

**PENGENDALIAN KUALITAS PENGELASAN  
MENGUNAKAN METODE *STATISTICAL QUALITY  
CONTROL* (SQC) DAN *FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS*  
(FMEA) DI PT. PAL INDONESIA**

**SKRIPSI**



**Diajukan Oleh :**

**NAFA ARTHA CAHAYA MULIA**

**NPM: 18032010029**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
SURABAYA  
2022**

**PENGENDALIAN KUALITAS PENGELASAN MENGGUNAKAN  
METODE *STATISTICAL QUALITY CONTROL* (SQC) DAN *FAILURE  
MODE EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DI PT. PAL INDONESIA**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Industri



**Diajukan Oleh :**

**NAFA ARTHA CAHAYA MULIA**

**NPM. 18032010029**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
SURABAYA  
2022**

SKRIPSI

PENGENDALIAN KUALITAS PENGELOMAN MENGGUNAKAN  
METODE *STATISTICAL QUALITY CONTROL* (SQC) DAN *FAILURE  
MODE EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DI PT. PAL INDONESIA

Disusun Oleh:

NAFA ARTIHA CAHYA MULIA

18032010029

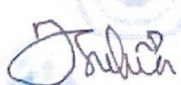
Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur Surabaya  
Pada Tanggal : 27 Mei 2022

Tim Penguji :

1.

  
Dr. Dira Ernawati, ST., MT  
NIP. 19780602 202121 2 003

2.

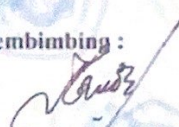
  
Dwi Sukma Donorivanto, ST., MT.  
NIP. 19810726 200501 1 001

3.

  
Ir. Rr. Rochmoeljati, MMT.  
NIP. 19611029 199103 2 001

Pembimbing :


1.

  
Ir. Rr. Rochmoeljati, MMT.  
NIP. 19611029 199103 2 001

Mengetahui,

Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Surabaya



  
Dr. Dra. Ariyah, MP  
NIP. 19650403 199103 2 001





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR  
FAKULTAS TEKNIK

KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Nafa Artha Cahaya Mulia

NPM : 18032010029

Program Studi : ~~Teknik Kimia~~ / Teknik Industri / ~~Teknologi Pangan~~ /  
~~Teknik Lingkungan~~ / Teknik Sipil

Telah mengerjakan revisi / tidak ada revisi \*) ~~PRA-RENCANA (DESAIN)~~ / SKRIPSI / TUGAS  
AKHIR Ujian Lisan Periode VI , TA 2021/2022 .

Dengan judul : **PENGENDALIAN KUALITAS PENGELASAN MENGGUNAKAN METODE  
STATISTICAL QUALITY CONTROL (SQC) DAN FAILURE MODE EFFECT  
ANALYSIS (FMEA) DI PT. PAL**

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi:

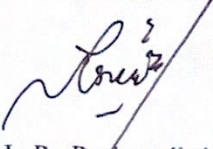
1. Ir. Rr. Rochmoeljati, MMT

2. Dr. Dira Ernawati, ST., MT

3. Dwi Sukma Donoriyanto, ST., MT

Surabaya, 30 Mei 2022

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing

  
Ir. Rr. Rochmoeljati, MMT  
NIP. 19611029 199103 2 001

Catatan: \*) coret yang tidak perlu





### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Nafa Artha Cahaya Mulia

NPM : 18032010029

Program Studi : Teknik Industri

Alamat : Griya Permata Gedangan Blok O3 No. 28, Sidoarjo

No. HP : 082264467727

Alamat e-mail : nafaarthacm27@gmail.com

Dengan ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan skripsi saya dengan judul:

PENGENDALIAN KUALITAS PENGELASAN MENGGUNAKAN METODE *STATISTICAL QUALITY CONTROL (SQC)* DAN *FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS (FMEA)* DI PT. PAL INDONESIA

Adalah benar penelitian saya sendiri atau bukan plagiat hasil penelitian orang lain, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan saya ajukan sebagai persyaratan kelulusan program sarjana Teknik Industri Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jawa Timur. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 1 Juni 2022

