

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kualitas produk dapat memberikan keunggulan bagi perusahaan agar mendapatkan kepuasan pelanggan (Charantimath, 2017, p. 7). Kualitas produk atau mutu produk adalah kesesuaian suatu produk untuk memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh pelanggan (Mitra, 2021, p. 8). Kualitas produk yang baik tak lepas dari peran proses produksi, proses produksi yang berjalan dengan normal dan sesuai rencana maka kualitas produksi yang dihasilkan sesuai dengan rencana (Walujo et al., 2020, p. 16). Tak terkecuali pada industri pesawat terbang yang mementingkan kualitas dalam setiap komponen (Cai et al., 2014). Oleh sebab itu, kualitas dijadikan salah satu faktor dalam keputusan pemilihan produk oleh konsumen (Montgomery, 2020, p. 3).

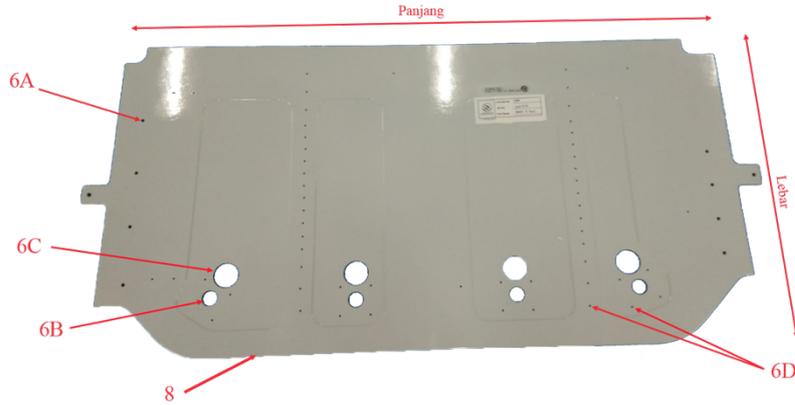
PT XYZ adalah salah satu perusahaan BUMN (Badan Usaha Milik Negara) yang tergabung dalam *holding* DEFEND ID yang bergerak dalam bidang manufaktur pesawat terbang. PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur pesawat terbang di Indonesia yang memproduksi pesawat terbang *fixed wing* maupun helikopter. Selain memproduksi pesawat terbang dan helikopter, PT XYZ memproduksi komponen pesawat terbang atau *aerostructure* untuk pesawat dari pabrikan Airbus yaitu A350 melalui program realisasi A350. Pada penelitian ini, akan berfokus pada komponen pesawat A350, salah satunya adalah komponen *panel 3 fuel lower*. Dalam memproduksi komponen *Panel 3 Fuel Lower* perusahaan menerapkan strategi *Make-to-Order* (MTO) yang mana perusahaan akan memulai produksi komponen *panel 3 fuel lower* setelah mendapatkan pesanan dari pelanggan (Mudgal et al., 2020). PT XYZ menetapkan *Critical to Quality* (CTQ) produk yang harus dipenuhi pada saat proses produksi untuk memenuhi spesifikasi yang ditetapkan oleh pelanggan yang dapat dilihat pada Tabel I.1.

Tabel I.1 *Critical to Quality (CTQ) Produk Panel 3 Fuel Lower*
(sumber: Dokumen Perusahaan)

