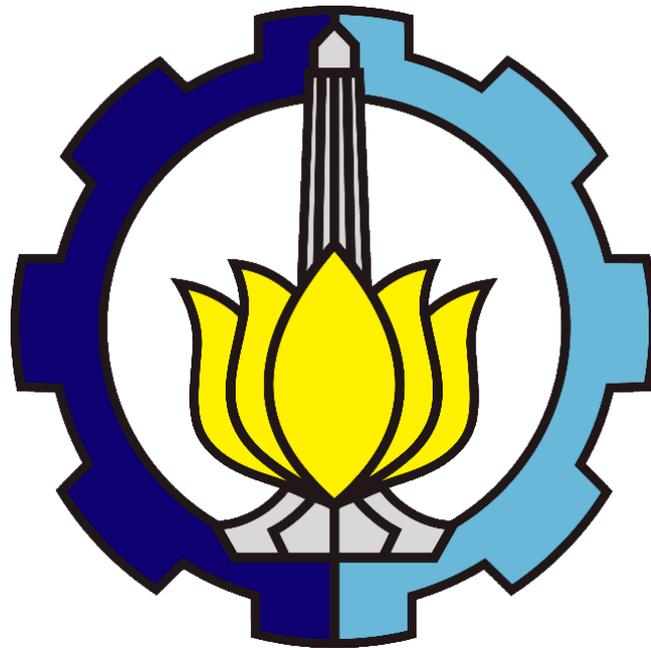


**LAPORAN MAGANG INDUSTRI**  
**PT. PAL INDONESIA (PERSERO)**



Disusun oleh,

**Muhammad Emirzal Adlan**

**10211710010108**

**PROGRAM STUDI S1 TERAPAN TEKNOLOGI**  
**REKAYASA KONVERSI ENERGI**  
**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI**  
**FAKULTAS VOKASI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**2021**

## LEMBAR PENGESAHAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Imam Chotib  
NIP : 103 943 659  
Jabatan : KEPALA BIRO PERSIAPAN PRODUKSI

Menerangkan bahwa mahasiswa

Nama : M. Emirzal Adlan  
NRP : 10211710010108  
Prodi : PROGRAM STUDI S1 TERAPAN KONVERSI  
ENERGI

Telah menyelesaikan Magang Industri di

Nama Perusahaan : PT.PAL INDONESIA (Persero)  
Alamat Perusahaan : Jl. Hangtuah No.000, RT.00, Ujung, Semampir, Kota  
Surabaya, Jawa Timur 60155.  
Bidang : General Engineering  
Waktu Pelaksanaan : 1 September 2020 - 31 Desember 2020

Surabaya, 04 Januari 2021

The logo consists of the word "PAL" in a large, bold, blue, italicized font. Below it, the word "INDONESIA" is written in a smaller, blue, sans-serif font. The logo is partially obscured by a handwritten signature.

Imam Chotib

103 943 659

## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Magang Industri dengan judul

### PROSES PEMBUATAN OIL COOLER

Oleh :

**Muhammad Emirzal Adlan**

**NRP. 10211710010108**

Telah disetujui dan disahkan pada presentasi Laporan Magang Industri

**Departemen Teknik Mesin Industri**

**Fakultas Vokasi**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya**

**Pada tanggal, 02 Agustus 2021**

**Menyetujui**

**Dosen Pembimbing :**



**Ir. Winarto, DEA**

**196012131988111001**

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kami kemudahan sehingga kami dapat menyelesaikan makalah ini dengan tepat waktu. Tanpa pertolongan-Nya tentunya kami tidak akan sanggup untuk menyelesaikan laporan ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta kita yaitu Nabi Muhammad SAW yang kita nanti-nantikan syafa'atnya di akhirat nanti.

Penulis mengucapkan syukur kepada Allah S.WT atas limpahan nikmat sehat-Nya, baik itu berupa sehat fisik maupun akal pikiran, sehingga penulis mampu untuk menyelesaikan pembuatan laporan sebagai tugas magang industri yang merupakan salah satu tugas yang harus ditempuh sebagai persyaratan menyelesaikan studi sarjana terapan di Departemen Teknik Mesin Industri ITS dengan baik dan tanpa ada halangan satupun.

Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada PT.PAL Indonesia (persero) Surabaya yang memberi kesempatan untuk magang industri selama periode 01 September 2020 – 31 Desember 2020 sehingga penulis mendapat banyak ilmu dan pengetahuan yang sangat berharga untuk masa depan penulis, dan juga terima kasih kepada:

1. Bapak Rachmad Hermawan selaku kabiro dukungan rekayasa dan SDM
2. Bapak Imam Chotib selaku pembimbing lapangan
3. Bapak Hendra D. K. selaku coordinator PPC pada proyek Oil Cooler
4. Bapak Timbul G. Selaku coordinator PPC pada proyek BMPP
5. Ir. Winarto, DEA selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktik yang senantiasa membantu memberi nasehat dan bimbingan dalam studi Kerja Praktik ini.
6. Dr.Ir. Heru Mirmanto, M.T selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
7. Dr.Atria Pradityana S.T, M.T selaku koordinator Kerja Praktik Departemen Teknik Mesin Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
8. Orang tua kami yang senantiasa mendukung dan mendoakan kebaikan bagi kami
9. Rekan-rekan yang membantu dalam studi Kerja Praktik
10. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat di harapkan bagi penulis. Akhir kata, semoga Laporan Magang Industri ini dapat memberi manfaat bagi para penulis maupun para pembaca.

Surabaya, 4 Januari 2021

penulis,

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1    Profil Perusahaan.....	1
A.    Visi dan Misi Perusahaan .....	1
B.    Struktur Organisasi.....	2
C.    Strategi Bisnis.....	5
D.    Aspek Manajemen .....	10
1.2    Lingkup Unit Kerja .....	15
A.    Lokasi unit kerja.....	15
B.    Lingkup kerja .....	16
C.    Rencana dan penjadwalan jam kerja .....	16
BAB II KAJIAN TEORITIS.....	17
2.1    Heat Exchanger .....	17
A.    Perpindahan Panas.....	17
B.    Mekanisme Perpindahan panas .....	17
C.    Alat Penukar Panas.....	19
D.    Proses Perpindahan Panas .....	20
2.2    Aliran Heat Exchanger .....	21
A.    Aliran Co-Current.....	21
B.    Aliran Counter-Current .....	22
2.3    Tipe-tipe Heat Exchanger.....	2
A.    Double Pipe Heat Exchanger .....	22
B.    Plate and Frame Heat Echanger .....	24
C.    Shell and Tube Heat Exchanger .....	26

2.4	Komponen-komponen pada Shell and Tube .....	27
2.5	Langkah-langkah Perencanaan .....	30
2.6	Alat Penukar panas Shell and Tube.....	31
2.7	Susunan dan jumlah tube.....	35
<b>BAB III AKTIFITAS PENUGASAN MAGANG INDUSTRI.....</b>		<b>37</b>
3.1	Realisasi Kegiatan Magang Industry .....	37
3.2	Relevansi Teori dan Praktik .....	43
A.	Oil Cooler .....	43
B.	Spesifikasi .....	43
C.	Ketentuan.....	43
3.3	Permasalahan.....	54
<b>BAB IV REKOMENDASI .....</b>		<b>84</b>
4.1	Kekuatan.....	84
4.2	Kelemahan.....	85
4.3	Rekomendasi .....	86
<b>BAB V HYDROSTATIC TEST.....</b>		<b>88</b>
5.1	Hydrostatic Test .....	88
5.2	persiapan sebelum melakukan Hydrostatic Test .....	88
5.3	Peralatan yang digunakan.....	89
5.4	Bahaya Hydrostatic Test .....	90
5.5	Pelaksanaan Hydrostatic Test.....	91
5.6	Data Pengujian Hydrostatic Test.....	93
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>97</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Struktur Organisasi PT. PAL Indonesia (Persero) .....	2
Gambar 1. 2 Struktur Organisasi Departemen Perencanaan & Pengendalian .....	3
Gambar 1. 3 Struktur Organisasi Departemen Rekayasa.....	4
Gambar 1. 4 Struktur Organisasi Departemen Permesinan & Perakitan .....	5
Gambar 1. 5 Struktur Organisasi Departemen Fabrikasi & Konstruksi.....	5
Gambar 1. 6 Produk Kapal Tanker Pangkalan Brandan .....	10
Gambar 1. 7 Produk Kapal Perang KRI Banda Aceh .....	11
Gambar 1. 8 Produk Kapal Selam Alugoro .....	12
Gambar 1. 9 Produk Jasa Docking Harkan .....	12
Gambar 1. 10 BMPP Produk Rekayasa Umum .....	13
Gambar 1. 11 lokasi PT. PAL Indonesia (Persero) dari Google Maps .....	16
Gambar 2. 1 Perpindahan panas secara konduksi .....	18
Gambar 2. 2 perpindahan panas secara konveksi.....	19
Gambar 2. 3 perpindahan panas secara radiasi .....	19
Gambar 2. 4 dearator.....	20
Gambar 2. 5 Oil Cooler.....	21
Gambar 2. 6 Aliran Co-Current .....	21
Gambar 2. 7 Aliran Counter-Current .....	22
Gambar 2. 8 Double Pipe Heat Exchanger .....	24
Gambar 2. 9 Plate and Frame Heat Exchanger .....	25
Gambar 2. 10 Shell and Tube Heat Exchanger .....	27
Gambar 2. 11 Main Drawing Shell and Tube .....	29
Gambar 2. 12 Jenis Shell and Tube berdasarkan TEMA .....	32
Gambar 2. 13 jenis Baffle .....	35
Gambar 2. 14 jenis Tube .....	36
Gambar 3. 1 desain Shell and Tube berdasarkan TEMA.....	44
Gambar 3. 2 Single segmental Baffle .....	45
Gambar 3. 3 desain susunan tube pitch.....	45
Gambar 3. 4 Flow Chart.....	54
Gambar 3. 5 Main Drawing .....	58
Gambar 3. 6 time line project.....	60
Gambar 3. 7 Tube sheet .....	61
Gambar 3. 8 floating tube sheet .....	61
Gambar 3. 9 Baffles Plate .....	62
Gambar 3. 10 Channel flange.....	62
Gambar 3. 11 Find tube.....	63
Gambar 3. 12 U-Bolt.....	63
Gambar 3. 13 O-Ring.....	64

Gambar 3. 14 Channel Cover.....	64
Gambar 3.15 Stud bolt .....	65
Gambar 3.16 Pipe cap .....	65
Gambar 3. 17 Shell.....	66
Gambar 3. 18 Nozzle.....	66
Gambar 3. 19 Name Plate .....	66
Gambar 3. 20 Gasket.....	67
Gambar 3. 21 Saddle .....	67
Gambar 3. 22 Partition Plate .....	68
Gambar 3. 23 Front end stationary head .....	68
Gambar 3. 24 peralatan pelindung diri.....	70
Gambar 3. 25 Marking Shell.....	71
Gambar 3. 26 Marking front end stationary head .....	71
Gambar 3. 27 marking gasket .....	71
Gambar 3. 28 marking pipe cap .....	72
Gambar 3. 29 marking Spacer.....	72
Gambar 3. 30 cutting gasket.....	73
Gambar 3. 31 cutting spacer.....	73
Gambar 3. 32 fitting flange dengan shell .....	74
Gambar 3. 33 fitting shell dengan Nozzle.....	74
Gambar 3. 34 fitting partition plate dengan front end stationary head .....	75
Gambar 3. 35 welding shell dengan flange .....	75
Gambar 3. 36 welding pipe cap dengan flange .....	76
Gambar 3. 37 welding nozzle dengan flange .....	76
Gambar 3. 38 welding shell dengan nozzle .....	76
Gambar 3. 39 welding front end stationary head dengan nozzle .....	77
Gambar 3. 40 welding partition plate dengan front end stationary head .....	77
Gambar 3. 41 welding tube dengan tube sheet .....	77
Gambar 3. 42 grinding pada baffle .....	78
Gambar 3. 43 Kegiatan blasting .....	79
Gambar 3. 44 proses penggabungan antara baffles plate, fin tube, tube sheet, spacer dan sealing strip .....	80
Gambar 3. 45 painting primer .....	81
Gambar 3. 46 flushing shell and tube .....	82
Gambar 3. 47 proses painting .....	82
Gambar 3. 48 proses packing .....	83
Gambar 3. 49 proses pengiriman .....	83
Gambar 4. 1 kondisi lapangan yang bersih dan tertata .....	84
Gambar 4. 2 melaksanakan kegiatan dengan mematuhi protokol kesehatan.....	85
Gambar 4. 3 proses menggerinda.....	86

Gambar 4. 4 proses pengelasan .....	86
Gambar 5. 1 Job Hazzard Analysis .....	89
Gambar 5. 2 peklaksanaan Pegujian Hydrostatic Test.....	93
Gambar 5. 3 Diagram pengujian Shell.....	94
Gambar 5. 4 Hasil Hydro Test pada shell .....	95
Gambar 5. 5 Diagram pengujian Tube.....	95
Gambar 5. 6 Hasil Hydro Test pada Tube.....	96

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 strategi bisnis PT.PAL Indosnesia (Persero).....	7
Tabel 1.2 rencana dan penjadwalan kerja Project Oil Cooler PT.Pertamina Indonesia (persero).....	16
Tabel 2.1 komponene Shell and Tube.....	28
Table 3.1 laporam kegiatan .....	43
Table 3.2 keterangan pada main drawing .....	59
Tabel 5.1 data pengujian shell and tube .....	93

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Profil Perusahaan

PT. PAL Indonesia (Persero) sebagai salah satu industri strategis yang memproduksi alat utama sistem pertahanan Indonesia khususnya untuk matra laut, keberadaannya tentu memiliki peran penting dan strategis dalam mendukung pengembangan industri kelautan nasional. Pendirian PT. PAL Indonesia (Persero) bermula dari sebuah galangan kapal yang bernama MARINE ESTABLISHMENT (ME) dan diresmikan oleh Pemerintah Belanda pada tahun 1939. Pada masa pendudukan Jepang, perusahaan ini beralih nama menjadi Kaigun SE 2124. Setelah kemerdekaan, Pemerintah Indonesia menasionalisasi perusahaan ini dan mengubah namanya menjadi Penataran Angkatan Laut (PAL). Kemudian pada tanggal 15 April 1980, berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 1980, status perusahaan PT. PAL Indonesia (Persero) berubah dari Perusahaan Umum menjadi Perseroan Terbatas. Hingga saat ini PT. PAL Indonesia memiliki kegiatan bisnis utamanya berupa produksi kapal perang dan kapal niaga, Memberikan jasa perbaikan dan pemeliharaan kapal, dan Rekayasa umum dengan spesifikasi tertentu berdasarkan kebutuhan klien.

(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

#### A. Visi dan Misi Perusahaan

##### 1) VISI

Perusahaan Konstruksi Di Bidang Industri Maritim Dan Energi Berkelas Dunia.

##### 2) MISI

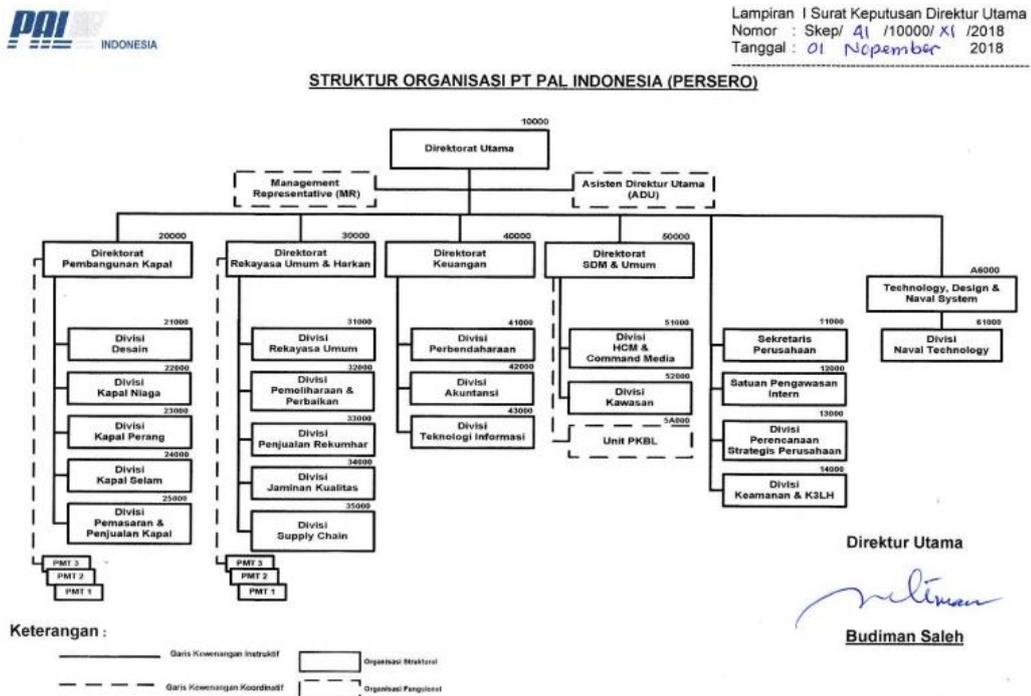
a. Kami Adalah Pembangun, Pemelihara Dan Penyedia Jasa Rekayasa Untuk Kapal Atas Dan Bawah Permukaan Serta Engineering Procurement Dan Construction Dibidang Energi.

