075,00	Rp40.921,00
23	Radar Processor	1026B400-001	Rp1.917.193.200	Rp95.859.660	Rp575.157.960	Rp671.017.620
24	Starter Generator	8160-530	Rp969.806.100	Rp48.490.305	Rp290.941.830	Rp339.432.135
25	Radar Transceiver	622-8440-004	Rp4.405.156.500	Rp220.257.825	Rp1.321.546.950	Rp1.541.804.775
26	Landing Light	45-0212-1	Rp22.374.000	Rp1.118.700	Rp6.712.200	Rp7.830.900

(lanjut)

Tabel I.3 Perhitungan biaya jika perusahaan melakukan persediaan

No	Nama Komponen	Nomor Komponen	Harga Komponen	Biaya Penyimpanan	Biaya pemeliharaan	Total
27	Trim Position Ind	185-137-13	Rp37.383.000	Rp1.869.150	Rp11.214.900	Rp13.084.050
28	Auto Pilot Panel	622-6684-004	Rp27.531.000	Rp1.376.550	Rp8.259.300	Rp9.635.850
29	Relay Box	35N62189-0025	Rp15.700.500	Rp785.025,00	Rp4.710.150	Rp5.495.175
30	Fan	AE0804AA2	Rp1.771.500	Rp88.575,00	531.45	Rp620.025,00
31	Discharge valve	CA46000	Rp7.290.000	364.5	Rp2.187.000	Rp2.551.500
32		A25492001	Rp411.703.400	Rp20.585.170	Rp123.511.020	Rp144.096.190
33	Refuel Valve	L94B31-201	Rp81.969.900	Rp4.098.495	Rp24.590.970	Rp28.689.465
34	Fuel Flow Indicator	9-464-40	Rp28.087.500	Rp1.404.375	Rp8.426.250	Rp9.830.625
35	Auto Feather Comp	8551	Rp471.016.900	Rp23.550.845	Rp141.305.070	Rp164.855.915
36	Distributor Valve	3950AC-1	Rp966.621.900	Rp48.331.095	Rp289.986.570	Rp338.317.665
37	Pressure Switch	7G782	Rp77.636.100	Rp3.881.805	Rp23.290.830	Rp27.172.635
38		8G1440-3	Rp65.966.900	Rp3.298.345	Rp19.790.070	Rp23.088.415
39		8G1414	Rp73.701.800	Rp3.685.090	Rp22.110.540	Rp25.795.630
40	Brake Control Valve	CA54600-0011	Rp6.465.000	Rp323.250	Rp1.939.500	Rp2.262.750
41	Wing Insp. Light	AC110073	Rp140.461.800	Rp7.023.090	Rp42.138.540	Rp49.161.630
42		AC110007	Rp136.910.000	Rp6.845.500	Rp41.073.000	Rp47.918.500
43	Oil Cooler	D1443-100A	Rp393.990.200	Rp19.699.510	Rp118.197.060	Rp137.896.570
44	Overspeed Warning Switch	C3495100086	Rp1.544.795.300	Rp77.239.765	Rp463.438.590	Rp540.678.355
45	Jack Support	FJC04-35-4000-129	Rp276.225	Rp13.811	Rp82.868	Rp96.679
Total				Rp 1.214.341.762	Rp 7.286.050.572	Rp 8.500.392.334

Tabel diatas merupakan tabel perhitungan biaya jika perusahaan memutuskan untuk melakukan persediaan setiap komponen sebanyak 1 buah pertahun. Perhitungan tersebut terdiri dari perhitungan biaya penyimpanan dan biaya pemeliharaan. Biaya penyimpanan yang dimaksud adalah jumlah uang yang mengendap karena uang tersebut berubah menjadi benda fisik. Perhitungan biaya penyimpanan tersebut dilakukan dengan mengalikan harga dari komponen tersebut dengan bunga bank pertahun saat ini yaitu sebesar 5%. biaya gudang diputuskan untuk tidak dimasukan kedalam biaya penyimpanan karena PT. X memiliki gudang tersendiri, sehingga jika PT.X melakukan penyimpanan atau

tidak, biaya tersebut akan tetap muncul. Untuk biaya pemeliharaan, biaya tersebut dimaksudkan sebagai biaya yang diperlukan untuk memelihara komponen dalam gudang. Besar biaya pemeliharaan menurut pihak perusahaan adalah sebesar 30% dari harga komponen tersebut dan pemeliharaan tersebut dilakukan setiap satu tahun sekali. Berdasarkan hasil perhitungan, perusahaan akan dikenai biaya sebesar Rp. 8,500,392,334 pertahun jika menyediakan *stock* sebanyak 1 buah untuk setiap part. Selain kerugian, alasan lainnya untuk PT. Pesawat tidak melakukan penyimpanan *stock* adalah setiap *spare part* memiliki masa *warranty* masing-masing dari *vendomya* masing masing. Sehingga *spare part* management perlu dilakukan dengan ketat.