No	<i>Critical to Quality (CTQ)</i>	Keterangan	Tindakan															
1	Kondisi	Tidak ada <i>scratch</i> pada komponen.	<i>Rework</i>															
2	Permukaan	Tidak ada <i>damager</i> pada komponen	<i>Scrap</i>															
3	Komponen	Tidak ada <i>tool mark</i> pada komponen.	<i>Rework</i>															
4	Kondisi Lubang	Tidak ada kerusakan pada permukaan lubang.	<i>Scrap</i>															
5		Tidak ada kerusakan pada lubang.	<i>Scrap</i>															
6	Ukuran Lubang Sesuai	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lubang</th> <th>Diameter (mm)</th> <th>Jumlah</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>4.83</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>33.3 (+/- 0.22)</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>20.6 (+/- 0.22)</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>2.5</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>	Lubang	Diameter (mm)	Jumlah	A	4.83	8	B	33.3 (+/- 0.22)	4	C	20.6 (+/- 0.22)	4	D	2.5	50	<i>Scrap</i>
		Lubang	Diameter (mm)	Jumlah														
		A	4.83	8														
		B	33.3 (+/- 0.22)	4														
		C	20.6 (+/- 0.22)	4														
D	2.5	50																
7	Ukuran Komponen	Ukuran komponen sesuai spesifikasi yaitu sebesar 852,6 mm × 445,8 mm	<i>Scrap/rework</i>															
8	Sesuai	Ketebalan komponen 4.2(+/- 0.2) mm																
9	Struktur Komponen	Sifat material yaitu T762 (<i>Tensile strength</i> = 470 MPa)	<i>Scrap</i>															
10	Sesuai	Bebas korosi pada material.	<i>Rework</i>															
11	Kebersihan komponen	Tidak ada sisa <i>chips</i> pada komponen	<i>Rework</i>															
12	Konduktivitas	Konduktivitas listrik tidak melebihi batas yang telah ditentukan yaitu 22-25 MS/m.	<i>Scrap</i>															

Berdasarkan Tabel I.1 terdapat 12 jenis CTQ yang ditetapkan oleh perusahaan, dapat dilihat pada Gambar I.1. CTQ tersebut harus dipenuhi oleh PT XYZ dalam memproduksi komponen *panel 3 fuel lower*, jika salah satu dari CTQ tersebut tidak dapat terpenuhi maka produk tersebut dapat dikatakan produk *defect* (Husein

et al., 2020). Dari setiap CTQ Produk memiliki tindakan yang akan dilakukan oleh perusahaan apabila CTQ tersebut tidak dapat terpenuhi seperti melakukan *rework* untuk komponen yang masih dapat diperbaiki atau komponen akan di *scrap* apabila kerusakan sudah tidak dapat diperbaiki.

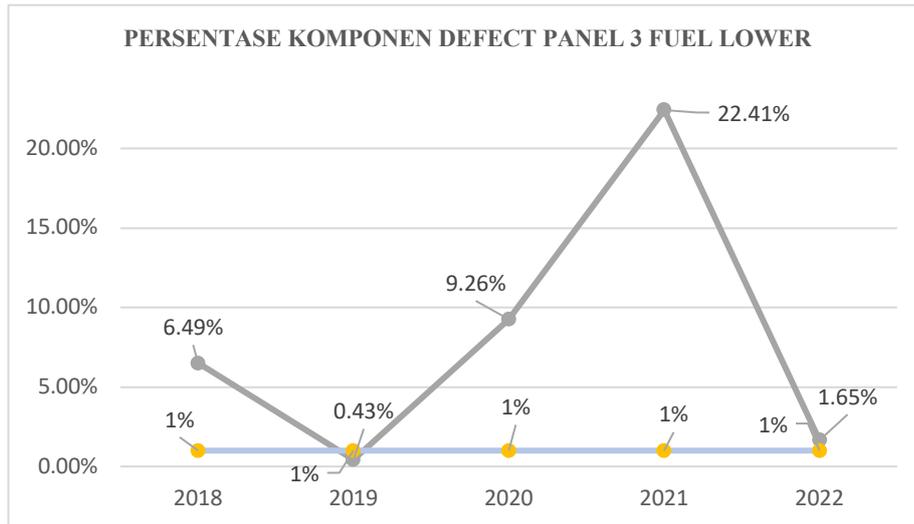


Gambar I.1 Komponen *Panel 3 Fuel Lower* bagian atas dengan nomor CTQ
(Sumber : Dokumen Perusahaan)

Adapun data produksi dan data komponen *defect panel 3 fuel lower* pada periode Januari 2018 hingga Oktober 2022 yang diperoleh dari data historis perusahaan disajikan pada Tabel I.2.