- b. Kami Adalah Penyedia Layanan Terpadu Yang Ramah Lingkungan Untuk Kepuasan Pelanggan.
  - c. Kami Berkomitmen Membangun Kemandirian Industri Pertahanan Dan Keamanan Matra Laut, Maritim Dan Energi Kebanggaan Nasional.
- (sumber : www.pal.co.id)

**B. Struktur Organisasi**

Struktur Organisasi PT. PAL Indonesia (Persero) terdiri dari 4 direktorat dan 12 divisi yang dipimpin oleh seorang Direktorat Utama. Berikut ini merupakan struktur organisasi dari PT. PAL Indonesia (Persero).

(sumber : www.pal.co.id)



Gambar 1. 1 Struktur Organisasi PT. PAL Indonesia (Persero).  
(sumber : www.pal.co.id)

Pada kesempatan kali ini saya ditempatkan di divisi Rekayasa Umum (General Engineering) di bawah Direktorat Rekayasa Umum dan Harkam. Divisi ini merupakan satu satunya divisi di PT. PAL

Indonesia (Persero) yang fokus produksinya non perkapalan, melainkan konstruksi lepas pantai, komponen pembangkit listrik dan produk engineering sesuai kebutuhan dari klien. (sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

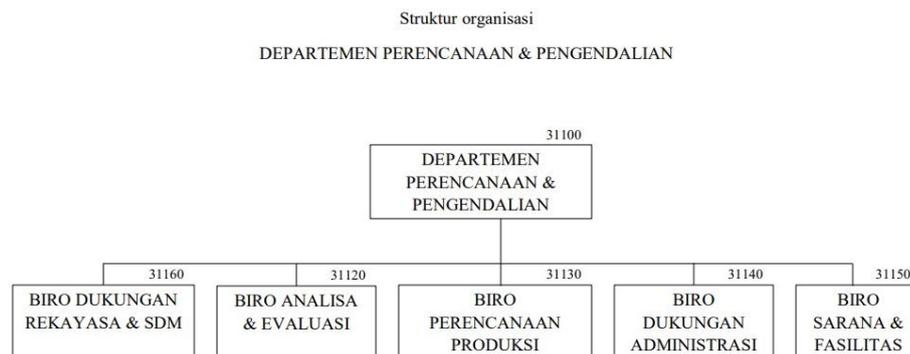
Divisi Rekayasa Umum membawahi empat departemen. Empat departemen yang di bawah Divisi Rekayasa Umum adalah:

1) Departemen Perencanaan dan Pengendalian

Tugas pokok:

- a) Merencanakan, mengkoordinasikan dan mengendalikan sumber daya dalam bidang perencanaan dan pengendalian proses produksi di bidang Rekayasa Umum
- b) Menjabarkan dan menyusun strategi pelaksanaan kebijakan Divisi Rekayasa Umum beserta program kerjanya dalam bidang perencanaan dan pengendalian proses produksi di bidang Rekayasa Umum sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan bertanggungjawab terhadap Quality, Cost dan Delivery sesuai yang telah ditetapkan perusahaan.

(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))



Gambar 1. 2 Struktur Organisasi Departemen Perencanaan & Pengendalian  
(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

2) Departemen Rekayasa

Tugas pokok:

- a) Merencanakan, mengkoordinasikan dan mengendalikan sumber daya dalam bidang rekayasa dan rancang bangun produk-produk rekayasa umum

- b) Menjabarkan dan menyusun strategi pelaksanaan kebijakan Divisi Rekayasa Umum beserta program kerjanya dalam bidang rekayasa dan rancang bangun produk-produk rekayasa umum sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan bertanggung jawab terhadap Quality, Cost dan Delivery sesuai yang telah ditetapkan perusahaan.

(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

Struktur organisasi  
DEPARTEMEN REKAYASA



*Gambar 1. 3 Struktur Organisasi Departemen Rekayasa*  
(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

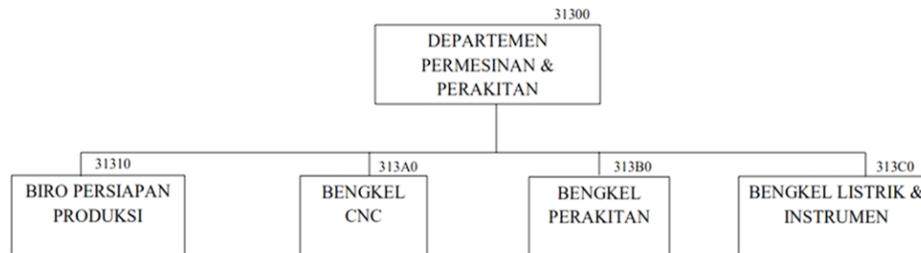
3) Departemen Pemesinan dan Perakitan

Tugas pokok:

- a) Menjabarkan dan melaksanakan program kerja Divisi Rekayasa Umum di bidang permesinan dan perakitan dalam lingkup rekayasa umum secara berdaya guna dan berhasil guna, sehingga mendapatkan nilai tambah yang optimal dengan memperhatikan aspek Quality, Cost dan Delivery sesuai yang telah ditetapkan perusahaan.

(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

Struktur organisasi  
DEPARTEMEN PERMESINAN & PERAKITAN



Gambar 1. 4 Struktur Organisasi Departemen Permesinan & Perakitan  
(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

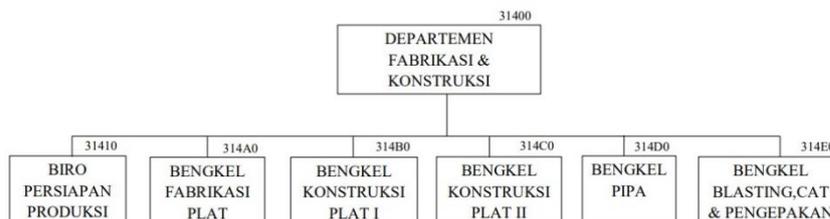
4) Departemen Fabrikasi dan Konstruksi

Tugas pokok:

- a. Menjabarkan dan melaksanakan program kerja Divisi Rekayasa Umum di bidang fabrikasi dan konstruksi dalam lingkup rekayasa umum secara berdaya guna dan berhasil guna, sehingga mendapatkan nilai tambah yang optimal dengan memperhatikan aspek Quality, Cost dan Delivery sesuai yang telah ditetapkan perusahaan.

(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

Struktur organisasi  
DEPARTEMEN FABRIKASI & KONSTRUKSI



Gambar 1. 5 Struktur Organisasi Departemen Fabrikasi & Konstruksi  
(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

C. Strategi Bisnis

Sesuai tujuan awal pendiriannya sebagai pusat keunggulan industri maritim nasional, PT. PAL INDONESIA (Persero) telah membuktikan reputasinya sebagai kekuatan utama di dalam

pengembangan industri maritim nasional, dengan kegiatan bisnis utamanya meliputi memproduksi kapal perang dan kapal niaga, memberikan jasa perbaikan dan pemeliharaan kapal dan Rekayasa umum dengan spesifikasi tertentu berdasarkan kebutuhan klien.

Perusahaan telah menetapkan payung besar strategi korporasi 2020 untuk mencapai performa ekselen sebagai keberlanjutan dari strategi tahun 2019, yaitu:

1) Market Penetration

Market Penetration adalah strategi perusahaan untuk meningkatkan pangsa pasar terhadap produk barang atau jasa pada pasar yang dimiliki selama ini, khususnya produk alutsista melalui usaha-usaha pemasaran yang lebih agresif.

2) Market Development

Market Development adalah strategi perusahaan untuk memperkenalkan produk pada lingkungan pasar baru yang potensial di pasar regional dan beberapa negara Afrika dan Timur Tengah khususnya untuk produk alutsista, agar perusahaan dapat memaksimalkan keunggulan kompetitif dibandingkan pesaing pada perusahaan sejenis yang selama ini melayani pasar tersebut.

3) Product Development

Product Development adalah strategi perusahaan untuk mengembangkan produk inovatif dengan penerapan teknologi terbaru yang telah dikuasai perusahaan, terutama pada produk alutsista, kelistrikan, dan minyak dan gas.

4) Horizontal Integration

Horizontal Integration adalah strategi perusahaan untuk meningkatkan keunggulan kompetitif melalui aliansi strategis, Kerja Sama Operasi (KSO), dan bentuk-bentuk sinergi lainnya dengan mitra potensial, terutama dalam bidang kelistrikan, dan minyak dan gas.

5) Backward Integration

Backward Integration adalah strategi perusahaan terkait optimalisasi supply chain management untuk menjaga ketersediaan raw material dan main equipment melalui kerja sama dengan industri hulu dalam rangka meningkatkan efisiensi.

Sebagai implementasi dari strategi tersebut, perusahaan memfokuskan kegiatan pada penguatan operasional perusahaan, penguatan pemasaran, pengembangan usaha khususnya melalui sinergi BUMN, re-organisasi dan peningkatan SDM (regenerasi karyawan, upgrading leadership, sertifikasi kompetensi dalam rangka penyiapan human capital), peningkatan sistem IT, serta pelaksanaan investasi untuk mendukung peningkatan pertumbuhan usaha, khususnya Penyiapan Infrastruktur Pembangunan dan Perawatan Proyek Nasional Alih Teknologi Kapal Selam di bidang SDM dalam rangka mendukung penyelesaian pembangunan kapal selam ke-3. PT. PAL Indonesia (Persero) juga telah melakukan pendekatan bisnis ke berbagai pihak, baik pemerintah, BUMN, maupun swasta, untuk mendapatkan order pada tahun 2020. Berikut adalah program kerja tahun 2020 untuk menjalankan lima strategi di atas demi mewujudkan peningkatan kinerja PT. PAL Indonesia (Persero).  
(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

*Tabel 1. 1 Strategi Bisnis PT. PAL Indonesia (Persero).*  
(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

no	Strategi Korporasi	Program
1	Market Penetration	a) Memperkuat pangsa pasar potensial dalam negeri (khususnya Kementerian Pertahanan dan TNI AL)

		<p>b) Bersinergi dengan BUMN lain untuk meningkatkan pangsa pasar potensial di dalam negeri</p> <p>c) Revisiting pangsa pasar luar negeri khususnya untuk produk alutsista dengan prioritas negara regional</p> <p>d) Melakukan pendekatan dengan Indonesia Power</p>
2	Market Development	<p>a) Memperluas pangsa pasar produk alutsista ke pasar regional (Filipina, Malaysia &amp; Thailand), dan beberapa negara di wilayah Afrika dan Timur Tengah</p> <p>b) Menjadi bagian dari Global Supply Chain galangan kapal luar negeri</p>
3	Product Development	<p>a) Melakukan peningkatan aset produksi dengan cara optimalisasi pemakaian shiplift dan mesin potong (NC Cutting)</p> <p>b) Pelaksanaan preventive maintenance system pada mesin utama fasilitas produksi sehingga menurunkan jumlah down time dan idle time</p> <p>c) Penguasaan kemampuan produksi proyek BMPP</p> <p>d) Memastikan delivery produk sesuai jadwal yang telah ditentukan.</p> <p>e) Mengembangkan produk inovatif yang berkualitas (kapal dan non kapal) dengan penerapan teknologi dan metode terbaru seperti penggunaan teknologi vapor blast yang lebih ramah lingkungan</p>

		f) Penguatan pengetahuan teknologi pembangunan kapal secara Modular Construction
4	Horizontal Integration	<p>a) Sinergi BUMN untuk peningkatan kapasitas usaha dan penjualan bidang kelistrikan, minyak dan gas</p> <p>b) Mengembangkan industrial collaboration melalui penerapan teknologi yang belum dikuasai (kapal dan non kapal)</p> <p>c) Menjalin kerja sama dengan Bank/Asuransi/Lembaga Keuangan Non-Bank (Trade Finance) untuk percepatan penyelesaian proses verifikasi dokumen tagihan dengan Bukti Tanda Terima Dokumen (BTD) VER.</p> <p>d) Meningkatkan efisiensi biaya dengan cara menurunkan biaya provisi penerbitan Bank Garansi</p> <p>e) Implementasi IT berdasarkan IT Masterplan 2020-2024</p> <p>f) Membentuk Tim Penyusunan Program Kerja Pengawasan Tahunan (PKPT)</p> <p>g) Melakukan identifikasi bahaya dan risiko K3 di area kerja serta pengendaliannya</p>
5	Backward Integration	<p>a) Menjalin kemitraan strategis untuk menjamin ketersediaan material dan jasa dalam mendukung efisiensi logistik pada pembangunan proyek.</p> <p>b) Memberdayakan local supply chain</p>

		c) Memastikan pengadaan material/equipment sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan
--	--	---

#### D. Aspek Manajemen

##### 1) Aspek Produksi

Saat ini kemampuan dan kualitas rancang bangun dari PT. PAL Indonesia (Persero) telah diakui pasar internasional. Sebagai perusahaan galangan kapal dengan pengalaman lebih dari tiga dasawarsa, PT. PAL Indonesia (Persero) bersama karyawan sejumlah 1.300 personil, telah menguasai pembangunan beragam produk-produk berkualitas sebagai berikut :

##### a. Produk Kapal Niaga

Pengembangan produk kapal niaga yang diarahkan pada pasar di dalam negeri maupun luar negeri. Saat ini, fokus pengembangan adalah untuk mendukung model-model industri pelayaran nasional dan pelayaran perintis bagi penumpang dan barang (cargo), serta mengembangkan kemampuan untuk pembangunan kapal LPG/ LNG Carrier.



*Gambar 1. 6 Produk Kapal Tanker Pangkalan Brandan*  
(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

b. Produk Kapal Perang

Perusahaan membangun dan mengembangkan produk-produk alat utama sistem persenjataan (alutsista) secara berkelanjutan yang dipasarkan di dalam dan luar negeri. Produk yang telah dikembangkan Perusahaan antara lain: Kapal Patroli Cepat 14 M Star Naja, Kapal FPB 28 M, Kapal FPB 38 M Aluminium, Kapal FPB 57 M, Kapal KCR 60 M, Kapal LPD 124 M, Kapal LPD 125 M, Kapal PKR, Kapal SSV 123 M, dan lain-lain. Perusahaan terus mengupayakan inovasi untuk pengembangan berbagai tipe kapal perang, termasuk pengembangan lanjutan dari Kapal KCR 60 M, Kapal PKR, dan Kapal LPD 124 M.

**Kapal Perang**

*Naval Shipbuilding*



*Gambar 1. 7 Produk Kapal Perang KRI Banda Aceh  
(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))*

c. Kapal Selam

Satu-satunya perusahaan di Asia Tenggara yang mampu menguasai, mengembangkan dan membangun teknologi kapal selam dari hulu ke hilir. Produk kapal selam yang berhasil dikembangkan adalah Kapal Selam Diesel Elektrik U209/1400 Chang Bogo Class.



