

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis tinggikan kehadapan Tuhan Yesus atas memberikan hikmat dan rahmatNya kepada penulis. Dengan akal budi yang diberikanNya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik dan benar. Tugas akhir ini yang berjudul PERANCANGAN ALAT KEAMANAN KERJA UNTUK REKONDISI STRUKTUR *COOLING TOWER* (STUDI KASUS : PT APF), adalah salah satu pembelajaran dan juga persyaratan kelulusan yang berguna untuk memperoleh gelar Sarjana Desain Strata Satu di Universitas Pelita Harapan.

Penulis menyadari bahwa, penulis tidak dapat menyelesaikan tugas akhir ini tanpa pihak lain yang membantu. Bimbingan dan dukungan senantiasa mendorong penulis untuk menyelesaikan tugas akhir. Maka dari itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sedalam - dalamnya untuk semua pihak yang telah mendukung setiap proses pengerjaan tugas akhir dari awal hingga selesai dengan sabar dan ikhlas. Yang terhormat, setiap individu adalah

- **Ibu Devanny Gumulya, S.Sn., M.Sc.**, selaku Ketua Jurusan Desain Produk;
- **Bapak David Widyanto, S.Sn., MT.**, selaku dosen akademik dan pembimbing dalam proses pelaksanaan tugas akhir berlangsung, yang selalu memberikan arahan dan saran sehingga menimbulkan jawaban yang tidak terpikirkan oleh penulis;
- **Bapak Aloysius Baskoro Junianto, S.Sn, MID.**, selaku dosen pembimbing, yang memberikan arahan dan tujuan sejak awal proses tugas akhir;

- **Para dosen di jurusan desain produk Universitas Pelita Harapan,** yang mendukung dan memberikan masukan yang berguna untuk mengembangkan pola pikir penulis di kemudian hari;
- **Bapak Agus Giyanto, Bapak Stanley Darwis, S.Ars, dan Staff PT X** yang sudah memberikan ijin untuk mengambil informasi demi kepentingan penulis;
- **Keluarga kandung penulis,** yang senantiasa mendorong dan mendukung selama proses tugas akhir;
- **Graciella Angelica Tjiputra, Monica Nathania, Tania, Jessica Limansyah, Garren Mark, Hernando Halim, Nevada Audric, Luther Tjunawan, Jehezkiel Rickard,** dan teman – teman yang lain yang mendukung dan membantu penulis untuk menyelesaikan tugas akhir;

Dengan mengucapkan syukur atas dukungan dan bimbingan pada pihak yang tertera di atas, penulis menyadari bahwasanya tugas akhir ini belum sempurna, penulis akan selalu membutuhkan kritik dan saran yang diberikan pembaca. Namun sekiranya tugas akhir ini dapat berguna bagi siapa pun yang membacanya.

Karawaci, April 2020

Aaron Jacobus

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN UNGGAH TUGAS AKHIR.....	ii
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	iii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Perancangan.....	1
1.2 Tujuan.....	4
1.3 Batasan Masalah Perancangan.....	4
1.4 Metode Perancangan.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II DATA & ANALISA.....	7
2.1 Data Primer.....	7
2.1.1 Observasi.....	7
2.1.2 Wawancara.....	13
2.1.3 Analisa wawancara dan observasi.....	23
2.2 Data Sekunder.....	23
2.2.1 Teori Keamanan Pekerja Konstruksi.....	23
2.2.2 <i>Cross Flow Cooling tower</i>	46
2.2.3 Alat Industrial.....	52
2.2.4 Bahan Industrial.....	55