Tabel I.2 Jumlah Produksi dan Komponen *Defect Panel 3 Fuel Lower* 2018-2022
(Sumber : Data Produksi perusahaan)

PNL 3 FUEL LWR										
Bulan	2018		2019		2020		2021		2022	
	Prod	Def	Prod	Def	Prod	Def	Prod	Def	Prod	Def
Jan			15							
Feb	24		31		32	7	10			
Mar	25	2					26	16	60	
Apr	20	3	10							
Mei			19						40	
Jun	45	3	20		46	3	40	5		
Jul			26						21	2
Ags	15	2	48							
Sep					30					
Okt	72	5								
Nov			52	1						
Des	30		10				40	5		
Total	231	15	231	1	108	10	116	26	121	2



Gambar I.2 Persentase komponen *defect Panel 3 Fuel Lower*

Berdasarkan Tabel I.2 dan Gambar I.2 yang menunjukkan persentase komponen *defect* pada setiap tahunnya, jumlah komponen *defect* yang terjadi pada *panel 3 fuel lower* kerap kali melebihi batas toleransi yang telah ditetapkan perusahaan, PT XYZ telah menetapkan batas toleransi komponen *defect* pada setiap tahunnya yaitu sebesar 1% dari total produksi, apabila melebihi batas toleransi yang ditetapkan maka menandakan proses produksi belum berjalan dengan baik. Berdasarkan data produksi periode 2018-2022 terdapat 9 jenis *defect* yang terjadi pada komponen *panel 3 fuel lower* yang disajikan pada Tabel I.3 .

Tabel I.3 Jenis-jenis *defect panel 3 fuel lower*
(Sumber: Data RT Perusahaan)

Jenis Defect	Deskripsi Defect	CTQ tidak terpenuhi
<i>Corroction</i>	Terdapat korosi pada komponen	9
<i>Toolmark</i>	Terdapat <i>toolmark</i> pada permukaan komponen	2
<i>Damager</i>	Terdapat goresan kasar pada permukaan komponen.	2
<i>Scratch</i>	Terdapat goresan halus pada permukaan komponen.	1

Tabel I.3 Jenis-jenis *defect panel 3 fuel lower* (lanjutan)

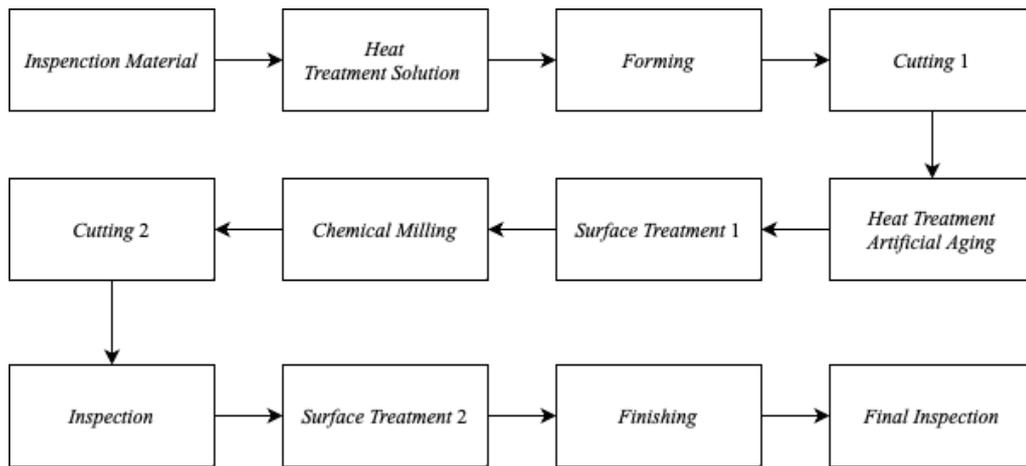
Jenis Defect	Deskripsi Defect	CTQ tidak terpenuhi
<i>Hole Damaged</i>	Terdapat kerusakan pada lubang diameter 33.33 (± 0.22) mm.	4
<i>Surface hole damaged</i>	Terdapat kerusakan pada permukaan lubang sedalam 1.2 mm pada diameter lubang 33.33 mm.	3
<i>Oversize hole</i>	Terdapat kerusakan pada permukaan lubang yang sehingga kelebihan ukuran diameter lubang	5
Konduktivitas melebihi batas	Terdapat kelebihan nilai tes konduktivitas dari yang seharusnya.	11
Suhu melebihi batas	Terdapat kelebihan suhu yang melebihi toleransi sehingga struktur komponen tidak tercapai.	10