Mengetahui,

Koorprogdik Teknik Industri

Dr. Dira Ernawati, ST., MT  
NIP. 19780602 202121 2 003

Yang Membuat Pernyataan

Nafa Artha Cahaya Mulia  
NPM. 18032010029

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat, serta Hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi penelitian ini dengan judul “Pengendalian Kualitas Pengelasan Menggunakan Metode *Statistical Quality Control (SQC)* dan *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)* di PT. PAL Indonesia”.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah skripsi serta syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik (ST) bagi Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan yang dihadapi, namun berkat kehendak-Nya sehingga penulis berhasil menyelesaikan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati penulisa ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak berikut ini:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT, selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP, selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur
3. Ibu Dr. Dira Ernawati, ST. MT, selaku Koordinator Program Studi Teknik Industri UPN “Veteran” Jawa Timur
4. Ibu Ir. Rr. Rochmoeljati, MMT, selaku Dosen Pembimbing yang membantu dalam menyusun laporan skripsi ini agar berkualitas.

5. Ibu Ir. Yustina Ngatilah, MT, Bapak Ir. Joumil Aidil SZS, MT, Ibu Dr. Dira Ernawati, ST. MT, dan bapak Dwi Sukma Donoriyanto, ST. MT, selaku Dosen Penguji yang membantu memperbaiki dan menyempurnakan laporan skripsi ini.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Industri yang pernah mengajar dan memberikan ilmunya kepada saya serta staff yang membantu proses administrasi saya untuk mencapai tugas akhir ini.
7. PT. PAL Indonesia yang mengizinkan saya untuk melakukan penelitian untuk tugas akhir saya.
8. Bapak Ari Fendi ST, MT, selaku pembimbing saya di PT. PAL Indonesia yang membantu saya selama di perusahaan.
9. Bapak Fajar dan Bapak Sigit Budi Raharjo, selaku staff di PT. PAL Indonesia yang membantu saya memahami materi dan data yang dibutuhkan.
10. Indra Matumona dan Erna Mulianingsih, selaku orang tua saya yang selalu senantiasa mendoakan, memberi semangat, dan mendukung saya.
11. Sandro Dolly Wiralano dan Nova Atmasari selaku kakak saya yang selalu memberi semangat tiada hentinya.
12. Lis Hardini, selaku saudara saya yang selalu membantu dan memberi semangat untuk cepat menyelesaikan skripsi ini.
13. Bagues Prayogik dan Berliana Dian Novitasari, selaku teman kuliah saya yang selalu membantu dan berbagi informasi mengenai skripsi ini.

14. Adegaliunanda, Cokorda Putra Ari Gustama, Muhammad Iqbal Amirullah, Nanda Ainuri, Ragita Puan Maharani, dan Vira Farhana, selaku teman rumah yang selalu menyemangati saya.
15. Semua pihak-pihak terkait lainnya yang telah banyak membantu baik itu penyusunan skripsi maupun penyelesaian laporan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, baik isi maupun penyajian. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat sekaligus dapat menambah wawasan serta berguna bagi semua pihak yang membutuhkan.

Sidoarjo, 15 Maret 2022

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>COVER</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I    PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang Masalah.....	1
1.2    Perumusan Masalah.....	4
1.3    Batasan Masalah.....	4
1.4    Asumsi.....	5
1.5    Tujuan.....	5
1.6    Manfaat Penelitian.....	5
1.7    Sistematika Penulisan.....	6
<b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1    Kualitas.....	8
2.1.1 Peranan kualitas .....	10
2.1.2 Perspektif Kualitas .....	10
2.2    Pengendalian Kualitas .....	12
2.2.1 Tujuan Pengendalian Kualitas .....	12

2.3	<i>Statistical Quality Control (SQC)</i> .....	13
2.3.1	Alat bantu <i>Statistical Quality Control (SQC)</i> .....	15
2.4	<i>Failure Mode Effect Analysis (FMEA)</i> .....	27
2.4.1	Tahapan – tahapan FMEA .....	29
2.5	Pengelasan.....	34
2.5.1	Jenis Pengelasan .....	35
2.5.2	Prosedur Pengelasan .....	40
2.5.3	Standar Kriteria Penilaian ( <i>Acceptance Criteria</i> ).....	42
2.5.4	Cacat Pengelasan .....	43
2.5.5	Pengujian dan Pemeriksaan Daerah Las .....	48
2.5.6	Metode Pengujian Area Las.....	49
2.6	Penelitian Terdahulu .....	53
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>58</b>
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian .....	58
3.2	Identifikasi dan Definisi Operasional Variabel.....	58
3.2.1	Variabel Terikat ( <i>Dependent</i> ) .....	58
3.2.2	Variabel Bebas ( <i>Independent</i> ) .....	58
3.3	Langkah-langkah Pemecahan Masalah .....	59
3.4	Teknik Pengumpulan Data .....	65
3.4.1	Data Primer.....	65
3.4.2	Data Sekunder.....	66
3.5	Teknik Analisis Data (Model Analisis).....	66
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>69</b>