2.3 Analisa Permasalahan	57
2.3.1 Analisa Masalah Proses Pembongkaran Struktur Kayu Proyek <i>Cooling tower</i> Di PT APF	59
2.3.2 Analisa Masalah Proses Pembangunan Struktur Kayu Proyek <i>Cooling tower</i> Di PT APF	60
2.3.3 Analisa Urgensi Permasalahan pada Proyek Rekondisi <i>Cooling tower</i> di PT APF	62
2.4 <i>Quality Function Deployment</i>	64
BAB III KONSEP DESAIN	67
3.1 Kriteria Desain	67
3.2 Struktur Produk	68
3.2.1 Basic Structure	68
3.2.2 Quantified Structure	69
3.3 <i>Moodboard Lifestyle</i>	70
3.4 <i>Moodboard</i> Tema	70
BAB IV PROSES PERANCANGAN	71
4.1 Sketsa Ide	71
4.2 Desain Final	81
4.3 Studi Ergonomi	82
4.4 Studi Konstruksi	93
4.5 Studi Model	95
4.6 Studi Material	98
4.7 Studi Warna	99
4.8 Proses Produksi	102
4.8 Studi Mekanisme Penggunaan	105
4.9 Studi Mekanisme Produk dan lingkungan	108

4.10 Studi <i>Layout</i>	110
4.11 Studi Biaya.....	112
BAB V ANALISA HASIL RANCANGAN	114
5.1 Desain Akhir	114
5.1.1 Rendering Perancangan Alat <i>Horizontal Lifeline</i>	114
5.1.2 Prototipe Komponen Perancangan <i>Horizontal Lifeline</i>	116
5.1.3 Product review	118
5.2 Spesifikasi.....	119
5.2.1 Komponen Penguat Konstruksi <i>Horizontal Lifeline</i>	122
5.2.2 Komponen perancangan <i>alat horizontal lifeline</i> :.....	125
5.3 Gambar Teknik	126
5.3.1 Isometri.....	126
5.3.2 Gambar Tampak	126
5.3.3 Exploded View	126
5.3.4 Gambar Potongan	126
5.3.5 Gambar tampak <i>packaging</i>	126
5.3.6 Lembar instruksi pemasangan alat.....	126
5.4 Kesimpulan.....	126
5.4.1 SWOT Analysis	127
5.4.2 Masalah yang belum terpecahkan.....	129
DAFTAR PUSTAKA.....	130
LAMPIRAN	137