*Gambar 1. 8 Produk Kapal Selam Alugoro*  
(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

d. Produk Jasa Harkan

Produk Jasa harkan kapal maupun non kapal meliputi jasa pemeliharaan dan perbaikan kapal sampai tingkat depo dengan kapasitas docking 894.000 DWT per tahun. Selain itu jasa yang disediakan adalah annual / special survey dan overhaul bagi kapal niaga dan kapal perang, pemeliharaan dan perbaikan elektronika dan senjata, serta overhaul kapal selam. Peluang pasar jasa perbaikan dan pemeliharaan antara lain berasal dari TNI - AL, swasta, pemerintah, serta kapal-kapal lainnya yang singgah dan berlabuh di Surabaya, dengan jumlah yang mencapai 6.800 kapal per tahun.



*Gambar 1. 9 Produk Jasa Docking Harkan*  
(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

e. Rekayasa Umum

Pada saat ini PT. PAL Indonesia (Persero) telah menguasai teknologi produksi komponen pendukung industri

pembangkit tenaga listrik dan konstruksi lepas pantai. Kemampuan ini akan terus ditingkatkan sampai pada taraf kemampuan modular dan EPCIC. Produk-produk yang pernah dikerjakan, antara lain : Steam Turbine Assembly sampai dengan 600 MW, Komponen Balance of Plant dan Boiler sampai dengan 600 MW, Compressor Module 40 MW, Barge Mounted Power Plant 30 MW, Pressure Vessels dan Heat Exchangers, Generator Stator Frame s/d 600 MW, dan Wellhead Platform sampai dengan 3000 ton. (sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))



*Gambar 1. 10 BMPP Produk Rekayasa Umum.*  
(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

2) Aspek Keuangan

Pendapatan usaha Perusahaan diperoleh dari lima kegiatan usaha yaitu produk alutsista, kapal niaga, rekayasa umum, harkan dan produk serta jasa lainnya.

(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

3) Aspek Pemasaran

Aspek Pemasaran Di tahun 2019, PT. PAL Indonesia (Persero) berusaha untuk meningkatkan penjualan produk, oleh karena itu diperlukan aktivitas pemasaran yang lebih strategis. Sebagaimana telah dirumuskan, strategi yang dipilih oleh PT. PAL Indonesia (Persero) terkait dengan pemasaran adalah Market penetration dan Market Development. Market penetration merupakan strategi

untuk meningkatkan pangsa pasar terhadap produk barang dan jasa pada pasar selama ini, khususnya produk alutsista melalui program-program pemasaran yang lebih agresif. Sementara strategi market development merupakan strategi memperkenalkan produk PT. PAL Indonesia (Persero) pada lingkungan pasar baru yang berpotensi seperti di regional Asia Tenggara, beberapa negara Afrika dan Timur Tengah. Produk yang dikembangkan dan diunggulkan untuk pasar tersebut adalah produk Alutsista dengan memaksimalkan keunggulan kompetitif PT. PAL Indonesia (Persero). Pemasaran kapal jenis Landing Platform Dock (LPD) dan Kapal Cepat Rudal (KCR) dilakukan ke negara Asia Tenggara seperti Filipina, Malaysia dan Thailand. Selain itu dilakukan perluasan jaringan pasar ke negara-negara Asia Pasifik, Amerika Selatan, Timur Tengah dan Afrika yang menggandeng Kedubes Indonesia di negara-negara potensial sebagai partner. Metode pemasaran yang dilakukan adalah dengan berpartisipasi dalam pameran strategis di dalam negeri maupun di luar negeri. Sementara untuk produk energi PT. PAL Indonesia (Persero) juga melakukan pendekatan dengan Indonesia Power untuk proyek BMPP Kolaka-2 60 MW dan Sambelia 30 MW.

(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

#### 4) Aspek SDM

Rekrutmen dilakukan secara bertahap sesuai dengan kebutuhan. Kebijakan rekrutmen pekerja dibagi menjadi 2 yaitu perjanjian kerja waktu tidak tertentu (pegawai tetap) dan perjanjian kerja waktu tertentu (pegawai tidak tetap) dibuka mulai dari jenjang SLTA/SMK, D3, S1, S2 dan setingkat dengan tahapan seleksi mulai dari seleksi administrasi, Tes Potensi Akademik, Tes Pengetahuan Umum, Tes Kesehatan, Tes Psikologi dan Wawancara. Untuk menjamin netralitas dan independensi,

rekrutmen dilakukan dengan menggandeng pihak ketiga seperti lembaga tes psikologi, Perguruan Tinggi, Laboratorium Bahasa dan kesehatan

Untuk Gaji, perusahaan menggunakan konsep performance based salary dengan mempertimbangkan competency based human resources management (CB-HRM) dan talent based human resources management (TB-HRM). Selain gaji, pekerja juga mendapatkan tunjangan seperti tunjangan jabatan, tunjangan transportasi untuk pekerja tetap dan tunjangan hari raya.

Dalam rangka mengembangkan kompetensi SDM, PT. PAL Indonesia menerapkan system training need analysis melalui serangkaian pelatihan yang disesuaikan standar kompetensi untuk pengisian jabatan yang diemban masing-masing karyawan. PT. PAL Indonesia memiliki kebijakan tertulis yang mengatur pendidikan dan pelatihan bagi karyawan. Perusahaan secara berkala memfasilitasi karyawan untuk mengikuti berbagai pendidikan dan pelatihan, baik yang bersifat in-house training maupun public training.

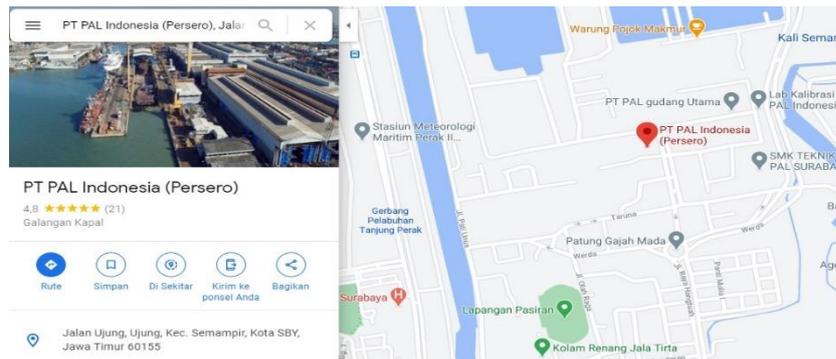
(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

## 1.2 Lingkup Unit Kerja

### A. Lokasi unit kerja

PT. PAL Indonesia (Persero) berlokasi di Jl. Hangtuah No.000, RT.00, Ujung, Semampir, Kota SBY, Jawa Timur 60155. Dan Praktikan ditempatkan di Divisi Rekayasa Umum/General Engineering PT. PAL Indonesia (Persero).

(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))



*Gambar 1. 11 lokasi PT. PAL Indonesia (Persero)*

(sumber : [www.GoogleMaps.go.id](http://www.GoogleMaps.go.id))

**B. Lingkup kerja**

Pada kesempatan magang kali ini saya ditempatkan di dua project yang berbeda. Untuk project pertama ditempatkan sebagai assistance fitter di bengkel konstruksi plat II untuk project manufaktur oil cooler milik PT. Pertamina (persero) RU-VI Balongan, dan untuk project kedua ditempatkan sebagai project control untuk project Barge Mounted Power Plant (BMPP) 60MW kolaka PT. Indonesia Power (persero).  
(sumber : [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id))

**C. Rencana dan penjadwalan jam kerja**

Durasi magang industri yaitu 4 bulan dengan waktu mulai dari tanggal 1 September 2020 dan berakhir pada tanggal 31 Desember 2020. Hari kerja dan Jam kerja dijelaskan pada tabel di bawah ini :

*Tabel 1. 2 Rencana dan Penjadwalan Kerja Project Oil Cooler PT. Pertamina (Persero)*

Hari Kerja	Jam Kerja
Senin – Jumat	07.30 – 11.30

## Bab II

### Kajian Teoritis

#### 2.1 Heat exchanger

Heat exchanger adalah alat penukar panas antar dua fluida yang memiliki beda temperatur dimana satu fluida memberikan panas dan yang lainnya menerima panas. Heat exchanger merupakan alat yang menerapkan prinsip perpindahan kalor.

(sumber : Govinda Tri Pamungkas (19 Juli 2019).Jurnal Laporan Kerja Praktek)

- A. Perpindahan panas atau perpindahan kalor merupakan salah satu disiplin ilmu dalam jurusan Teknik kimia dan Teknik Mesin yang mempelajari perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan temperature diantara material atau komponen. Dalam termodinamika telah kita ketahui bahwa energi yang berpindah satu tempat ketempat yang lain itu dinamakan dengan kalor. Kalor atau panas dapat didefinisikan sebagai suatu energi yang berpindah dari satu daerah ke daerah lain akibat dari temperature tinggi ke temperature yang lebih rendah. Ketika kalaor atau panas berpindah maka akan terjadi pula proses pertukaran panas dan kemudian akan berhenti disaat telah terjadi kesetimbangan suhu.

(sumber : Holman, J.P. 1995. Perpindahan Panas. Erlangga. Edisi keenam. Jakarta)

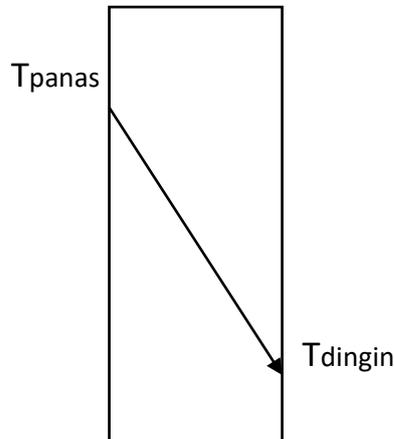
- B. Mekanisme perpindahan panas

##### 1. Konduksi

Perpindahan panas secara konduksi dapat terjadi pada suatu material bahan yang mempunyai gradient, maka kalor akan mengalir tanpa disertai oleh suatu Gerakan zat. Kalor akan mengalir dari daerah bersuhu tinggi ke daerah bersuhu rendah dalam suatu medium (padat, cair, gas). Aliran kalor seperti ini disebut konduksi atau hantaran karena antara medium yang

satu dengan yang lainnya bersinggungan secara langsung.

(sumber : Mc.Cabe, W.L., 1999, Operasi Teknik Kimia, Jilid I Edisi 4, Jakarta: Erlangga)

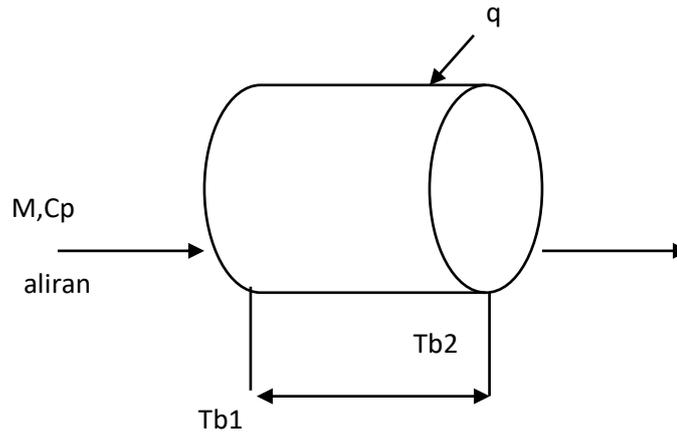


Gambar 2.1 perpindahan Panas secara konduksi

## 2. Konveksi

Proses perpindahan panas secara konveksi adalah pengangkutan kalor oleh gerak dari zat yang dipanaskan. Proses konveksi terjadi pada permukaan material dan merupakan satu fenomena permukaan. Proses perpindahan panas secara konveksi juga dapat didefinisikan dengan proses transport energi dengan kerja gabungan dari konduksi kalor, penyimpangan energi dan gerak menampur.

(sumber : Kern, D.Q., 1950, "Process Heat Transfer", McGraw-Hill International Book Company Inc., New York)

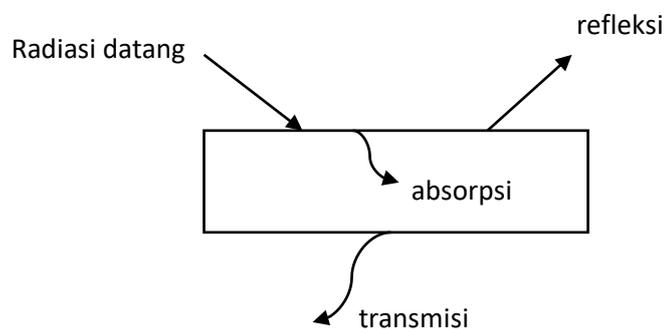


Gambar 2.2 perpindahan panas secara konveksi

### 3. Radiasi

Pada proses perindahan panas secara radiasi, panas yang ada diubah menjadi gelombang elektromagnetik yang merambat tanpa melalui media penghantar. Ketika gelombang tersebut telah sampai mengenai pada permukaan benda, maka gelombang tersebut mengalami transisi (diteruskan), refleksi (dipantulkan) dan absorpsi (diserap) kemudian menjadi kalor. Hal ini tergantung terhadap jenis bendanya.

(sumber : Holman, J.P. 1995. Perpindahan Panas. Erlangga. Edisi keenam. Jakarta)



Gambar 2.3 Perpindahan Panas secara radiasi

### C. Alat penukar panas

Alat penukar panas adalah alat pendukung proses yang sering digunakan untuk memindahkan panas, dapat berfungsi sebagai pemanas maupun pendingin. Alat penukar kalor (heat) banyak

digunakan dalam industry maupun pada alat alat rumah tangga.  
(sumber : Syaichrozi, Iqbal., dkk. 2014. Kajian Performa Alat Penukar Panas Plate and Frame : Pengaruh Laju Alir Massa, Temperatur Umpan dan Arah Aliran Terhadap Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh. Jurnal Teknik Kimia FT Univ Sultan Agung Tirtayasa)

D. Proses perpindahan panas tersebut dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung, adapun pembagiannya adalah :

1. Alat penukar kalor langsung

fluida yang panas akan bercampur secara langsung dengan fluida yang dingin (tanpa adanya pemisah) dalam suatu bejana atau ruangan tertentu.

(sumber : [http://eprints.undip.ac.id/41607/3/BAB\\_II.pdf](http://eprints.undip.ac.id/41607/3/BAB_II.pdf))

Contoh : deaerator



Gambar 2.4 deaerator.

(Sumber : <http://www.novathermboiler.com/deaerator/>)

2. Alat penukar kalor tidak langsung

fluida atau panas tidak berhubungan langsung (indirect contact) dengan fluida dingin. Jadi, proses perpindahan panas melalui perantara, seperti pipa, pelat, dan peralatann jenis lain.

(sumber : [http://eprints.undip.ac.id/41607/3/BAB\\_II.pdf](http://eprints.undip.ac.id/41607/3/BAB_II.pdf))

Contoh : condenser, oil cooler



Gambar 2.5 Oil Cooler.

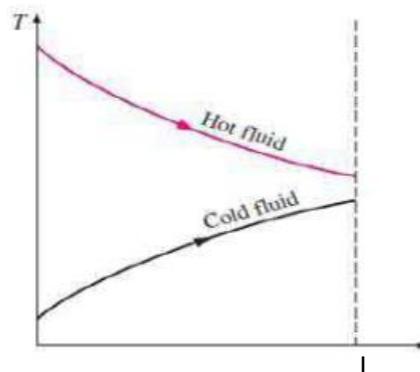
(sumber : PT.PAL)

## 2.2 Aliran heat exchanger

### A. Aliran Co-Current

Aliran Co-Current adalah aliran searah, dimana pada aliran ini fluida panas dan fluida dingin masuk melalui sisi penukar yang sama, kemudian mengalir dengan arah yang sama dan keluar pada sisi yang sama. Penukar panas yang menggunakan aliran searah memiliki karakter temperature fluida yang memberikan energi akan selalu lebih tinggi dengan fluida yang menerima energi.

(sumber : Cengel, Yunus A., 2003, Heat Transfer A Practical Approach, Second Edition, Singapura:Mc.Graw-Hill Book)



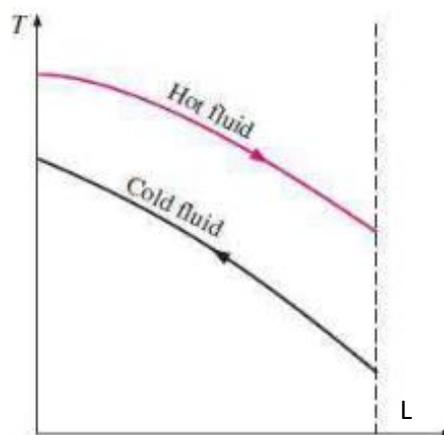
Gambar 2.6 Aliran Co-Current

(Sumber : Cengel, Yunus A., 2003, Heat Transfer A Practical Approach, Second Edition, Singapura:Mc.Graw-Hill Book)

#### B. Aliran counter-current

Penukar panas jenis ini, fluida panas dan dingin masuk dan keluar penukar pada sisi yang berlawanan. Pada tipe ini memungkinkan terjadi temperature fluida dingin yang keluar dari penukar panas lebih tinggi dibandingkan temperature fluida panas yang keluar dari penukar panas (heat).