Berdasarkan Tabel I.3 terdapat 9 CTQ yang tidak dapat terpenuhi dari CTQ Produk yang telah ditetapkan PT XYZ sehingga menyebabkan komponen dinyatakan *defect*. Jika terdapat *defect* pada komponen, PT XYZ akan berupaya melakukan *repair* di area kerusakan dengan diperiksa kembali dengan kebutuhan gambar kerja lalu memperbaiki kerusakan yang terjadi, dengan adanya *repair* maka perusahaan harus mengeluarkan biaya untuk pekerja yang *overtime* dan apabila kerusakan tersebut tidak bisa *repair* maka komponen tersebut akan di *scrap*. Untuk mencegah terjadinya *defect* pada komponen, perusahaan telah berupaya melakukan peningkatan proses seperti melakukan penambahan step inspeksi pada setiap prosesnya. Namun upaya tersebut belum memberikan dampak yang signifikan terhadap pencegahan akan terjadinya *defect*.

Untuk mengatasi hal ini perlu dilakukan penelitian menggunakan metode *six sigma* dengan menggunakan pendekatan DMAI karna DMAI ini merupakan alat yang dapat meningkatkan proses dan kontrol kualitas (Zhan & Ding, 2016, p. 1). DMAI dapat mengurangi potensi *defect* dan dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas (Mittal et al., 2023; Smętkowska & Mrugalska, 2018; Srinivasan et al., 2014). DMAI terdiri dari 5 fase langkah menurut Zhan & Ding (2016) yang

diawali dengan menemukan permasalahan pada fase *define*, mengukur kondisi saat ini pada fase *measure*, mengidentifikasi dan menganalisis akar permasalahan pada fase *analyze*, memberikan usulan perbaikan pada fase *improvement*, dan melihat perbandingan antara sebelum dan sesudah diberikan perbaikan pada fase *control*.

Dalam memproduksi komponen tersebut, terdapat proses yang harus dijalankan agar mencapai spesifikasi yang diinginkan, adapun alur proses produksi pada komponen *panel 3 fuel lower* sebagai berikut:



Gambar I.3 Alur proses produksi komponen *panel 3 fuel lower*
(Sumber: Dokumen Perusahaan)