DAFTAR GAMBAR

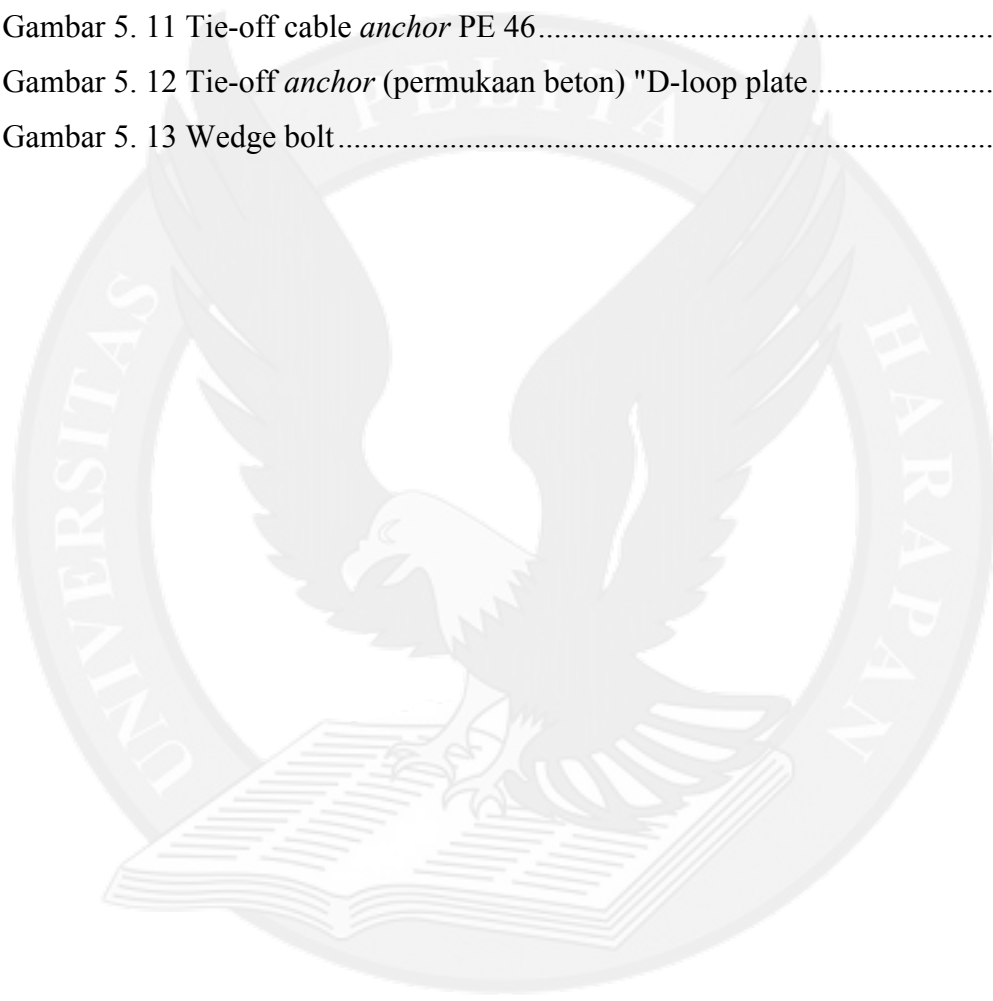
Gambar 1.1 Bagan Metode Perancangan.....	4
Gambar 2.1 <i>Cooling tower</i> Cross-Flow	8
Gambar 2.3 Dimensi Struktur Samping <i>Cooling tower</i>	9
Gambar 2.4 Kartu Kewenangan K3.....	10
Gambar 2.5 Lokasi Penempatan <i>Cooling tower</i>	11
Gambar 2.6 Lokasi Penempatan <i>Cooling tower</i>	11
Gambar 2.7 Lokasi Penempatan <i>Cooling tower</i>	11
Gambar 2.8 Lokasi Penempatan <i>Cooling tower</i>	12
Gambar 2.9 Kondisi Fisik <i>Cooling tower</i> PT APF	13
Gambar 2.10 Kondisi Fisik <i>Cooling tower</i> PT APF	13
Gambar 2.11 Kondisi Fisik <i>Cooling tower</i> PT APF	13
Gambar 2.12 Pengangkatan casing fan menggunakan alat crane.....	14
Gambar 2.13 Pekerja menggunakan tangga untuk melepaskan casing	15
Gambar 2.14 Kondisi <i>filler cooling tower</i> sebelum dibersihkan	16
Gambar 2.15 Pembongkaran <i>filler</i> secara manual	16
Gambar 2.16 Tangga yang digunakan pekerja untuk naik	16
Gambar 2.17 Proses pembongkaran <i>deck</i> secara manual	17
Gambar 2.18 Pembongkaran struktur kayu	17
Gambar 2.19 Pembongkaran struktur grider secara manual.....	18
Gambar 2.20 Pembongkaran struktur tiang dan grider secara manual.....	18
Gambar 2.21 Pemasangan struktur	20
Gambar 2.22 Proses pemasangan <i>deck</i>	21
Gambar 2.23 Proses pemasangan <i>hot water basin</i>	21
Gambar 2.24 Proses Pengisian <i>Filler</i>	22
Gambar 2.25 Pemasangan casing	22
Gambar 2.26 Standar APD Pekerja	27
Gambar 2.27 Standar APD pekerja ketinggian.....	27
Gambar 2.28 Helm warna.....	28
Gambar 2.29 <i>Safety goggle</i>	28
Gambar 2.30 Kacamata <i>safety</i>	29