(sumber : Cengel, Yunus A., 2003, Heat Transfer A Practical Approach, Second Edition, Singapura:Mc.Graw-Hill Book)



Gambar 2.7 Aliran counter-current.

(sumber : Cengel, Yunus A., 2003, Heat Transfer A Practical Approach, Second Edition, Singapura:Mc.Graw-Hill Book)

### 2.3 Tipe tipe heat exchanger

#### A. Double pipe heat exchanger (penukar panas pipa rangkap)

Alat penukar kalor (heat) tipe double-pipe exchanger terdiri atas dua buah pipa yang tersusun secara konsentris. Penukar pipa model ini biasanya terdiri dari beberapa line pipa yang disusun secara vertical. Pada alat ini, proses perpindahan panas terjadi secara tidak langsung karena terdapat dinding pemisah antara kedua fluida (panas dan dingin) sehingga kedua fluida tidak bercampur. Fluida yang

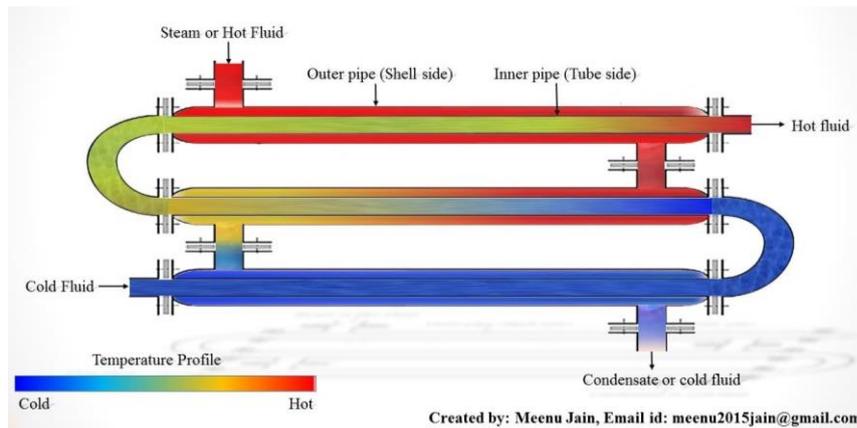
memiliki suhu lebih rendah mengalir melalui pipa kecil, sedangkan fluida dengan suhu yang lebih tinggi mengalir pada pipa yang lebih besar. Perpindahan kalor yang terjadi pada fluida adalah proses perpindahan panas secara konveksi, sedangkan proses konduksi terjadi pada daerah dinding pipa. Kalor mengalir dari fluida yang bertekanan tinggi ke fluida yang bertekanan rendah. Tipe aliran yang digunakan adalah aliran yang kedua fluidanya berseberangan atau murni counter current.

Double pipe exchanger diperuntukan sebagai penukar panas pada proses dengan kapasitas kerja cukup kecil dan cocok digunakan pada kondisi tekanan tinggi. Alat penukar panas jenis ini lebih sering digunakan dalam bentuk pipa-U dan dikenal dengan nama hairpin exchanger.

Hairpin heat exchanger bisa digunakan apabila memenuhi satu atau lebih dari berbagai kondisi berikut :

1. Fluida bertekanan tinggi
2. Proses perpindahan panas terjadi secara temperature cross
3. Pressure drop yang diperbolehkan sangat rendah
4. Fluida kerja mengandung partikulat padat atau pengotor berupa slurry
5. Proses bersifat siklik
6. Ketika alat penukar panas menjadi subject dari perubahan panas mendadak
7. Ketika terjadi flow-induced vibration

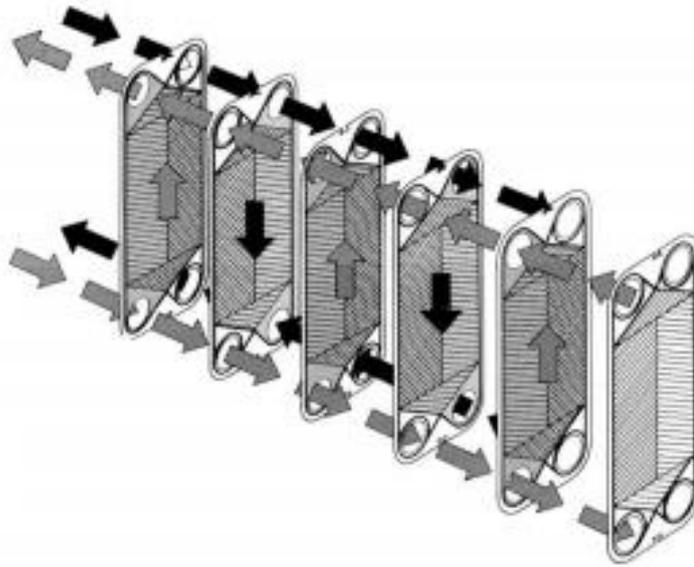
(sumber : Putra Maulana 4 Juli 2019, Jurnal PERANCANGAN HEAT EXCHANGER TIPE SHELL AND TUBE PADA PERANCANGAN PABRIK PROPILEN GLIKOL KAPASITAS 50000 TON/TAHUN)



Gambar 2.8 Double Pipe Heat Exchanger

### B. Plate and frame heat exchanger

Plate heat exchanger merupakan penukar panas yang terdiri dari pelat (plate) dan rangka (frame). Dalam plate heat exchanger, beberapa pelat disusun dengan susunan tertentu, sehingga terbentuk dua jalur (line) yang disebut dengan cold side dan hot side. Hot side dialiri fluida dengan temperature relative tinggi dan cold side dialiri fluida relative lebih kecil. Pelat logam digunakan sebagai media untuk mentransfer panas antara dua cairan. Pemisah antara pelat pelat tersebut dipasang penyekat lunak. Pelat pelat dari sekat ditentukan oleh suatu perangkat penekan yang pada setiap sudut pelat terdapat lubang pengalir fluida, fluida mengalir pada sisi yang lainnya, sedangkan fuida yang lain mengalir melalui lubang dan ruang pada sisi sebaliknya karena ada sekat. (sumber : Artono Koestoer, Raldi., 2002, Perpindahan Kalor, Jakarta:Salemba Teknika)



Gambar 2.9 Plate and Frame Heat Exchanger.

(sumber : sadik, k. (2012). *heat transfer*. crc press third edition.)

Plate heat exchanger memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan sebagai berikut :

Kelebihan plate and frame heat exchanger :

1. Mudah dalam perawatan dan pembersihan
2. Mempunyai perpindahan panas yang efisien
3. Waktu tinggal media cukup pendek
4. Mudah dalam proses pembersihan
5. Plate dan frame lebih fleksibel, dapat dengan mudah pelatnya ditambah
6. Dapat digunakan untuk fluida dengan tingkat kekentalan yang tinggi
7. Aliran turbulensinya mengurangi peluang terjadinya fouling dan sedimentasi
8. Biaya yang dibutuhkan cukup rendah

Kekurangan plate and frame heat exchanger :

1. Pemilihan gasket harus sesuai dan tepat

2. Kondisi operasi yang terbatas pada temperature 250°C dikarenakan performa dari material gasket yang sesuai
3. Plate and frame heat exchanger tidak bisa digunakan pada kondisi tekanan lebih dari 30 bar.

#### C. Shell and tube heat exchanger

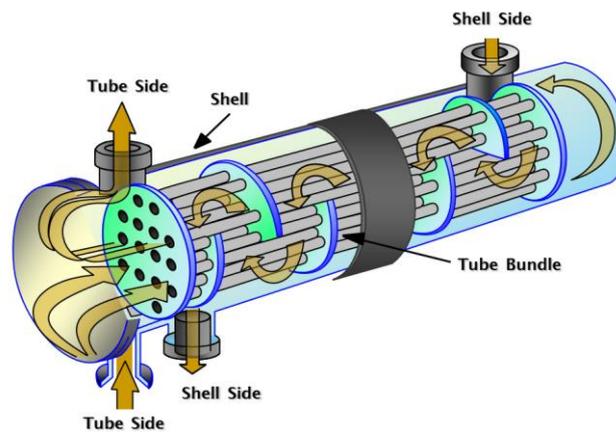
Shell and tube heat exchanger merupakan salah satu jenis penukar panas yang banyak digunakan dalam proses industry. Alat ini terdiri dari sebuah tabung (shell) dimana didalamnya terdapat suatu berkas (bundle) pipa dengan diameter yang relative kecil. Heat exchanger jenis ini biasa digunakan pada proses industry yang memiliki proses dengan jumlah fluida yang dipanaskan atau didinginkan dalam jumlah besar. Desain alat ini dapat memberikan luas area penampang atau area penukar panas yang besar dan memberikan nilai efisiensi perpindahan panas yang besar.

Dalam shell and tube heat exchanger terdapat beberapa jumlah tube dalam susunan parallel atau seri dimana salah satu fluida mengalir didalam tube, sedangkan fluida lainnya mengalir diluar tube. Untuk meningkatkan nilai efisiensi pertukaran panas, biasanya pada penukar panas shell and tube dipasang sekat (buffel). Ini bertujuan untuk membuat turbulensi aliran fluida dan menamabah waktu tinggal fluida (residence time), namun pemasangan sekat akan memperbesar pressure drop operasi dan menyebabkan beban kerja pompa bertambah berat, sehingga laju aliran fluida diatur sedemikian rupa.

Dari semua tipe alat penukar panas, shell and tube memiliki sejumlah keunggulan diantaranya :

- a. Memberikan luas permukaan atau penampang perpindahan panas yang besar dengan volume yang kecil.
- b. Mampu dioperasikan pada tekanan tinggi
- c. Dapat dirancang dengan menggunakan berbagai jenis bahan atau material

- d. Mudah dalam melakukan maintenance atau perawatan
  - e. Memiliki prosedure thermal dan mechanical design yang baik
- (Sumber : BELL K.J, (1983 ). “Heat Exchanger Design Hand-Book (HEDH)”, Bab 3, 4 dan 5, HemispherePublish Corp, Washington DC.)



Gambar 2.10 Shell And Tube Heat Exchanger.

(sumber : <https://arventraining.com/en/basics-of-shell-tube-heat-exchangers>)

#### 2.4 Komponen komponen pada shell and tube heat exchanger

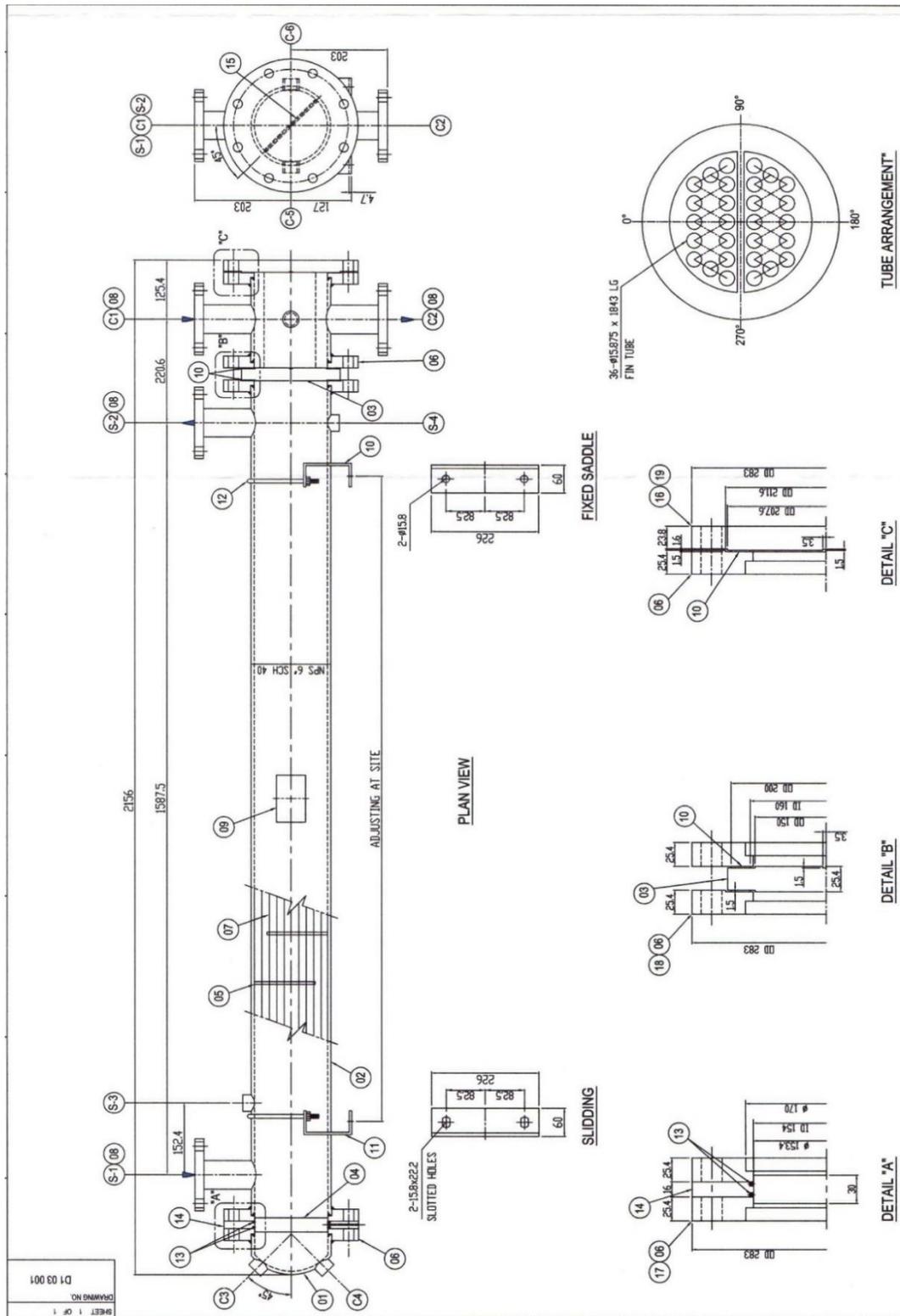
Alat penukar panas pada shell and tube memiliki komponen komponen yang sangat berpengaruh dan menunjang kinerja alat. Adapun untuk gambar dan komponen komponen dari alat penukar kalor tipe ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

No.	Kode	keterangan
1	C-1	Flange 150
2	C-2	Flange 150
3	C-3	coupling C/W Plug
4	C-4	coupling C/W Plug
5	C-5	coupling C/W Plug

6	C-6	coupling C/W Plug
7		
8	S-1	Flange 150
9	S-2	Flange 150
10	S-3	coupling C/W Plug
11	S-4	coupling C/W Plug
12		
13	1	PIPE CAP
14	2	SHELL
15	3	FIX TUBE SHEET
16	4	FLOATING TUBE SHEET
17	5	BAFFLES PLATE
18	6	CHANNEL FLANGE / SHELL FLANGE
19	7	FIN TUBE
20	8	NOZZLE / FLANGE
21	9	NAME PLATE SUPPORT / NAME PLATE
22	10	GASKET
23	11	SADDLE
24	12	U-BOLT
25	13	O-RING
26	14	RETAINING RING
27	15	PARTITION PLATE
28	16	CHANNEL COVER
29	17	STUD BOLT CAW & 2 NUTS
30	18	STUD BOLT CAW & 2 NUTS
31	19	STUD BOLT CAW & 2 NUTS

Tabel 2.1 komponen shell and tube

(sumber : PT.PAL)



Gambar 2.11 main drawing shell and tube  
(sumber : PT. PAL)

## 2.5 Langkah-langkah perancangan shell and tube heat exchanger

Sebelum mendesain alat penukar kalor, dibutuhkan data primer dari laju fluida seperti temperatur masuk dan keluar serta tekanan operasi masing-masing fluida. Data ini dibutuhkan terutama untuk fluida gas jika besar densitas fluida gas tidak diketahui. Untuk fluida berupa cairan, dan tekanan operasi tidak terlalu dibutuhkan karena sifat-sifatnya tidak banyak berubah apabila tekanannya berubah. Langkah-langkah yang dilakukan dalam merencanakan atau mendesain alat penukar kalor sebagai berikut :

1. Penentuan heat duty (Q) yang diperlukan kalor yang direncanakan harus memenuhi atau melebihi syarat ini.
2. Menentukan ukuran (size) alat penukar kalor dengan perkiraan yang masuk akal untuk koefisien perpindahan kalor keseluruhannya.
3. Menentukan fluida yang akan mengalir di sisi tube atau shell. Biasanya sisi tube direncanakan untuk fluida yang bersifat korosif, beracun, bertekanan tinggi, atau bersifat mengotori dinding. Hal ini dilakukan agar lebih mudah dalam proses pembersihan atau perawatannya.
4. Langkah selanjutnya adalah memperkirakan jumlah tube yang digunakan dengan menggunakan rumus :

$$A = Nt (\pi D_o) L$$

5. Menentukan ukuran shell. Langkah ini dilakukan setelah kita mengetahui jumlah tube yang direncanakan. Kemudian perkiraan jumlah pass dan tube pitch yang akan digunakan.
6. Langkah selanjutnya adalah memperkirakan jumlah baffle dan jarak antara baffle yang akan digunakan. Biasanya baffle memiliki jarak yang seragam dan minimum jaraknya 1/5 dari diameter shell tapi tidak kurang dari 2 inch.