4. 1	Gambaran Obyek Penelitian.....	69
4. 2	Pengumpulan Data .....	71
4.2.1	Data Pengelasan.....	71
4.2.2	Data Cacat.....	72
4. 3	Pengolahan Data.....	74
4.3.1	Statistical <i>Quality Control</i> (SQC).....	74
4.3.2	<i>Failure Mode Effect Analysis</i> (FMEA) .....	94
4. 4	Pembahasan.....	108
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>111</b>
5. 1	Kesimpulan.....	111
5. 2	Saran.....	112
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>113</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rentang Nilai Koefisien Korelasi r .....	21
Tabel 2. 2 Kriteria <i>Severity</i> (S) .....	29
Tabel 2. 3 Rating <i>Occurance</i> (O).....	32
Tabel 2. 4 Kriteria <i>Detection</i> (D).....	32
Tabel 2. 5 Penentuan Kategori Resiko.....	33
Tabel 2. 6 Standar Kriteria Penilaian .....	43
Tabel 4. 1 Data Pengelasan Item Kapal BRS W-303.....	72
Tabel 4. 2 Data Cacat Item Pengelasan.....	72
Tabel 4. 3 <i>Check Sheet</i> .....	74
Tabel 4. 4 Stratifikasi .....	75
Tabel 4. 5 Persentase Cacat Pengelasan.....	77
Tabel 4. 6 Perhitungan P-Chart pada Cacat <i>Incomplete Penetration</i> .....	82
Tabel 4. 7 Perhitungan P-Chart pada Cacat <i>Incomplete Fusion</i> .....	84
Tabel 4. 8 Perhitungan P-Chart pada Cacat <i>Slag Inclusion</i> .....	86
Tabel 4. 9 Perhitungan P-Chart pada Cacat <i>Porosity</i> .....	88
Tabel 4. 10 <i>Potential Effect of Failure</i> .....	95
Tabel 4. 11 Penentuan Nilai <i>Severity</i> (S) .....	97
Tabel 4. 12 <i>Potential Cause</i> .....	98
Tabel 4. 13 Penentuan Nilai <i>Occurance</i> .....	99
Tabel 4. 14 <i>Current Control</i> .....	101
Tabel 4. 15 Penentuan Nilai <i>Detection</i> .....	102
Tabel 4. 16 FMEA Pengelasan Kapal BRS W-303 .....	106

Tabel 4. 17 Rekomendasi Perbaikan Berdasarkan Urutan RPN .....	107
--	-----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh <i>Check Sheet</i> .....	16
Gambar 2. 2 Contoh Stratifikasi.....	17
Gambar 2. 3 Contoh Histogram .....	18
Gambar 2. 4 Contoh Diagram Pareto.....	19
Gambar 2. 5 Contoh <i>Scatter Diagram</i> .....	20
Gambar 2. 6 Contoh Peta Kontrol.....	22
Gambar 2. 7 <i>Cause and Effect Diagram</i> .....	26
Gambar 2. 8 Skematik las <i>Flux-Cored Arc Welding</i> .....	35
Gambar 2. 9 Skematik las <i>Shielded Metal Arc Welding</i> .....	35
Gambar 2. 10 Skematik las <i>Gas Tungsten Arc Welding</i> .....	37
Gambar 2. 11 Proses Las GMAW ( <i>Gas Metal Arc Welding</i> ).....	39
Gambar 2. 12 Skematik las <i>Submerged Arc Welding</i> .....	40
Gambar 2. 13 Cacat Las <i>Porosity</i> .....	44
Gambar 2. 14 Cacat Las <i>Slag Inclusion</i> .....	45
Gambar 2. 15 Cacat Las <i>Incomplete Penetration</i> .....	46
Gambar 2. 16 Cacat Las <i>Incomplete Fusion</i> .....	47
Gambar 3. 1 Langkah-Langkah Pemecahan Masalah.....	61
Gambar 4. 1 <i>Slag Inclusion</i> .....	73
Gambar 4. 2 <i>Incomplete Penetration</i> .....	73
Gambar 4. 3 <i>Incomplete Fusion</i> .....	73
Gambar 4. 4 <i>Porosity</i> .....	74