Gambar 2.31 Topeng Las.....	29
Gambar 2.32 <i>Safety shoes</i>	29
Gambar 2.33 <i>Safety boots</i>	30
Gambar 2.34 <i>Safety gloves</i>	30
Gambar 2.35 Full <i>body harness</i>	30
Gambar 2.36 Komponen <i>Body harness</i>	31
Gambar 2.37 General Fall Arrest.....	32
Gambar 2.38 Work Positioning.....	32
Gambar 2.39 Ladder climbing.....	33
Gambar 2.40 Restraint.....	33
Gambar 2.41 Ilustrasi penggunaan <i>body harness</i>	34
Gambar 2.42 Free fall distance.....	34
Gambar 2.43 Pendulum Falls.....	35
Gambar 2.44 Contoh tali.....	35
Gambar 2.45 <i>Snap hooks</i>	36
Gambar 2.46 <i>Carabiner</i>	37
Gambar 2.47 Improper connection.....	37
Gambar 2.48 Perhitungan Pemasangan.....	44
Gambar 2.49 Rambu-rambu wajib.....	45
Gambar 2.50 Cross Flow <i>Cooling tower</i> General.....	46
Gambar 2.51 Evaptech EX Series Cross Section.....	47
Gambar 2.52 Fan Stack.....	47
Gambar 2.53 Fan Blade.....	48
Gambar 2.54 Fan Blade.....	48
Gambar 2.55 Fan Blade.....	48
Gambar 2.56 <i>Hot water basin</i>	49
Gambar 2.57 Nozzle.....	49
Gambar 2.58 Struktur <i>Cooling tower</i> Kayu.....	49
Gambar 2.59 Struktur <i>Cooling tower</i> Fiberglass Composite FRP.....	50
Gambar 2.60 Pembusukan kayu terjadi pada area yang terkena air terus menerus atau terendam.....	50

Gambar 2.61 Pembusukan kayu terjadi pada bagian kayu yang terkena korosi besi	51
Gambar 2.62 Pembusukan kayu akibat korosi besi	51
Gambar 2.63 Kayu melengkung	52
Gambar 2.64 Gerinda.....	52
Gambar 2.65 Bor duduk	53
Gambar 2.66 Forged Steel	53
Gambar 2.67 Forged Steel	53
Gambar 2.68 <i>Thread Roller</i>	54
Gambar 2.69 <i>Thread Roller</i>	55
Gambar 2.70 CNC Lathe	55
Gambar 2.71 Aluminium	56
Gambar 2.72 <i>Stainless steel 316</i>	56
Gambar 2.73 <i>Carbon steel</i>	57
Gambar 2.74 Powder Coating.....	57
Gambar 2.75 Bahaya pekerja.....	58
Gambar 3. 1 Moodboard Lifestyle.....	70
Gambar 3. 2 Moodboard Tema.....	70
Gambar 4. 1 Sketsa Ide <i>Stanchion</i> pada <i>Cold water basin</i>	71
Gambar 4. 2 Sketsa Ide <i>Stanchion</i> pada permukaan dasar	71
Gambar 4. 3 Sketsa Mobilitas Konstruksi <i>Horizontal Lifeline</i>	73
Gambar 4. 4 Sketsa Desain Bentuk Struktur Alat	73
Gambar 4. 5 Konstruksi Alat dan Komponennya.....	75
Gambar 4. 6 Sketsa Komponen Perancangan	76
Gambar 4. 7 Desain akhir	81
Gambar 4. 8 Desain akhir	81
Gambar 4. 9 Desain akhir	82
Gambar 4. 10 Ergonomi <i>Horizontal Lifeline</i>	83
Gambar 4. 11 Ergonomi Konstruksi Kabel <i>Lifeline</i>	84
Gambar 4. 12 Keadaan saat penggunaan alat	84