7. Langkah yang terakhir adalah memeriksa kinerja dari alat penukar kalor yang telah direncanakan. Hitung koefisien perpindahan panas di sisi tabung dan sisi shell. hitung factor pengotornya apakah sesuai dengan standar yang di izinkan, dan penurunan tekanan disisi tube dan shell.

(sumber : Putra Maulana 4 Juli 2019, Jurnal PERANCANGAN HEAT EXCHANGER TIPE SHELL AND TUBE PADA PERANCANGAN PABRIK PROPILEN GLIKOL KAPASITAS 50000 TON/TAHUN)

## 2.6 Alat penukar panas shell and tube

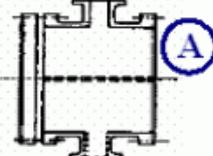
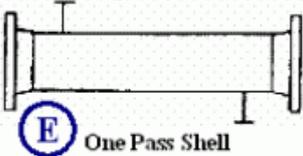
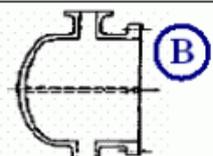
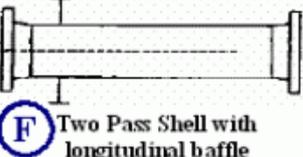
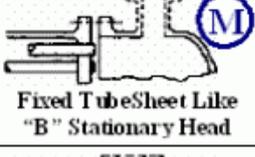
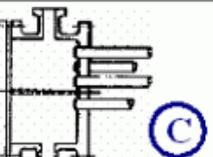
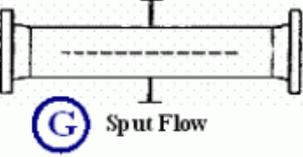
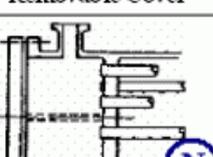
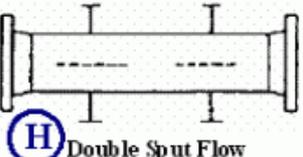
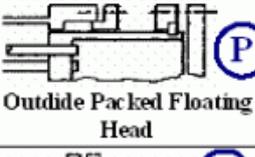
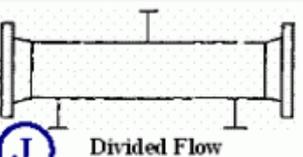
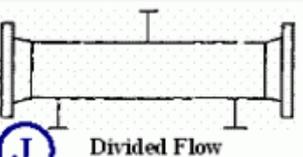
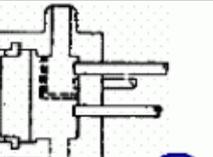
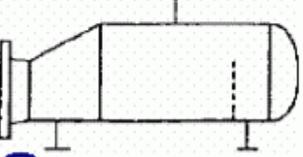
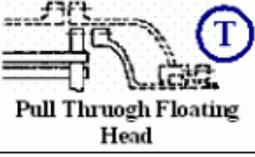
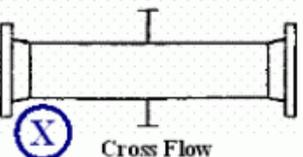
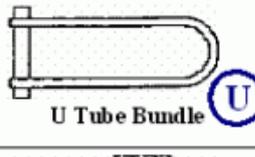
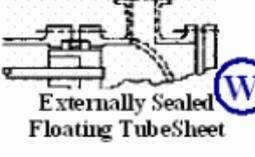
Dalam penguraian komponen komponen heat exchanger terdapat beberapa komponen yang sangat berpengaruh pada konstruksi heat exchanger :

1. Komponen shell and tube heat exchanger

Komponen komponen atau bagian pembentuk shell and tube heat exchanger terdiri dari

- a. Shell (selubung/cangkang)
- b. Shell cover (penutup shell pada ujung)
- c. Tubes (pipa)
- d. Channel (saluran)
- e. Channel cover (penutup saluran)
- f. Tubesheet (pelat pengikat pipa)

(sumber : Richard C. Byrne (2007). tubular exchanger manufacturers association (TEMA))

Front End Stationary Head types	Shell types	Rear End Head types
 Chanel and Removable Cover	 One Pass Shell	 Fixed Tube Sheet Like "A" Stationary Head
 Bonnet (Integral Cover)	 Two Pass Shell with longitudinal baffle	 Fixed Tube Sheet Like "B" Stationary Head
 Channel Integral With Tube Sheet and Removable Cover	 Spurt Flow	 Fixed Tube Sheet Like "N" Stationary Head
 Channel Integral With Tube Sheet and Removable Cover	 Double Spurt Flow	 Outside Packed Floating Head
 Divided Flow	 Divided Flow	 Floating Head with Backing Device
 Special High Pressure Closure	 Kettle type Reboiler	 Pull Through Floating Head
	 Cross Flow	 U Tube Bundle
		 Externally Sealed Floating Tube Sheet

Gambar 2.12 jenis shell.

(sumber : Richard C. Byrne (2007). tubular exchanger manufacturers association (TEMA))

## 2. Baffle dan alat penukar panas

Baffle pada alat penukar panas memiliki fungsi meningkatkan nilai efisiensi perpindahan panas. Biasanya pada shell and tube dipasang sekat (baffle). Hal ini bertujuan untuk membuat turbulensi pada aliran fluida dan menambah waktu tinggal fluida. Jarak pusat baffle disebut juga dengan baffle pitch atau baffle spacing. Baffle spacing biasanya didesain dengan jarak tidak lebih besar dari dengan besar diameter dalam shell atau jarak yang sama 1-5 diameter dalam shell. Nilai baffle spacing minimum pada umumnya  $1/5$  dari besar diameter shell

Baffle dipasang untuk tujuan perpindahan panas. Saat shell side bafflenya tidak sesuai lagi untuk tujuan transfer panas, maka perlu ditambahkan pendukung tube.

Jenis jenis baffle :

a. Segmental baffle

Baffle dengan jenis ini lebih umum digunakan. Segmental baffle melubangi plate dengan tinggi 75% dari diameter dalam shell. Rasio antara Panjang segmen/bagian pembuka dengan diameter dalam shell disebut dengan baffle cut. Perencanaan ini tidak sesuai untuk condenser horizontal, kondensat bisa jadi ditrap antara baffle atau fluida kotor dimana kotorannya mau dikeluarkan.

b. Vertical cut baffle

Vertical cut baffle digunakan untuk side-to-side flow di alat penukar panas horizontal dengan fluida kondensasi atau fluida kotor. Pada umumnya tube didesain dengan triangular equilateral. Tube dibuat persegi biasanya digunakan bertujuan untuk pembersihan mekanik pada removable bundle exchanger. Maximum baffle cut adalah dibatasi sebesar 50% sehingga setiap pasangan baffle dapat mendukung tiap tube. Bundle tube pada umumnya dilengkapi dengan baffle cut. Maximum shell-side heat

transfer rate pada perpindahan panas konveksi paksa oleh cross flow fluida pada sudut kanan tube.

c. Orifice baffle

Baffle jenis ini terdiri dari disc dengan lubang lubang yang mempunyai ukuran lebih besar dari diameter tabung. Aliran fluida mengalir melalui annular orifice dan menimbulkan pengaruh olakan pada fluida. desain dari baffle ini jarang dipakai karena efisiensi yang rendah.

d. Window cut baffle

Window cut baffle umumnya terdiri dari 3 dalam 1 kelompok. Desain ini dimaksudkan untuk mengurangi pressure drop shell side.

e. Longitudinal baffle

Digunakan pada shell side untuk membagi aliran shell side menjadi dua atau beberapa bagian untuk memberikan kecepatan yang lebih tinggi untuk perpindahan panas yang lebih baik.

f. Impingement baffle

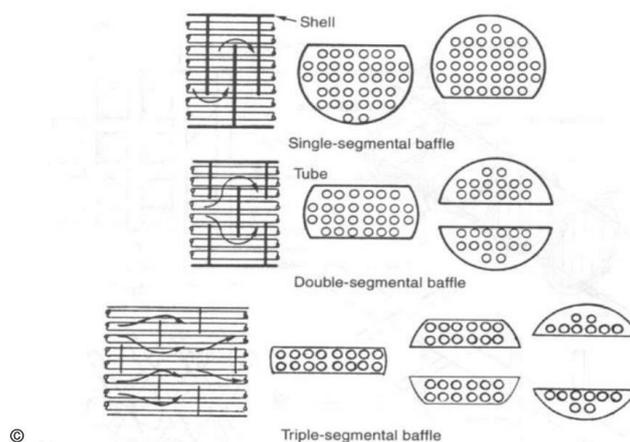
Sekat jenis impingement ini berbeda dengan sekat sekat sebelumnya. Sekat ini akan secara langsung mengenai kepada aliran fluida yang masuk kedalam cangkang (shell) suatu aliran penukar panas. Sekat ini dipasang pada saluran masuk fluida kedalam cangkang dengan tujuan untuk mencegah partikel partikel padat keluar, serta untuk mengatasi kecepatan tinggi dari aliran fluida yang masuk ke cangkang.

g. Tie rods and spacer

Banyaknya aliran fluida pada sisi (shell) atau diluar pipa pipa sangat tergantung sekali pada luasan antara pipa pipa dengan sekatnya. dengan demikian sekat atau penahan pipa pipa dibuat berselang seling.

Sekat batang merupakan kombinasi antara sekat pelat dengan sekat batang. Konstruksinya terbuat dari batang dan pelatnya merupakan cincin sekat dimana satu dengan yang lainnya dipadukan oleh batang yang mendorong.

(sumber : Richard C. Byrne (2007). tubular exchanger manufacturers association (TEMA))



Gambar 2.13 jenis jenis Baffle.

(sumber : Richard C. Byrne (2007). tubular exchanger manufacturers association (TEMA))

## 2.7 Susunan dan jumlah tube

Susunan dan jumlah tube akan memengaruhi efisiensi perpindahan panas. Sehingga harus memperhatikan beberapa hal seperti :

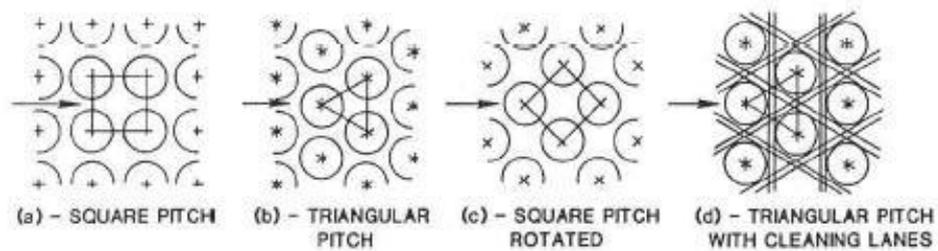
1. System pemeliharaan yang akan dilakukan (secara kimiawi atau mekanikal)
2. Aliran yang terjadi laminar atau turbulent
3. Bersih atau kotor aliran fluida yang mengalir di luar tube juga mempengaruhi susunan dari tube

Biasanya disusun dalam bentuk equilateral triangular, rotated triangular, square atau rotated square. Susunan triangular dan rotated square memberikan laju perpindahan panas lebih tinggi.

Jenis jenis tube pitch yang utama adalah :

1. Square pitch
2. Triangular pitch
3. Square pitch rotated
4. Triangular pitch with cleaning lane

(sumber : Richard C. Byrne (2007). tubular exchanger manufacturers association (TEMA))



Gambar 2.14 Jenis jenis Tube.

(sumber : Richard C. Byrne (2007). tubular exchanger manufacturers association (TEMA))

## BAB III

### AKTIFITAS PENUGASAN MAGANG INDUSTRI

#### 3.1 Realisasi Kegiatan Magang Industri

pada tanggal 1 september 2020 kami berkesempatan untuk melakukan kegiatan magang di PT.PAL dan kami diberi kesempatan untuk melakukan kegiatan magang di Divisi General Engineering. Disini kami berkesempatan untuk mengikuti proses pembuatan heat exchanger shell and tube (Oil cooler) dari awal pembuatan hingga akhir milik PT.Pertamina dan berikut merupakan laporan kegiatan harian kami :

Hari, Tanggal	Kegiatan	Keterangan
Selasa, 01- 09-2020	Induction dan perkenalan	-
Rabu, 02- 09-2020	Observasi lapangan	-
Kamis, 03- 09-2020	Mengunjungi beberapa proyek yang akan dikerjakan Divisi General Engineering	-
Jum'at, 04- 09-2020	Materi pengoperasian CNC Turning	-
Senin, 07- 09-2020	Mengunjungi harkan	-
Selasa, 08- 09-2020	Diskusi kegiatan kunjungan	-
Rabu, 09- 09-2020	Mengunjungi proyek BMPP	-

Kamis, 10-09-2020	Izin mengunjungi dosen pembimbing	-
Jum'at, 11-09-2020	Diskusi dengan coordinator lapangan proyek Oil Cooler	-
Senin, 14-09-2020	Memotong spacer	-
Selasa, 15-09-2020	Memotong spacer	-
Rabu, 16-09-2020	Memotong spacer	-
Kamis, 17-09-2020	Memotong packing	-
Jum'at, 18-09-2020	Memotong packing	-
Senin, 21-09-2020	Memotong gasket	-
Selasa, 22-09-2020	Sealing permukaan flange	-
Rabu, 23-09-2020	Pengamatan pengelasan flange	-
Kamis, 24-09-2020	Test penetrant pada hasil las flange	-
Jum'at, 25-09-2020	Membersihkan permukaan plat baffle	-

<p>Senin, 28-09-2020</p>	<p>Membersihkan permukaan plat baffle</p>	
<p>Selasa, 29-09-2020</p>	<p>Membersihkan permukaan plat baffle</p>	
<p>Rabu, 30-09-2020</p>	<p>Assembly spacer, baut, plat baffle, tube sheet, dan melapisi spacer dengan anti karat</p>	
<p>Kamis, 01-10-2020</p>	<p>Diskusi profil perusahaan dengan Pak Rahmat Penanggung Jawab Peserta OJT/Magang Divisi General Engineering PT PAL Indonesia</p>	<p>-</p>

Jum'at, 02-10-2020	Memasang low fin tube	
Senin, 05-10-2020	Mengamati pembuatan dudukan poros untuk alignment di Divisi Harkan	
Selasa, 06-10-2020	Mengamati test penetrant pada hasil welding shell oleh QA	
Rabu, 07-10-2020	Mengamati pemeriksaan assembly oleh QA	-
Kamis, 08-10-2020	Mengamati proses sand blasting shell	-
Jum'at, 09-10-2020	Membuat sealing strip	
Senin, 12-10-2020	Mengamati proses alignment tube part kedalam shell	