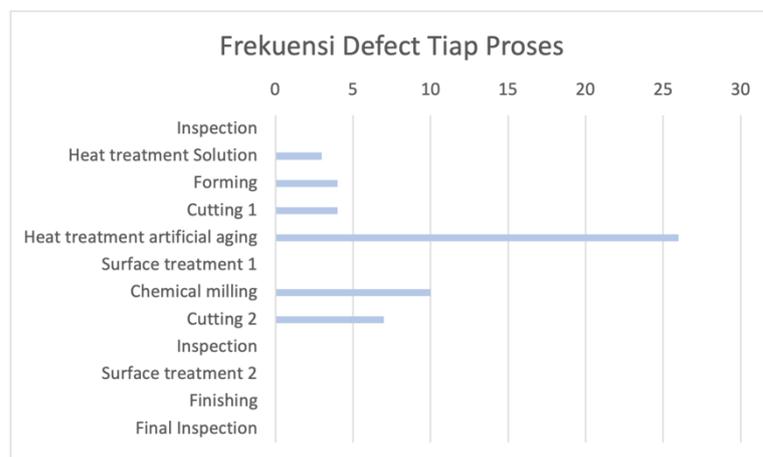
Dari Gambar I.3 dapat diketahui bahwa proses produksi komponen *panel 3 fuel lower* terdapat 12 tahapan proses. Setiap proses yang dilalui memiliki CTQ proses yang telah ditetapkan oleh PT XYZ seperti pada lampiran A, apabila CTQ tersebut tidak dapat terpenuhi maka akan menghasilkan komponen *defect*. Tabel I.4 merupakan jumlah kemunculan *defect* pada setiap prosesnya.

Tabel I.4 Jumlah kemunculan jenis *defect*

Proses	Jenis Defect	CTQ Proses Tidak Terpenuhi	Jumlah Defect
<i>Inspection</i>	-	-	-
<i>Heat treatment Solution</i>	Korosi	Proses solution tidak dilakukan dengan suhu 470 ± 5 °C selama 35 menit.	3
<i>Forming</i>	<i>Scratch</i>	Penempatan material pada alat SFBK tidak hati-hati	4

Tabel I.5 Jumlah kemunculan jenis *defect* (lanjutan)

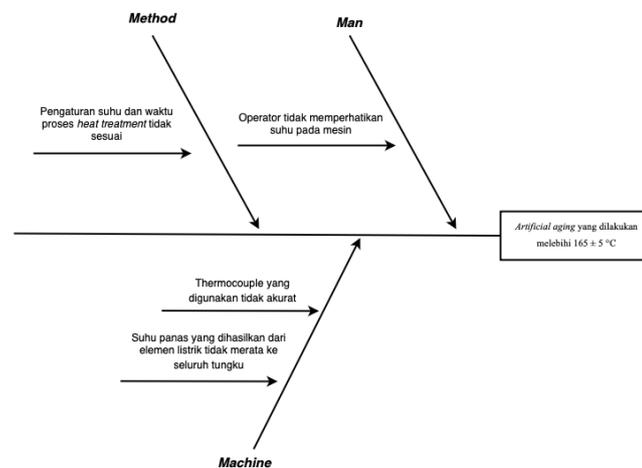
Proses	Jenis <i>Defect</i>	CTQ Proses Tidak Terpenuhi	Jumlah <i>Defect</i>
<i>Cutting 1</i>	<i>Damager</i>	Pemuatan material ke alat HRDF tidak hati-hati	4
<i>Heat treatment artificial aging</i>	Suhu melebihi batas toleransi	<i>Artificial aging</i> dilakukan melebihi suhu $165 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$	26
<i>Surface treatment 1</i>	-	-	-
<i>Chemical milling</i>	Konduktivitas melebihi batas	Perendaman dengan <i>etching</i> yang dilakukan tidak dengan suhu $99 - 105 \text{ }^\circ\text{C}$	10
<i>Cutting 2</i>	<i>Hole damaged</i>	Pelubangan tidak dilakukan tegak lurus antara bor dengan komponen	1
	<i>Surface hole damaged</i>	Pelubangan tidak dilakukan tegak lurus antara bor dengan komponen	1
	<i>Oversize Hole</i>	Penggunaan mata bor yang tidak sesuai dengan ukuran lubang	1
	<i>Toolmark</i>	Penggunaan mata bor yang tidak sesuai dengan ukuran lubang	4
<i>Inspection</i>	-	-	-
<i>Surface treatment 2</i>	-	-	-
<i>Finishing</i>	-	-	-
<i>Final Inspection</i>	-	-	-