Selain itu, akibat dari keterlambatan dalam proses *warranty* tersebut tidak hanya berimbas pada waktu, melainkan perusahaan juga akan dikenai denda sebesar nominal tertentu, tergantung dengan bagaimana kesepakatan antara perusahaan dan *customer*. Selain dampak materil seperti denda, keterlambatan juga akan mempengaruhi kepuasan *customer*, yang mana hal tersebut juga memiliki peran yang besar dalam menjaga reputasi perusahaan.

Maka dari itu, dapat diformulasikan beberapa rumusan masalah. Berikut Merupakan rumusan masalah dari penelitan ini adalah.

1. Bagaimana biaya minimum yang dapat dicapai oleh PT.X untuk biaya persediaan dan *customer service level* pada sistem *warranty* pesawat Y?
2. Bagaimana titik optimal untuk biaya persediaan *spare part* dan nilai *customer service level*?
3. Bagaimana untuk mencapai titik optimal persediaan *spare part* dan *customer service* tersebut?

I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Pada bagian ini akan membahas mengenai penentuan pembatasan masalah. Hal ini perlu dilakukan sehingga penilitan hanya terfokus dan tidak menyimpang dari pada permasalahan utama. Berikut merupakan pembatasan masalah yang dilakukan pada penelitian ini.

1. Penelitian hanya akan dilakukan pada proses *warranty* pesawat Y di PT. X
2. Penelitian hanya akan dilakukan untuk komponen yang dipasok melalui *Vendor*

3. Penelitian hanya akan dilakukan sampai pada tahap usulan.

Selain itu, terdapat asumsi yang digunakan selama penelitian. Asumsi tersebut bertujuan agar pengambilan dan pengolahan data lebih mudah. Pada penelitian ini asumsi yang digunakan adalah.

1. Data yang diperoleh hanya merupakan data historis hingga tahun 2022.
2. Tidak ada perubahan statistik pada komponen *spare part*.

I.4 Tujuan Penelitian

Setelah identifikasi dan pembatasan masalah, selanjutnya adalah menentukan tujuan dari penelitian tersebut. Tujuan ini ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang dilakukan sebelumnya. Berikut merupakan tujuan dari penelitian ini dilakukan.

1. Mengetahui biaya minimum yang dapat dicapai oleh PT.X untuk biaya persediaan dan *customer service level* pada sistem *warranty* pesawat Y
2. Mengetahui titik optimal untuk biaya persediaan *spare part* dan nilai *customer service level*.
3. Mengetahui cara mencapai titik optimal persediaan *spare part* dan *customer service level*.

I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan diharapkan dapat memberikan dampak positif bagi seluruh pihak yang terlibat dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini terdapat tiga pihak yang terlibat yaitu peneliti, perusahaan dan pembaca. Berikut merupakan beberapa manfaat penelitian.

1. Manfaat bagi peneliti
 - a. Menambah wawasan peneliti *spare part* management
 - b. Dapat menerapkan *spare part* management

2. Manfaat bagi perusahaan

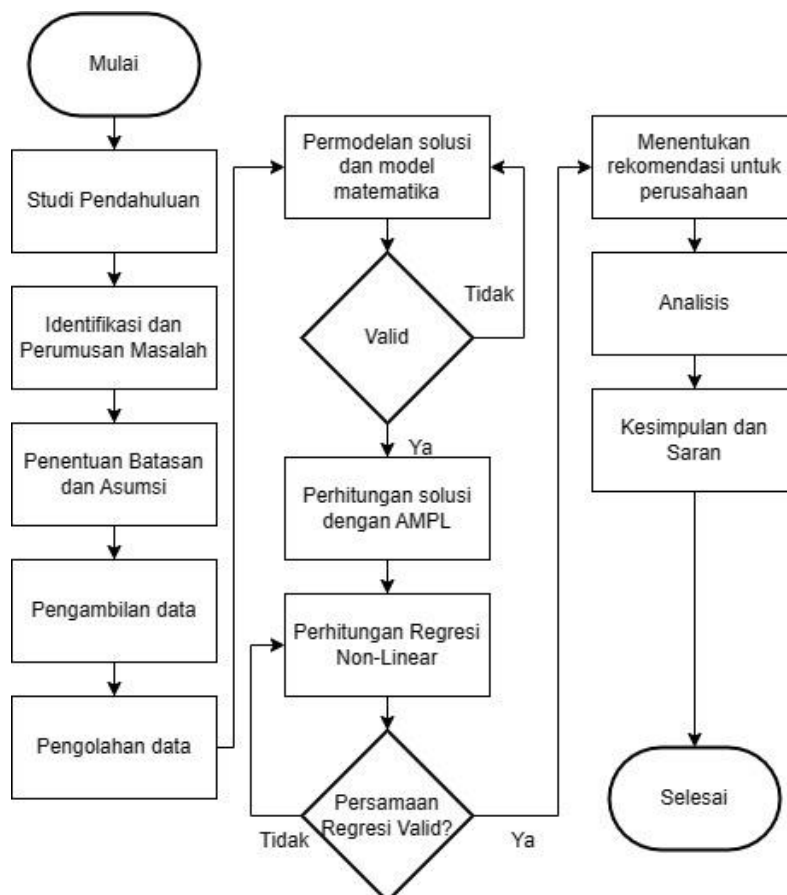
Mendapatkan usulan perbaikan mengenai tindakan dilakukan PT. X terkait persediaan untuk mengurangi biaya persediaan dengan *customer service level* tertentu pada sistem persediaan *spare part* untuk *warranty* pesawat Y. Hal ini bertujuan agar dapat meningkatkan efektivitas rantai pasok pada proses *warranty* di PT. X