Selasa, 13-10-2020	Mengamati proses pembuatan mock up untuk pengelasan tube ke tube sheet	
Rabu, 14-10-2020	Mengamati proses pengelasan tube ke tube sheet	
Kamis, 15-10-2020	Mengamati proses alignment lanjutan setelah pengelasan tube selesai	
Jum'at, 16-10-2020	Mengamati proses assembly part untuk leakage dan hydrotest	
Senin, 19-10-2020	Menunggu proses perbaikan pompa hydro oleh departemen fasilitas	-

<p>Selasa, 20-10-2020</p>	<p>Pengamatan pengecekan apakah terdapat kebocoran saluran test hydro untuk shell dan perbaikannya</p>	
<p>Rabu, 21-10-2020</p>	<p>Pengamatan test hydro pada shell</p>	
<p>Kamis, 22-10-2020</p>	<p>Pengamatan instalasi saluran untuk test hydro pada tube dan pengecekan apakah terdapat kebocoran saluran test hydro untuk tube dan perbaikannya</p>	
<p>Jum'at, 23-10-2020</p>	<p>Pengamatan test hydro pada tube</p>	
<p>Senin, 26-11-2020</p>	<p>Pelaksanaan hydrotest dengan pihak pertamina</p>	<p>-</p>
<p>Selasa, 27-11-2020</p>	<p>Pelaksanaan hydrotest dengan pihak pertamina</p>	<p>-</p>

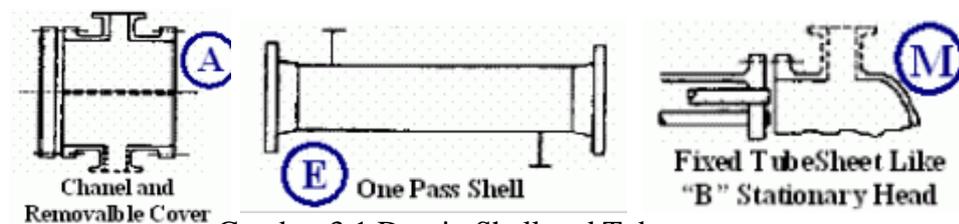
Senin, 02-11-2020	Pengamatan painting	
Selasa, 03-11-2020	Packing dan pengiriman	

Tabel 3.1 laporan kegiatan

### 3.2 Relevansi teori dan praktik

- A. Oil Cooler merupakan salah satu peralatan penukar panas (heat exchanger) tidak langsung karena membutuhkan perantara pipa. Oil Cooler digunakan untuk mendinginkan fraksi-fraksi minyak bumi yang telah diolah karena pada dasarnya minyak bumi yang telah diolah memiliki panas yang cukup tinggi, sehingga perlu dilakukan penurunan suhu sebelum dimasukkan kedalam tangki penyimpanan. Proses pendinginan fraksi dilakukan dengan cara mengalirkan fraksi panas melalui pipa, sedangkan cairan pendingin dialirkan melalui shell sehingga akan mengalami kontak langsung dengan permukaan pipa yang berisi fraksi panas. Kemudian fraksi panas tersebut akan diserap langsung oleh cairan pendingin. Heat exchanger adalah alat penukar panas antar dua fluida yang memiliki beda temperature.
- B. Spesifikasi yang dibutuhkan untuk membuat oil cooler :
1. Mampu dioperasikan pada tekanan tinggi.
  2. Mampu digunakan diberbagai jenis bahan atau material dengan suhu yang tinggi.
  3. Mampu melakukan perpindahan panas yang besar dengan volume yang kecil.
- C. Pada Oil cooler milik PT.Pertamina memiliki ketentuan desain antara lain :
1. Pada desain shell menggunakan pedoman pada TEMA yang dimana di dalam TEMA desain yang digunakan termasuk Type

Fixed Tubesheet Exchanger dengan stationary head dengan type removable channel and cover, shell dengan type one pass shell, serta rear head menggunakan type fixed tube sheet like “B” stationary head. Namun terdapat beberapa perubahan seperti pada desain type shell yang digunakan untuk input berada di atas semua.



Gambar 3.1 Desain Shell and Tube.

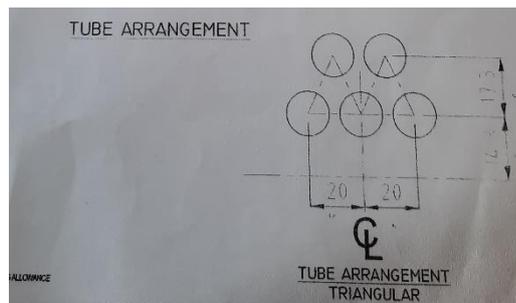
(sumber : Richard C. Byrne (2007). tubular exchanger manufacturers association (TEMA))

2. Baffle yang digunakan adalah jenis segmental baffle. Namun untuk segmental baffle melubangi plate dengan tinggi 50% dari diameter dalam shell dan untuk jumlah lubang dari masing masing baffle adalah 18 lubang. Single segmental baffle dipilih karena beroperasi dengan baik untuk proses satu fasa dan memberikan cross flow heat transfer (across the tube) yang lebih besar dari pada longitudinal heat transfer (through the windows). Akan tetapi, baffle jenis ini mungkin tidak akan efektif untuk liquid yang sangat viscous di mana aliran tidak mengalami turbulensi dan adanya bypass yg membuat efisiensi heat transfernya menurun. Keuntungan utama dari baffle jenis single segmental ini adalah heat transfer rate yang tinggi karena aliran cross flownya. Kerugian utamanya adalah pressure drop yang juga tinggi, terutama untuk aliran berkecepatan tinggi.



Gambar 3.2 Single Segmental Baffle  
(sumber ; PT.PAL)

3. Pada susunan tube pitch yang digunakan adalah Triangular Pitch. Berikut merupakan beberapa keunggulan pada Triangular pitch :
  - a. Lebih kompak dalam penataan
  - b. Turbulensi tinggi
  - c. Koefisien perpindahan panas yang tinggi
  - d. Diutamakan saat penurunan tekanan operasi besar



Gambar 3.3 desain susuna tube pitch  
(sumber ; PT.PAL)

4. Contoh cara perhitungan dalam merencanakan shell and tube :
  - a. contoh :  
 sebuah alat penukar kalor dirancang untuk memanaskan air baku dengan menggunakan air terkondensasi pada suhu  $67^{\circ}\text{C}$  dan  $0,2\text{ bar}$ , yang akan mengalir di sisi tube dengan laju aliran massa  $50.000\text{ kg/jam}$ . Panas akan ditransfer ke  $30.000\text{ kg/jam}$  air yang digunakan pada suhu  $17^{\circ}\text{C}$  ( $C_p = 4184\text{ J/kg.K}$ ). pada shell and tube. Resistensi fouling disarankan

sebesar 0,000176 m<sup>2</sup>.k/W dan permukaan di atas desain tidak boleh melebihi 35%. Kecepatan pendingin disarankan maksimum 1,5 m/s untuk mencegah erosi. Panjang tabung yang diperlukan maksimum 5 m karena keterbatasan ruang. Bahan tabung adalah baja karbon (K=60 W/m.k). air baku akan mengalir di dalam ¾ in. tabung lurus (OD= 19mm dengan ID 16mm). tabung tabung diletakan di square pitch dengan rasio 1,25. Jarak penyekat diperkirakan sebesar 0,6 dari diameter tube, dan potongan penyekat disetel menjadi 25%. Penurunan tekanan maksimum yang di ijinakan pada tube adalah 5,0 Psi. suhu saluran keluar air tidak boleh kurang dari 40°C. Alat penukar kalor dirancang untuk memanaskan air baku dengan menggunakan air terkondensasi pada suhu 67 ° C dan 0,2 bar, yang akan mengalir di sisi cangkang dengan laju aliran massa 50.000 kg / jam. Panas akan ditransfer ke 30.000 kg / jam air kota yang berasal dari pasokan pada suhu 17 ° C (cp = 4184 J / kg · K).Solusi Larutan awal-suhu saluran keluar air dingin minimal 40°C menentukan konfigurasi penukaran yang akan dipertimbangkan. Panas dapat dihitung dari aliran dingin yang ditentukan sepenuhnya :

$$Q = (\dot{m}c_p)_c (T_{c_2} - T_{c_1})$$

$$Q = \frac{30000}{3600} \times 4179(40 - 17) = 801 \text{ kW}$$

suhu saluran keluar air panas menjadi :

$$T_{h_2} = T_{h_1} - \frac{Q}{(\dot{m}c_p)_h} = 67 - \frac{801 \times 10^3}{\frac{50000}{3600} \times 4184} = 53,2^\circ\text{C}$$

Pertama, kita harus memperkirakan koefisien perpindahan panas individu dari Tabel 9.4. Kita dapat mengasumsikan koefisien perpindahan panas sisi-kulit dan koefisien

perpindahan panas sisi-tabung sebagai  $5000 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$  dan  $4000 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$ , masing-masing. Dengan asumsi tabung kosong, seseorang dapat memperkirakan koefisien perpindahan panas keseluruhan dari Persamaan 9.2 sebagai

$$\frac{1}{u_f} = \frac{1}{h_e} + \frac{r_e}{r_i} \frac{1}{h_i} + R_{ft} + r_e \frac{\ln\left(\frac{r_e}{r_i}\right)}{K}$$

$$U_f = \left( \frac{1}{5000} + \frac{19}{16} \frac{1}{4000} + 0,000176 + \frac{0,019 \ln\left(\frac{19}{16}\right)}{2 \cdot 60} \right)^{-1}$$

Kita perlu menghitung  $\Delta T_m$  dari empat suhu masuk dan keluar.

$$\Delta T_{lmcf} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)} = \frac{27 - 36,2}{\ln\left(\frac{27}{36,2}\right)} = 31,4^\circ\text{C}$$

Selanjutnya kami dapat memperkirakan area yang dibutuhkan  $A_f$  dan  $A_c$ :

$$A_f = \frac{Q}{u_f \Delta T_m} = \frac{801,93 \times 10^3}{1428,40 \times 28} = 20,05 \text{ m}^2$$

$$A_c = \frac{Q}{U_c \Delta T_m} = \frac{801,93 \times 10^3}{1908,09 \times 28} = 15,01 \text{ m}^2$$

Permukaan di atas desain  $A_f / A_c = 1.34$  (34%), mana yang bisa diterima. Diameter Shell dapat dihitung dari Persamaan 9.10, dimana  $d_o = 0.019 \text{ m}$ ,  $PR = 1.25$ ,  $CTP = 0.93$ ,  $CL = 1.0$ , dan menggunakan asumsi  $L = 3 \text{ m}$ :

$$D_i = 0,637 \sqrt{\frac{CL}{CTP} \left[ \frac{A_e (PR)^2 d_e}{L} \right]^{\frac{1}{2}}}$$

$$= 0,637 \sqrt{\frac{10}{0,93} \left[ \frac{20,05 (1,25)^2 \times 0,019}{3} \right]^{\frac{1}{2}}}$$

$$= 0,294 \text{ m (dibulatkan menjadi } 0,30 \text{ m)}$$

Jumlah tabung dapat dihitung dari Persamaan 9.9 sebagai

$$N_i = 0,785 \left( \frac{CTP}{CL} \right) \frac{D_i^2}{(PR)^2 d_o^2}$$

$$N_i = \frac{0,785 \times 0,93 \times (0,3)^2}{1,0 \times (1,25)^2 \times (0,019)^2} = 116,48 \approx 117$$

Jarak penyekat dapat diambil sebagai 0,4 hingga 0,6 dari diameter cangkang, jadi anggaplah 0,6 Ds. Ini akan menghasilkan B = 0,18 m, yang dapat dibulatkan menjadi 0,2 m. Oleh karena itu, estimasi awal ukuran unit adalah

diameter Shell	Ds = 0,3 m
Panjang Tube	L = 3 m
Diameter Tube	OD = 19 mm, ID = 16 mm
Baffle spacing	B = 0,20 m, baffle cut 25%
Rasio Pitch	Pt/do = 1,25, square pitch

b. Contoh :

Cara memperkirakan ukuran unit. Menggunakan perkiraan Ds dan Nt, pemilihan harus dilakukan dari Tabel 9.3.

Pemilihan tergantung pada jumlah tabung terdekat dalam tabel yang melebihi Nt dari analisis pendahuluan. Dengan memilih diameter cangkang 15,25 inci, menurut standar TEMA dari Tabel 9.3 dengan 124 tabung untuk penukar panas shell-and-tube 2-P, ubah penukar panas ini untuk spesifikasi proses yang diberikan dengan menggunakan metode Kern. Perhatikan bahwa tugas panas ditetapkan, sehingga panjang penukar panas dan penurunan tekanan untuk kedua aliran dihitung.

Solusi :

Penukar panas shell-and-tube yang dipilih untuk tujuan ini memiliki parameter geometris berikut:

Diameter dalam shell	$D_s = 15 \frac{1}{4} \text{ in } (=0,39\text{m})$
Jumlah Tabung	$N_t = 124$
diameter tube	$OD = 19 \text{ mm}, ID = 16 \text{ mm}$
material tube	$k = 60 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
jarak penyekat	$B = 0,2 \text{ m}, \text{ baffle cut } 25\%$
ukuran pitch	$P_t = 0,0254 \text{ m}$
jumlah lintasan tabung	$N_p = 2$

Tugas panas ditetapkan dengan asumsi suhu keluaran  $40^\circ \text{C}$ .

Sifat-sifat fluida sisi cangkang dapat dilihat

$$T_b = \frac{67 + 53,2}{2} = 60^\circ\text{C} (= 333\text{K})$$

dari Lampiran B (Table B.2) :

$$\rho = 983,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$C_p = 4184 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$\mu = 4,67 \times 10^{-4} \text{N} \cdot \frac{\text{s}}{\text{m}^2}$$

$$k = 0,652 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$$

$$Pr = 3,00$$

Sifat air sisi tabung pada  $28,5^\circ \text{C}$  ( $\approx 300 \text{K}$ ) dari Lampiran B (Tabel B.2), adalah

$$\rho = 996,8 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$C_p = 4179 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$\mu = 8,2 \times 10^{-4} \text{N} \cdot \frac{\text{s}}{\text{m}^2}$$

$$k = 0,610 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$$

$$Pr = 5,65$$

Spesifikasinya adalah

Panjang tabung maksimal  $L_{max} = 5$  m.

Penurunan tekanan maksimum pada sisi shell,  $\Delta P_s = 5$

psi: Penurunan tekanan maksimum pada sisi shell,  $\Delta P_s = 5$   
psi:

$$\frac{h_o D_e}{K} = 0,36 \left( \frac{D_e G_s}{\mu} \right)^{0,55} \left( \frac{C_p \mu}{K} \right)^{1/3} \left( \frac{\mu_b}{\mu_\omega} \right)^{0,14}$$

Untuk  $2 \times 10^3 < Re_s < 10^6$

$$D_e = \frac{4 \left( P_T^2 - \frac{\pi d_o^2}{4} \right)}{\pi d_o} = \frac{4 \left[ (0,0254)^2 - \pi \left( \frac{0,019^2}{4} \right) \right]}{\pi (0,019)}$$

$$= 0,0242 \text{ m}$$

$$C = P_T - d_o = 0,0254 - 0,019 = 0,0064 \text{ m}$$

$$A_s = \frac{D_s C B}{P_T} = \frac{(0,39 \text{ m})(0,0064 \text{ m})(0,2 \text{ m})}{0,0254 \text{ m}} = 0,0197 \text{ m}^2$$

$$G_s = \frac{\dot{m}}{A_s} = \frac{\frac{50.000 \text{ kg}}{\text{hr}}}{0,0197 \text{ m}^2} \left( \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ s}} \right) = \frac{705 \text{ kg}}{\text{m}^2 \text{ s}}$$

$$Re_s = \frac{G_s D_e}{\mu} = \frac{\left( \frac{705 \text{ kg}}{\text{m}^2 \text{ s}} \right) (0,0242 \text{ m})}{4,67 \times 10^{-4} \text{ N} \cdot \frac{\text{s}}{\text{m}^2}} = 36,534$$

$$T_\omega = \frac{1}{2} \left( \frac{T_{c1} T_{c2}}{2} + \frac{T_{h1} T_{h2}}{2} \right) = \frac{1}{2} \left( \frac{17 + 40}{2} + \frac{67 + 53}{2} \right)$$

$$= 44,25^\circ \text{C}$$

dan  $T_{c1} = 17^\circ \text{C}$ ,  $T_{h1} = 67^\circ \text{C}$ ,  $T_{c2} = 40^\circ \text{C}$ , dan  $T_{h2} = 53^\circ \text{C}$ .