Gambar I.4 Frekuensi *defect* pada setiap proses

Jika berdasarkan Tabel I.4 dan Gambar I.4, proses *heat treatment artificial aging* memiliki jumlah *defect* tertinggi selama periode Januari 2018 hingga Oktober 2022 yaitu sebanyak 26 produk dengan jenis *defect* suhu melebihi batas toleransi. Setelah itu dilakukan perhitungan kapabilitas proses pada produksi komponen *panel 3 fuel lower* yang terlampir pada lampiran B dihasilkan nilai level sigma sebesar 4.202 sigma atau setara dengan 3449 DPMO. DPMO tersebut memiliki arti bahwa dalam 1.000.000 produksi ada 3449 kesempatan *defect*.

Proses yang menghasilkan *defect* paling banyak adalah proses *heat treatment artificial aging* dengan menggunakan mesin *furnace "precons"* yang merupakan proses ke-5 pada produksi komponen ini. *Heat treatment* atau perlakuan panas adalah sebuah proses yang dapat mengeraskan potongan logam dan struktur logam untuk dapat meningkatkan kekuatan dan ketangguhan logam (Bryson, 2015, p. 6). Terdapat CTQ proses pada proses *heat treatment artificial aging* yang tidak dapat dipenuhi yaitu suhu melebihi $165 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, apabila suhu tersebut melebihi yang dipersyaratkan maka struktur komponen tidak mencapai kebutuhan dari *panel 3 fuel lower*. Untuk mengidentifikasi akar penyebab dari CTQ proses yang tidak dapat terpenuhi, dapat menggunakan diagram *fishbone*. Berikut merupakan diagram *fishbone* yang telah diidentifikasi.



Gambar I.5 *Fishbone* diagram permasalahan

Terdapat tiga faktor yang berhubungan secara langsung dengan permasalahan pada kepala ikan, yaitu faktor *man*, *machine*, dan *method* yang selanjutnya akan dianalisis menggunakan *tools 5 why's* yang terlampir pada Lampiran C. Berdasarkan identifikasi akar penyebab pada *fishbone diagram* seperti pada

Gambar I.5 dan 5 *why's analysis* pada Lampiran C, maka terdapat potensi solusi yang ditawarkan yang disajikan dalam Tabel I.6.

Tabel I.6 Potensi Solusi

Artificial Aging dilakukan melebihi suhu 165 ± 5 °C				
No	Faktor	Masalah	Akar Masalah	Potensi Solusi
1	<i>Man</i>	Operator tidak memperhatikan suhu pada mesin.	Terdapat pekerjaan fisik yang tinggi saat mengangkat material ke rak	Perancangan alat bantu untuk mengangkat material ke rak
2	<i>Machine</i>	<i>Thermocouple</i> yang digunakan tidak akurat.	Tidak ada pengingat jadwal kalibrasi <i>thermocouple</i>	Diperlukan adanya <i>alarm</i> untuk jadwal kalibrasi dan <i>maintenance</i> mesin
3		Suhu panas yang dihasilkan dari elemen listrik tidak merata ke seluruh tungku	Tidak ada pengingat jadwal <i>maintenance</i>	
4	<i>Method</i>	Pengaturan suhu dan waktu proses <i>heat treatment</i> tidak sesuai.	Tidak ada SOP terkait pengecekan kembali suhu dan waktu yang diinput	Perancangan SOP terkait pengecekan suhu secara berkala dan pelatihan ulang operator.