3. Manfaat bagi pembaca

- a. Mendapatkan wawasan mengenai *spare part* management
- b. Dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya atau penelitian serupa.

I.6 Metodologi Penelitian

Pada Bagian ini akan menjelaskan bagaimana metodologi penelitian ini akan dilakukan. Hal ini perlu dilakukan agar penelitian dapat dilakukan secara sistematis dan jelas selama proses penelitian berlangsung. Berikut merupakan metodologi penelitian atau skema yang dilakukan akan dalam penelitian ini. Untuk lebih mudah memvisualisasikan, maka penjelasan metodologi penelitian akan dibantu melalui penggambaran *flowchart*. Berikut merupakan flowchart metodologi penelitian.



Gambar I.3 *Flowchart* metodologi penelitian

1. Penentuan topik

Penentuan topik ditetapkan sebagai tahapan pertama dalam setiap penelitian. Penentuan topik ini dilakukan berdasarkan permasalahan

yang diamati oleh peneliti. Topik yang ditetapkan untuk penelitian ini adalah usulan perbaikan *spare part* management pada proses *warranty* untuk pesawat Y di PT. X.

2. Studi Pendahuluan

Pada Tahapan ini akan dilakukan studi pendahuluan. Studi ini dilakukan dengan diawali membahas latar belakang permasalahan sebagai dasar mengapa topik tersebut diambil. Selain itu juga dilakukan pengamatan terhadap perusahaan objek penelitian dan akan dilihat bagaimana permasalahan awal terjadi. Hal ini bertujuan agar peneliti dapat memahami topik yang akan dibahas selama penelitian berlangsung.

3. Identifikasi dan Perumusan masalah

Pada Tahap ini akan dilakukan pencarian penyebab dari masalah tersebut terjadi. Setelah diketahui bahwa terbukti terdapatnya masalah, maka dilakukan perumusan masalah dengan tujuan mengetahui tujuan dari penelitian ini dilakukan.

4. Penentuan Batasan Masalah dan Asumsi

Pada tahapan ini akan dilakukan pembatasan masalah dengan tujuan agar penelitian tetap terfokus pada akar permasalahan dan tidak menyimpang jauh dari permasalahan. Setelah itu, diberikan asumsi untuk mempermudah pengambilan data dan pengamatan berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan.

5. Pengambilan data

Pada tahapan ini akan dilakukan pengambilan data berdasarkan data historis *Warranty claim* untuk pesawat Y di PT. X

6. Pengolahan data

Pada tahapan ini akan dilakukan pengolahan data berdasarkan data historis tersebut untuk dilakukan perhitungan biaya dan *reorder level*

7. Permodelan Solusi dan Model Matematika

Pada tahapan ini akan dilakukan permodelan solusi berdasarkan data dan perhitungan yang telah dilakukan untuk kemudian membentuk model matematika untuk masalah tersebut

8. Perhitungan solusi dengan AMPL

Dengan model matematika yang telah dibuat akan dilakukan perhitungan menggunakan bantuan aplikasi AMPL berdasarkan solusi yang telah dimodelkan sebelumnya sebelumnya.

9. Perhitungan Regresi Non-Linear

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan regresi non-linear untuk menemukan persamaan yang menggambarkan hasil perhitungan solusi pada tahap sebelumnya.

10. Menentukan Rekomendasi untuk Perusahaan

Setelah solusi untuk masalah terbentuk, selanjutnya akan diberikan rekomendasi tindakan yang sebaiknya dilakukan perusahaan.

11. Analisis

Pada Tahap ini akan dilakukan analisis keseluruhan proses penelitian dari awal studi hingga Rekomendasi yang akan diberikan kepada perusahaan.

12. Kesimpulan dan Saran

Penelitian diakhiri dengan penarikan kesimpulan berdasarkan tujuan dari penelitian tersebut dilakukan. Serta diberikan saran untuk penelitian selanjutnya.