Gambar 4. 5 Histogram.....	76
Gambar 4. 6 Diagram Pareto.....	77
Gambar 4. 7 <i>Scatter Diagram</i> Produksi dengan <i>Incomplete Penetration</i> .....	78
Gambar 4. 8 <i>Scatter Diagram</i> Produksi dengan <i>Incomplete Fusion</i> .....	79
Gambar 4. 9 <i>Scatter Diagram</i> Produksi dengan <i>Slag Inclusion</i> .....	80
Gambar 4. 10 <i>Scatter Diagram</i> Produksi dengan <i>Porosity</i> .....	80
Gambar 4. 11 Peta Kontrol P pada Cacat <i>Incomplete Penetration</i> .....	83
Gambar 4. 12 Peta Kontrol P pada Cacat <i>Incomplete Fusion</i> .....	85
Gambar 4. 13 Peta Kontrol P pada Cacat <i>Slag Inclusion</i> .....	87
Gambar 4. 14 Peta Kontrol P pada Cacat <i>Porosity</i> .....	89
Gambar 4. 15 Diagram Sebab Akibat Cacat <i>Incomplete Penetration</i> .....	90
Gambar 4. 16 Diagram Sebab Akibat Cacat <i>Incomplete Fusion</i> .....	91
Gambar 4. 17 Diagram Sebab Akibat Cacat <i>Slag Inclusion</i> .....	92
Gambar 4. 18 Diagram Sebab Akibat Cacat <i>Porosity</i> .....	93

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Perhitungan <i>Control Chart</i> pada Cacat <i>Incomplete Penetration</i>
Lampiran 2	Perhitungan <i>Control Chart</i> pada Cacat <i>Incomplete Fusion</i>
Lampiran 3	Perhitungan <i>Control Chart</i> pada Cacat <i>Slag Inclusion</i>
Lampiran 4	Perhitungan <i>Control Chart</i> pada Cacat <i>Porosity</i>
Lampiran 5	Perhitungan <i>Risk Priority Number (RPN)</i>

## ABSTRAK

PT. PAL Indonesia merupakan sebuah perusahaan galangan kapal terbesar di Indonesia. PT. PAL Indonesia berusaha memberikan yang terbaik bagi konsumen tepatnya dalam segi kualitas pembuatan kapal BRS W-303. Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui persentase kecacatan yang paling dominan dan faktor penyebab cacat serta memberikan usulan tindakan perbaikan kualitas pengelasan. Metode yang digunakan adalah *Statistical Quality Control* (SQC) dan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA). Berdasarkan hasil penelitian pada *Statistical Quality Control* (SQC) diketahui cacat pengelasan kapal yang paling dominan adalah *Incomplete Penetration* (2,9%), lalu *Incomplete Fusion* (2,2%), *Slag Inclusion* (2%), dan *Porosity* (1,6%). Berdasarkan hasil penelitian pada *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) diketahui akar penyebab masalah tertinggi dengan RPN 288 adalah penetapan *root gap* terlalu kecil/sempit. Rekomendasi perbaikan yang dapat diusulkan yaitu menegaskan kepada *welder* untuk wajib membaca dan memahami WPS yang digunakan untuk mengelas dengan benar.

**Kata Kunci:** *Failure Mode Effect Analysis, Kualitas Pengelasan, Statistical Quality Control*



## **ABSTRACT**

*PT. PAL Indonesia is the largest shipbuilding company in Indonesia. PT. PAL Indonesia strives to provide the best for consumers, precisely in terms of the quality of the BRS W-303 shipbuilding. The purpose of this research is to determine the percentage of the most dominant defects and the factors that cause defects and to provide suggestions for improving welding quality. The methods used are Statistical Quality Control (SQC) and Failure Mode Effect Analysis (FMEA). Based on the results of research on Statistical Quality Control (SQC) it is known that the most dominant ship welding defects are Incomplete Penetration (2,9%), then Incomplete Fusion (2,2%), Slag Inclusion (2%), and Porosity (1,6%). Based on the results of research on Failure Mode Effect Analysis (FMEA) it is known that the root cause of the highest problem with RPN 288 is the determination of the root gap is too small/narrow. Recommendations for improvement that can be proposed are to emphasize to the welder that he must read and understand the WPS used to weld correctly.*

**Keyword:** *Failure Mode Effect Analysis, Statistical Quality Control, Welding Quality*