Dari potensi solusi dari setiap akar penyebab yang terjadi, selanjutnya dianalisis menggunakan FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) untuk dapat menentukan prioritas dan untuk mengetahui faktor penyebab masalah potensial yang terjadi untuk dilakukan perbaikan pada proses *heat treatment artificial aging* yang terlampir pada lampiran C. Berdasarkan FMEA dengan perhitungan RPN (*Risk Priority Number*) paling tinggi sebesar 240 dengan mode kegagalan adalah *thermocouple* yang digunakan tidak akurat. Mode kegagalan tersebut akan dipilih sebagai prioritas utama untuk mendapatkan solusi perbaikan dengan potensi solusi yaitu perancangan *alarm* untuk jadwal kalibrasi dan *maintenance* mesin *heat treatment*. Berdasarkan permasalahan yang ada, diperlukan adanya perbaikan pada proses *artificial aging heat treatment* yang terjadi pada proses produksi komponen *panel 3 fuel lower* di PT XYZ, maka penelitian ini berjudul

“Perancangan Alarm *Maintenance* Proses *Heat Treatment* Menggunakan Metode QFD Pada Produksi *Panel 3 Fuel Lower* Di PT XYZ Berdasarkan Hasil Analisis Menggunakan Metode DMAI”

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang terjadi pada produksi komponen *panel 3 fuel lower*, maka rumusan masalah untuk penelitian ini yaitu bagaimana perancangan usulan alat bantu *alarm maintenance* pada mesin *furnace “precons”* dalam proses *heat treatment* pada produksi *panel 3 fuel lower* untuk meningkatkan kualitas produksi dan meminimasi *defect* yang terjadi?

I.3 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan perumusan masalah yang telah ditetapkan, penelitian ini memiliki tujuan yaitu merancang alat bantu *alarm maintenance* untuk mengingatkan operator dan tim terkait perihal kalibrasi dan *maintenance* pada mesin *furnace “precons”* dalam proses *heat treatment artificial aging* pada produksi komponen *panel 3 fuel lower* di PT XYZ.

I.4 Manfaat Tugas Akhir

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan dari penelitian ini, diharapkan dengan memberikan rancangan alat bantu *alarm maintenance* dapat mengingatkan operator dan tim terkait perihal *maintenance* dan kalibrasi yang harus dilakukan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan dan dapat memberikan manfaat bagi perusahaan untuk dapat mengambil keputusan berupa tindakan perbaikan pada proses *heat treatment artificial aging* agar dapat meningkatkan kualitas proses produksi dan meminimasi *defect* yang terjadi pada proses *heat treatment artificial aging* di PT XYZ.

I.5 Sistematika Penulisan

Adapun penelitian ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi uraian latar belakang permasalahan yang terjadi pada proses produksi komponen *panel 3 fuel lower* di PT XYZ dengan menggunakan metode DMAI, perumusan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi studi literatur yang akan menjadi landasan teori yang sesuai dengan permasalahan penelitian. Pembahasan teori ini meliputi penerapan metode DMAI, QFD, dan teori pendukung dari penelitian ini.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan mengenai tahapan mekanisme / rencana perancangan yang sesuai dengan teori/model/kerangka standar yang dipilih pada Bab Landasan Teori. Penelitian ini akan menggunakan *Quality Function Deployment* (QFD). Tahapan rencana perancangan ini meliputi persiapan perancangan, mekanisme pengumpulan data yang akan digunakan, mekanisme evaluasi hasil, serta asumsi dan Batasan yang berlaku dalam perancangan.

Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data

Bab ini berisikan data-data yang dibutuhkan untuk proses perancangan alat bantu *alarm maintenance* menggunakan metode QFD yang akan digunakan di mesin *furnace "precons"* pada proses *heat treatment artificial aging*. Luaran dari tahap ini adalah hasil rancangan yang telah disesuaikan dengan spesifikasi yang telah ditetapkan dan merupakan usulan solusi dari permasalahan yang terjadi.

Bab V Analisis

Bab ini berisi analisis hasil pengolahan data yang telah dilakukan dikumpulkan dan diolah pada bab sebelumnya. Analisis meliputi verifikasi dan validasi hasil rancangan alat bantu usulan dalam memperbaiki permasalahan yang ditemukan di PT XYZ.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan serta saran dari penulis untuk PT XYZ dan untuk penelitian selanjutnya.