Gambar 4. 13 Keadaan saat penggunaan alat diatas <i>deck cooling tower</i>	85
Gambar 4. 14 Ergonomi Beban Jatuh	85
Gambar 4. 15 Ilustrasi <i>Maximum clearance</i> Alat	86
Gambar 4. 16 Ilustrasi <i>Maximum clearance</i> Alat	86
Gambar 4. 17 Ergonomi Packaging <i>Stanchion</i>	87
Gambar 4. 18 Ergonomi Packaging Tie-off <i>Anchor Clamp</i>	87
Gambar 4. 19 Ergonomi Packaging Extention <i>Flange</i>	87
Gambar 4. 20 Ukuran kendaraan pengiriman packaging alat.....	88
Gambar 4. 21 Ilustrasi packaging alat pada kendaraan	88
Gambar 4. 22 Pemasangan <i>Layout A1</i>	89
Gambar 4. 23 Pemasangan <i>Layout A2</i>	89
Gambar 4. 24 Pemasangan <i>Layout B1</i>	90
Gambar 4. 25 Pemasangan <i>Layout B2</i>	90
Gambar 4. 26 Pemasangan <i>Layout B3</i>	91
Gambar 4. 27 Pemasangan <i>Layout C1</i>	91
Gambar 4. 28 Pemasangan <i>Layout C2</i>	92
Gambar 4. 29 Pemasangan <i>Layout C3</i>	92
Gambar 4. 30 Bentuk model <i>Anchor Clamp</i>	96
Gambar 4. 31 Bentuk Model <i>Stanchion</i>	96
Gambar 4. 32 Bentuk Model <i>Extension Flange</i> dengan <i>Stanchion</i>	96
Gambar 4. 33 Lebar jarak <i>Flange</i> pada <i>Stanchion</i> dapat diatur	97
Gambar 4. 34 Tinggi <i>Stanchion</i> dapat diatur dengan <i>stopper</i> dan baut.....	97
Gambar 4. 35 Jarak extention <i>flange</i> dapat diatur kepanjangannya.....	97
Gambar 4. 36 Studi Warna	100
Gambar 4. 37 Teknis dimensi samping	102
Gambar 4. 38 Studi <i>Layout</i>	112
Gambar 5. 1 Rendering alat <i>horizontal lifeline</i>	115
Gambar 5. 2 Rendering packaging alat <i>horizontal lifeline</i>	115
Gambar 5. 3 Rendering alat <i>horizontal lifeline</i> pada konstruksi <i>cooling tower</i> ..	116
Gambar 5. 4 Prototype <i>stanchion</i>	116

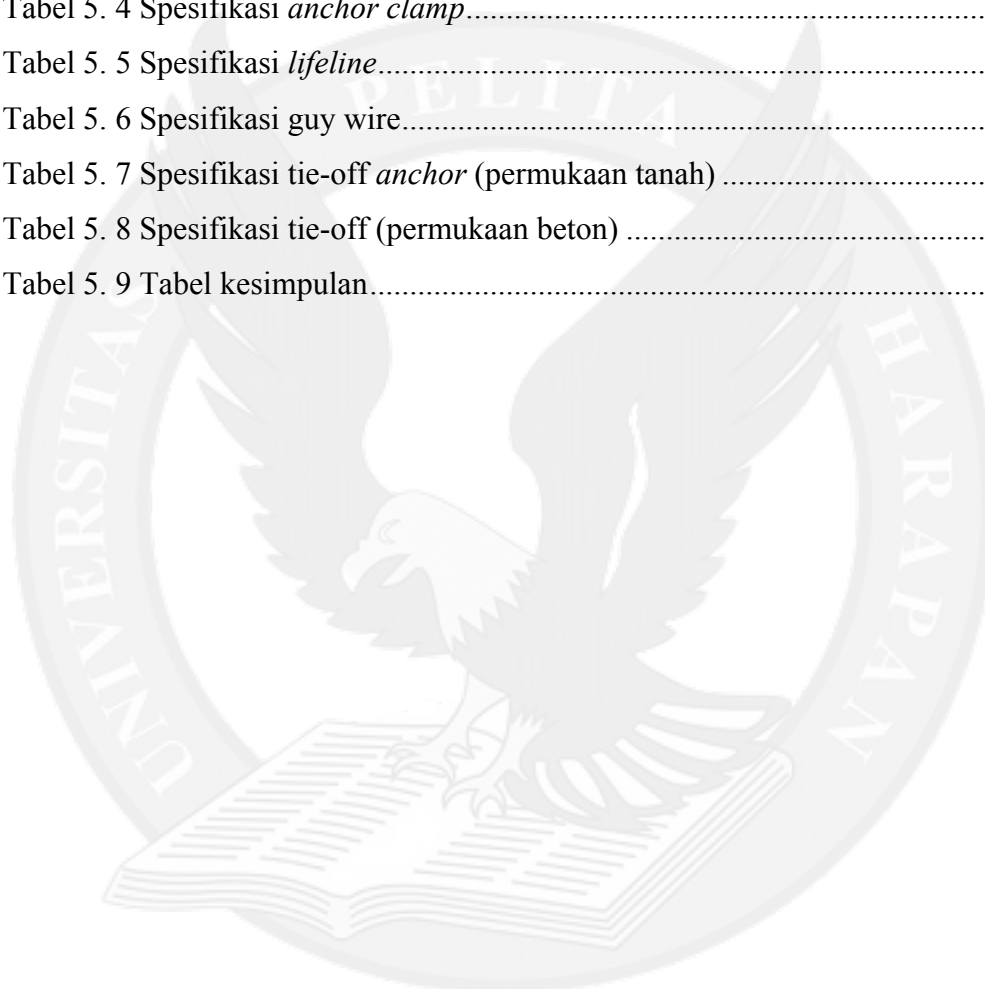
Gambar 5. 5 Prototipe <i>stanchion</i> dan <i>extension flange</i>	117
Gambar 5. 6 Prototipe <i>anchor clamp</i>	117
Gambar 5. 7 Spesifikasi.....	119
Gambar 5. 8 <i>Lifeline</i> DBI SALA "sayfine"	122
Gambar 5. 9 <i>Lifeline</i> DBI SALA "sayfine"	122
Gambar 5. 10 Tie-off <i>anchor</i> (permukaan tanah) "penetrator PE 46".....	123
Gambar 5. 11 Tie-off cable <i>anchor</i> PE 46.....	123
Gambar 5. 12 Tie-off <i>anchor</i> (permukaan beton) "D-loop plate.....	123
Gambar 5. 13 Wedge bolt.....	124



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Anchor</i>	38
Tabel 2.2 Engineered <i>Clamp</i>	39
Tabel 2.3 Strap <i>Anchor</i>	39
Tabel 2.4 Concrete <i>Anchor</i>	40
Tabel 2.5 <i>Clamped</i> in Place	41
Tabel 2.6 Vertical <i>Lifeline</i>	41
Tabel 2.7 Lanyard	42
Tabel 2.8 Analisa Permasalahan Pembongkaran Struktur	59
Tabel 2.9 Analisa Permasalahan Proses Pembangunan Struktur Kayu Proyek <i>Cooling tower</i> PT APF	60
Tabel 2.10 Quality Function Deployment	64
Tabel 4. 1 QFD	72
Tabel 4. 2 QFD	74
Tabel 4. 3 <i>Stanchion</i>	76
Tabel 4. 4 <i>Flange</i>	77
Tabel 4. 5 Tie-off <i>Anchor</i>	79
Tabel 4. 6 Exstension <i>Clamp</i>	80
Tabel 4. 7 <i>Lifeline</i> dan Sling Rope	80
Tabel 4. 8 Studi Ergonomi	82
Tabel 4. 9 Ergonomi <i>Horizontal Lifeline</i>	83
Tabel 4. 10 Ergonomi Konstruksi Kabel <i>Lifeline</i>	84
Tabel 4. 11 Ergonomi Packaging Produk	87
Tabel 4. 12 Studi Konstruksi <i>Stanchion</i>	93
Tabel 4. 13 Data material terpilih	98
Tabel 4. 14 Studi warna	101
Tabel 4. 15 Studi mekanisme penggunaan	105
Tabel 4. 16 Studi mekanisme produk dan lingkungan	108
Tabel 4. 17 Biaya Prototype	112

Tabel 4. 18 Kisaran biaya produksi untuk pembuatan 1 set alat <i>horizontal lifeline</i>	113
Tabel 5. 1 Product Review.....	118
Tabel 5. 2 Spesifikasi <i>stanchion</i>	119
Tabel 5. 3 Spesifikasi Extention <i>Flange</i>	120
Tabel 5. 4 Spesifikasi <i>anchor clamp</i>	121
Tabel 5. 5 Spesifikasi <i>lifeline</i>	124
Tabel 5. 6 Spesifikasi <i>guy wire</i>	124
Tabel 5. 7 Spesifikasi <i>tie-off anchor</i> (permukaan tanah)	125
Tabel 5. 8 Spesifikasi <i>tie-off</i> (permukaan beton)	125
Tabel 5. 9 Tabel kesimpulan.....	126



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 - Kartu Asistensi.....	137
Lampiran 2 - Instruksi Penggunaan Alat	139
Lampiran 3 - Gambar Teknik Isometri	142
Lampiran 4 - Gambar Tampak.....	145
Lampiran 5 - Exploded View.....	148
Lampiran 6 - Gambar Potongan.....	150
Lampiran 7 - Instruksi	152