Dari table (B.2) di lampiran B, pada perkiraan suhu dinding 317 K,

$$\mu_\omega = 6,04 \times 10^{-4} \text{ N} \cdot \frac{\text{s}}{\text{m}^2}$$

$$\frac{h_o D_e}{K} = 0,36 \left( \frac{(0,0242 \text{ m}) \left( \frac{705 \text{ kg}}{\text{m}^2 \text{ s}} \right)}{4,67 \times 10^{-4} \text{ N} \cdot \frac{\text{s}}{\text{m}^2}} \right)^{0,55} \left( \frac{\left( \frac{4184 \text{ J}}{\text{kg K}} \right) (4,67 \times 10^{-4})}{\frac{0,652 \text{ W}}{\text{m} \cdot \text{K}}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$\left(\frac{4,67 \times 10^{-4}}{6,04 \times 10^{-4}}\right)^{0,14}$$

$$h_o = \frac{(161,88)(0,652)}{0,0242} = 4361,3 \frac{W}{m^2 \cdot k}$$

Untuk koefisien perpindahan panas sisi tabung,

$$A_{tp} = \frac{\pi d_i^2}{4} \cdot \frac{N_t}{2} = \frac{\pi(0,016m)^2}{4} \times \frac{124}{2} = 1,246 \times 10^{-2} m^2$$

$$u_\omega = \frac{\dot{m}_t}{\rho_t A_{tp}} = \frac{\frac{30.000kg}{hr}}{\left(\frac{996,8kg}{m^3}\right)(1,246 \times 10^{-2} m^2)} \left(\frac{1hr}{3600s}\right) = 0,67 \frac{m}{s}$$

$$Re = \frac{\rho u_m d_i}{\mu} = \frac{(996,8kg/m^3)\left(\frac{0,67m}{s}\right)(0,016m)}{8,2 \times 10^{-4} N \cdot s/m^2} = 13.049,9$$

Selama  $Re > 10^4$ , aliran turbulen

$$N_{up} = \frac{\left(\frac{f}{2}\right)(Re - 1000)pr}{1 + 12,7\left(\frac{f}{2}\right)^{\frac{1}{2}}(Pr^{\frac{2}{3}} - 1)}$$

$$f = (1,58 \ln re - 3,28)^{-2} = [1,58 \ln(13,049.9) - 3,28]^{-2}$$

$$f = 0,00731$$

$$Nu_b = \frac{(0,0037)(13049,9 - 1000)(5,65)}{1 + 12,7(0,0037)^{\frac{1}{2}}\left(5,65^{\frac{2}{3}} - 1\right)} = 94,06$$

$$h_i = \frac{Nu_b K}{d_i} = \frac{(94,06)\left(\frac{0,61W}{m \cdot k}\right)}{0,016m} = 3586,1 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Untuk perhitungan keseluruhan koefisien panas

$$u_f = \frac{1}{\frac{d_o}{d_i h_i} + \frac{d_o R_b}{d_i} + \frac{d_o \ln\left(\frac{d_o}{d_i}\right)}{2k} + R_f + \frac{1}{h_o}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{\frac{0,019}{(0,016)(3586,1)} + \frac{(0,019)(0,000176)}{0,016} + \frac{(0,019) \ln\left(\frac{0,019}{0,016}\right)}{2(60)} + 0,000176 + \frac{1}{4361,3}} \\
&= 1028,2 \frac{W}{m^2K} \\
u_i &= \frac{1}{\frac{d_o}{d_i h_i} + \frac{d_e \ln\left(\frac{d_o}{d_i}\right)}{2k} + \frac{1}{h_i}} \\
&= \frac{1}{\frac{0,019}{(0,016)(3586,1)} + \frac{(0,019) \ln\left(\frac{0,019}{0,016}\right)}{2(60)} + \frac{1}{4361,3}} \\
&= 1701,7 \text{ W/m}^2\text{K}
\end{aligned}$$

untuk menentukan tekanan pada sisi Shell

$$\Delta p_s = \frac{f G_s^2 (N_b + 1) D_s}{2 \rho D_e \theta_s}$$

$$f = \exp(0,576 - 0,19 \ln Re_s)$$

$$= \exp[0,576 - 0,19 \ln(36,534)] = 0,242$$

$$\theta_s = \left(\frac{\mu_b}{\mu_w}\right)^{0,14} = \left(\frac{4,67 \times 10^{-4}}{6,04 \times 10^{-4}}\right)^{0,14} = 0,9646$$

$$N_s = \frac{L}{B} - 1 = \frac{5}{0,2} - 1 = 24$$

$$\Delta p_s = \frac{(0,242)(705^2)(24 + 1)(0,39)}{2(983,2)(0,0242)(0,96460)} = 25548 \text{ Pa} = 3,7 \text{ psi}$$

Karena  $3,7 < 5,0$  penurunan tekanan sisi shell dapat diterima untuk panjang tabung

$$Q = (\dot{m} c_p)_c (T_{c2} - T_{c1}) = \left(\frac{8,33 \text{ kg}}{s}\right) \left(\frac{4184 \text{ J}}{\text{kgK}}\right) (40 - 17) \text{ K} = 801,6 \text{ kW}$$

$$A_{of} = \frac{Q}{u_{of} \Delta T_{\omega}}$$

$$\Delta T_{ln,cf} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln(\Delta T_1/\Delta T_2)} = \frac{(67 - 40) - (53 - 17)}{\ln(67 - 40)/(53 - 17)}$$

$$= 31,3K$$

faktor f dapat diperkirakan 0,9 dari angka 2,7, jadi

$$\Delta T_m = F \Delta T_{ln,cf} = (0,95)(31,3) = 29,8K$$

$$A_{of} = \frac{801,600W}{\left(1028,2 \frac{W}{m^2K}\right) (29,8K)} = 26,2 m^2$$

$$A_0 = \pi d_0 L N_t$$

$$L = \frac{A_0}{\pi d_0 N_t} = \frac{26,2m^2}{\pi(0,019m)(124)} = 3,54m$$

Dan dibuktikan menjadi 4 m. sedangkan  $4m < 5m$ , panjang penukar panas dapat diterima.

Untuk perhitungan penurunan tekanan pada sisi tube

$$\Delta p_t = \left(4f \frac{LN_p}{d_i} + 4N_p\right) \frac{\rho u_{in}^2}{2}$$

$$\Delta p_t = \left(4 \times 0,000731 \times \frac{4 \times 2}{0,016} + 4 \times 2\right) \times \frac{996,8 \times (0,67)^2}{2}$$

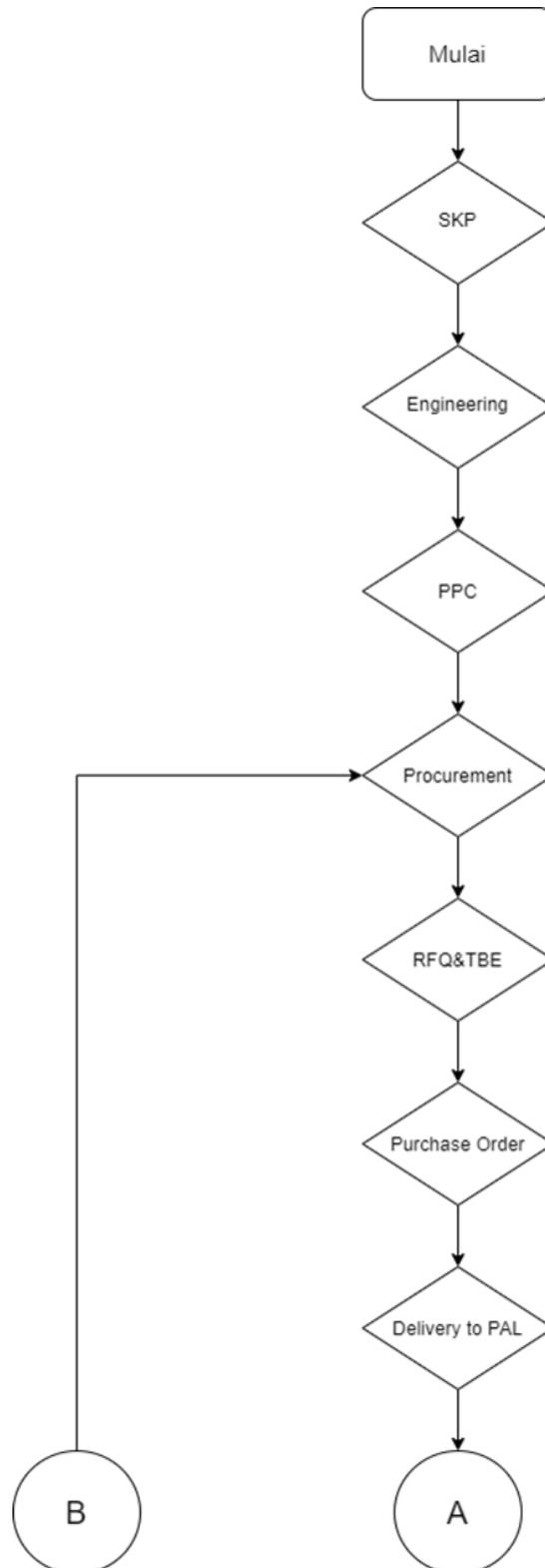
$$= 2116,95 Pa = 0,307 psi$$

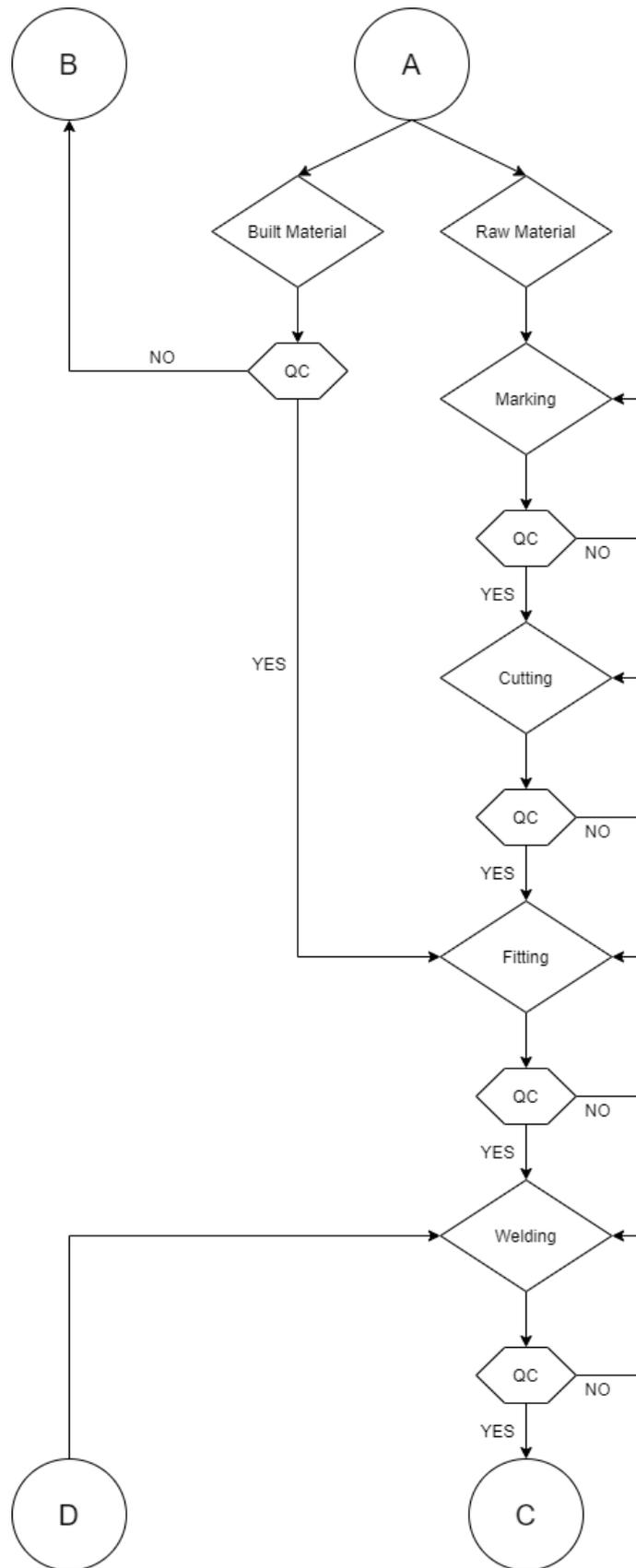
Penukar panas memenuhi persyaratan penurunan tekanan; Namun, OS untuk desain ini adalah 66% yang tidak dapat diterima. Desain dapat ditingkatkan / dioptimalkan dengan beberapa iterasi seperti dengan memilih cairan yang lebih sedikit fouling atau dengan meningkatkan koefisien perpindahan panas

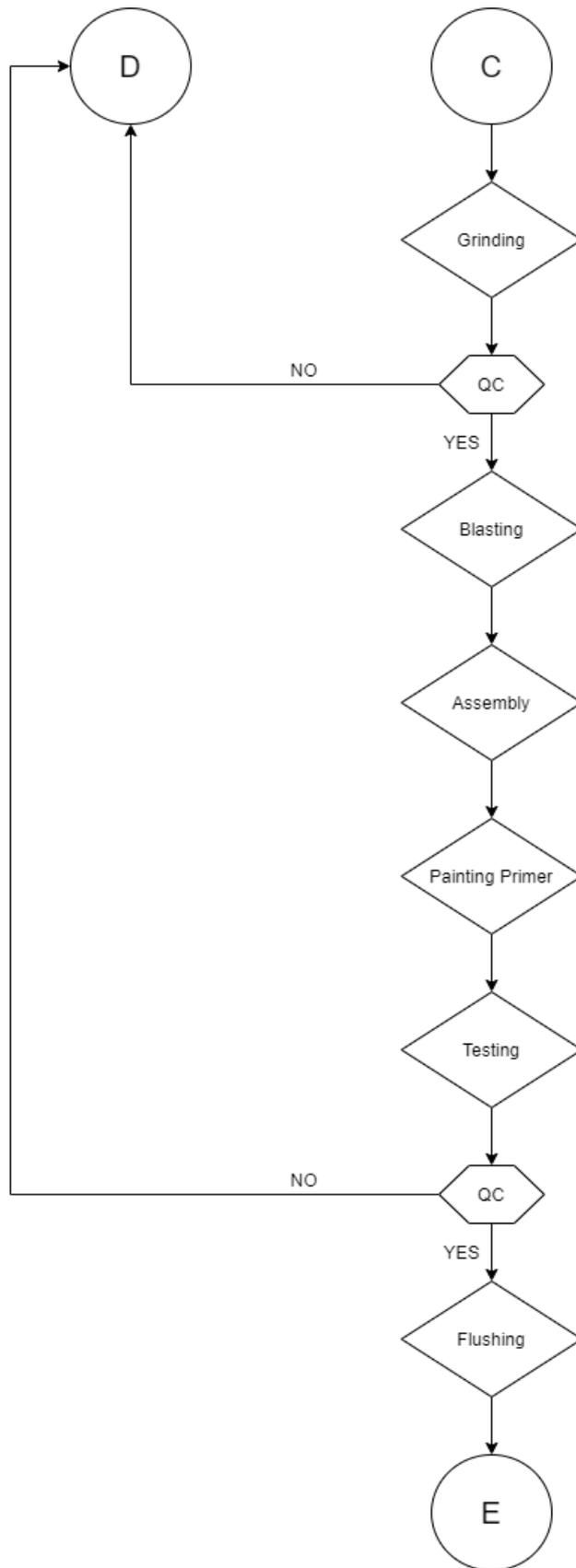
(sumber : sadik kakac (2012) Heat Exchanger : selection, Rating, and Thermal Desain. crc press third edition)

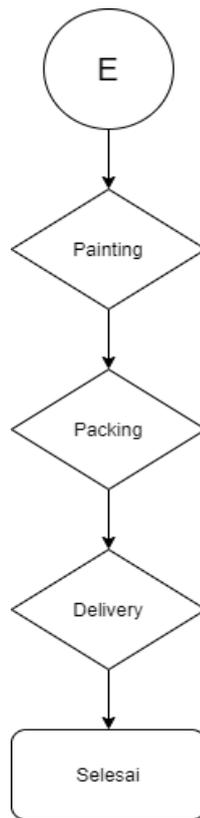
### 3.3 Permasalahan

flowchart oil cooler:









Gambar 3.4 flowchart  
(sumber ; PT.PAL)

Penjelasan :

1. Surat Kontrak Pekerjaan (SKP)

Pada proses pembuatan Oil Cooler hal yang pertama kali dilakukan oleh PT.PAL adalah dengan pembuatan surat kontrak pekerjaan (SKP) dengan pihak PT.Pertamina selaku konsumen. SKP merupakan surat kontrak pekerjaan yang dimana didalam SKP berisi hal hal seperti :

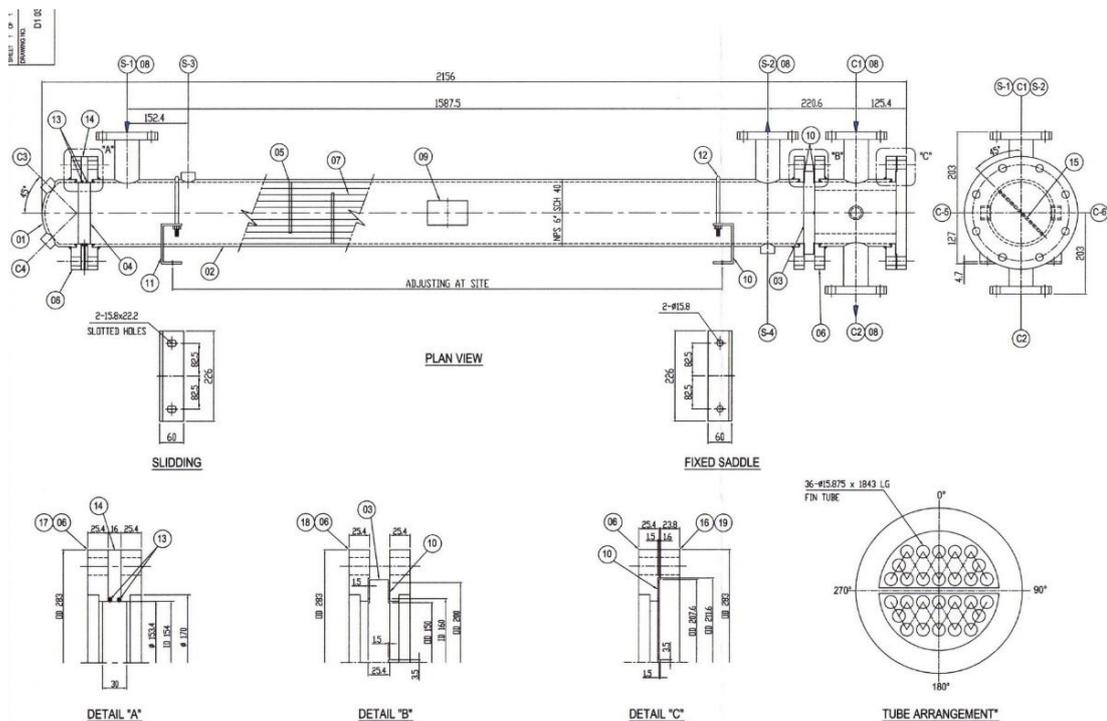
- a. Durasi kontrak
- b. Bahan dan kualitas
- c. Jenis material
- d. Sertifikat material
- e. Surat hasil pengujian dengan pihak Inspeksi
- f. Peryaratan pekerjaan

g. HSE

h. Serta prosedur pembuatan harus di approve ke PT.Pertamina

## 2. Engineer

Setelah melakukan perjanjian yang tertulis di dalam surat kontrak kemudian PT.PAL menyerahkan tanggung jawab kepada Engineering divisi GE selaku pihak yang bertanggung jawab untuk membuat desain gambar maupun menentukan material suatu produk. Output dari engineering adalah : shop drawing dan material yang dibutuhkan.



Gambar 3.5 main drawing oil cooler

(sumber ; PT.PAL)

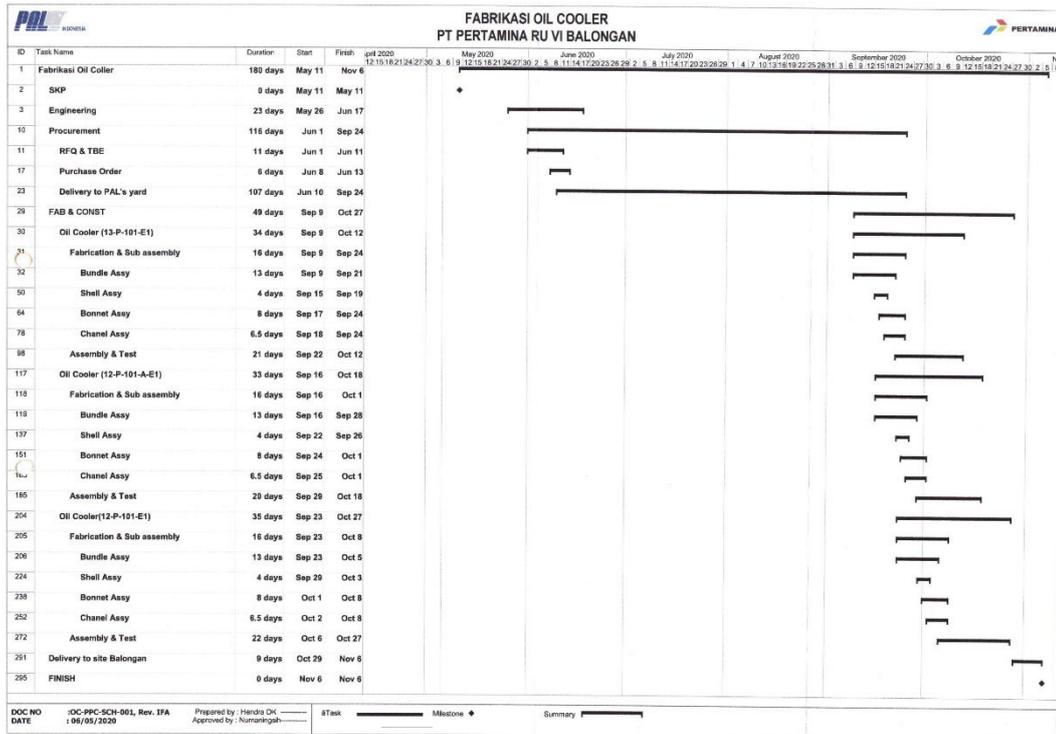
MATERIAL SPECIFICATION					LIST OF NOZZLE & CONNECTIONS					
ITEM	DESCRIPTION	DIMENSION (mm)	QTY (3 UNITS)	MATERIAL	MARK	SIZE	TYPE	MATERIAL NOZZLE /FLANGE	QTY	SERVICE & DESCRIPTION
1	PIPE CAP	6" NPS x Sch.40	3	SA-234 - WPB	C-1	2" NPS x SCH 80	Flange 150# ANSI S.O.RF	SA-106 Gr. B / SA-105	1	WATER INLET
2	SHELL	6" NPS x Sch.40 x 1949 Length	3	SA-106 Gr. B	C-2	2" NPS x SCH 80	Flange 150# ANSI S.O.RF	SA-106 Gr. B / SA-105	1	WATER OUTLET
3	FIX TUBE SHEET	1 25.4 x Ø 207.6	3	SA-286 Gr. 2	C-3	3/4" x 3000# THD	Coupling CW Plug	SA-105	1	VENT
4	FLOATING TUBE SHEET	1 30 x Ø 153.4	3	SA-286 Gr. 2	C-4	3/4" x 3000# THD	Coupling CW Plug	SA-105	1	DRAIN
5	BAFFLES PLATE	1 4 x 83 x 148	45	SA-286 Gr. C	C-5	3/4" x 3000# THD	Coupling CW Plug	SA-105	1	DRAIN
6	CHANNEL FLANGE / SHELL FLANGE	1 25.4 x OD 283 x ID 154	15	SA-285 Gr. C	C-6	3/4" x 3000# THD	Coupling CW Plug	SA-105	1	DRAIN
7	FIN TUBE	OD 58" x Min.Thk 1.25 x 1.843 Length	108	SA-179						
8	NOZZLE / FLANGE	2" NPS x Sch.80 x 110 L / 2" NPS #150 ANSI B16.5 SO.RF	12	SA 106 Gr. B / SA-105	S-1	2" NPS x SCH 80	Flange 150# ANSI S.O.RF	SA-106 Gr. B / SA-105	1	OIL INLET
9	NAME PLATE SUPPORT / NAME PLATE	1 4 x 135 x 309 / 1 1.5 x 82 x 100	3	SA 285 Gr. C / SS 316	S-2	2" NPS x SCH 80	Flange 150# ANSI S.O.RF	SA-106 Gr. B / SA-105	1	OIL OUTLET
10	GASKET	1 3 x OD 200 x ID 154	9	Non Asbestos	S-3	3/4" x 3000# THD	Coupling CW Plug	SA-105	1	OIL VENT
11	SADDLE	C100 x 60 x 7.5 x 5 x 226.2 Length	6	SA 36	S-4	3/4" x 3000# THD	Coupling CW Plug	SA-105	1	OIL DRAIN
12	U-BOLT	Ø 11 x For Pipe 6" NPS	6	CARBON STEEL						
13	O-RING	Ø 4.5 x ID 152.4	6	BUNA-N						
14	RETAINING RING	1 16 x ID 154 x OD 283	3	SA-285 Gr. C						
15	PARTITION PLATE	1 6 x 154 x 198.6	3	SA-285 Gr. C						
16	CHANNEL COVER	1 25.4 x Ø 283	3	SA-285 Gr. C						
17	STUD BOLT CW & 2 NUTS	3/4" NPS x 119 L	24	SA-193-87 / SA-194-2H GALV						
18	STUD BOLT CW & 2 NUTS	3/4" NPS x 128 L	24	SA-193-87 / SA-194-2H GALV						
19	STUD BOLT CW & 2 NUTS	3/4" NPS x 100 L	24	SA-193-87 / SA-194-2H GALV						

Tabel 3.2 keterangan pada main drawing

(Sumber ; PT.PAL)

### 3. PPC (Production, planning, dan controlling)

Setelah desain gambar terselesaikan hal proses selanjutnya adalah dengan memilih seseorang untuk bertanggung jawab sebagai kepala PPC pada proyek oil cooler. PPC (production, planning, dan controlling) merupakan pihak yang bertanggung jawab merencanakan, mengkoordinasikan dan mengendalikan sumber daya dalam bidang perencanaan dan pengendalian proses dan bertanggung jawab terhadap Quality, Cost dan Delivery sesuai yang telah ditetapkan perusahaan. Salah satu Output dari PPC adalah planning proyek yang dibuat dalam bentuk microsoft project



Gambar 3.6 time line project

(sumber ; PT.PAL)

#### 4. Procurement

Setelah terpilih penanggung jawab proyek dan telah di keluarkannya desain kemudian PT.PAL melakukan proses procurement. Procurement adalah Procurement adalah sebuah kegiatan yang dilakukan oleh sebuah perusahaan untuk membeli material, barang, peralatan usaha, mesin-mesin produksi, atau bahkan bahan-bahan bangunan, equipment reparasi, dan jasa yang sedang dibutuhkan oleh perusahaan tersebut. pengadaan material yang dibutuhkan untuk proses produksi. Dalam pengadaan material selain melakukan pengadaan material dalam bentuk raw material juga melakukan pengadaan dalam bentuk built material untuk memangkas ongkos produksi. Berikut ini merupakan daftar material yang digunakan dalam proyek oil cooler.

Built material : barang maupun peralatan yang langsung pakai tanpa harus perlu adanya proses pemesinan terlebih dahulu diantaranya :

a. FIX TUBE SHEET

dengan spesifikasi sebagai berikut :

t 25,4 x D 207,6 dengan jumlah masing masing shell and tube 1 buah  
serta material yang digunakan adalah SA-266 Gr.2



Gambar 3.7 tube sheet  
(sumber ; PT.PAL)

b. FLOATING TUBE SHEET

dengan spesifikasi sebagai berikut :

t 30 x D 153,4 dengan jumlah masing masing shell and tube 1 buah  
serta material yang digunakan adalah SA-266 Gr.2



Gambar 3.8 floating tube sheet  
(sumber ; PT.PAL)

c. BAFFLES PLATE

dengan spesifikasi sebagai berikut :

t 4 x 83 x 148 dengan jumlah masing masing shell and tube 15 buah  
serta material yang digunakan adalah SA-285 Gr.C



Gambar 3.9 baffles plate  
(sumber ; PT.PAL)

- d. CHANNEL FLANGE / SHELL FLANGE  
dengan spesifikasi sebagai berikut :  
t 25,4 x OD 283 x ID 154 dengan jumlah masing masing shell and tube  
5 buah serta material yang digunakan adalah SA-285 Gr.C



Gambar 3.10 CHANNEL FLANGE / SHELL FLANGE  
(sumber ; PT.PAL)

- e. FIN TUBE  
dengan spesifikasi sebagai berikut :  
OD 5/8" x Min Thk. 1,25 x 1.843 Length dengan jumlah masing masing  
shell and tube 36 buah serta material yang digunakan adalah SA-179



Gambar 3.11 find tube  
(sumber ; PT.PAL)

f. U-BOLT

dengan spesifikasi sebagai berikut :

D 11 x for pipes 6" NPS dengan jumlah masing masing shell and tube  
2 buah serta material yang digunakan adalah Carbon Steel



Gambar 3.12 u-bolt

(sumber : <https://www.etsworlds.id/2018/01/pengertian-dan-fungsi-klem-pipa-u-bolt.html>)

g. O-RING

dengan spesifikasi sebagai berikut :

D 4,5 x ID 152,4 dengan jumlah masing masing shell and tube 2 buah  
serta material yang digunakan adalah BUNA-N



Gambar 3.13 O-ring

(sumber : <https://www.tokopedia.com/sentralmurbaut/ring-plat-baja-htb-1-m24-hitam-black-tebal-3mm-pasangan-baut>)

- h. RETAINING RING  
dengan spesifikasi sebagai berikut :  
t 16 x ID 154 x OD 283 dengan jumlah masing masing shell and tube 1 buah serta material yang digunakan adalah SA-285 Gr.C
  
- i. CHANNEL COVER  
dengan spesifikasi sebagai berikut :  
t 25,4 x D 263 dengan jumlah masing masing shell and tube 1 buah serta material yang digunakan adalah SA-285 Gr.C



Gambar 3.14 channel cover

(sumber ; PT.PAL)

- j. STUD BOLT CAW & 2 NUTS  
dengan spesifikasi sebagai berikut :

3/4" NPS x 119 L ; 3/4" NPS x 128 L ; 3/4" NPS x 100 L dengan jumlah masing masing shell and tube 8 buah dari setiap ukuran serta material yang digunakan adalah SA-193-B7/SA-194-2H GALV.



Gambar 3.15 Stud bolt

(sumber : <http://id.bd-pipefitting.com/stud-bolt/52407272.html>)

Raw material : barang maupun peralatan yang perlu adanya proses pemesinan terlebih dahulu sebelum kita gunakan diantaranya

a. PIPE CAP

dengan spesifikasi sebagai berikut :

6" NPS x Sch 40 dengan jumlah masing masing shell and tube 1 buah serta material yang digunakan adalah SA-234 WPB



Gambar 3.16 pipe cap

(sumber : <https://www.unitedforgeind.com/asme-ansi-b16-9-pipe-cap-pipe-fittings-manufacturer-exporter.html>)

b. SHELL

dengan spesifikasi sebagai berikut :

6" NPS x Sch 40 x 1949 Length dengan jumlah masing masing shell and tube 1 buah serta material yang digunakan adalah SA-106 Gr.B



Gambar 3.17 shell  
(sumber ; PT.PAL)

c. NOZZLE

dengan spesifikasi sebagai berikut :

2" NPS x Sch.80 x 110 L / 2" NPS #150 ANSI B 16,5 SO.RF dengan jumlah masing masing shell and tube 4 buah serta material yang digunakan adalah SA-106 Gr.B



Gambar 3.18 nozzle  
(sumber ; PT.PAL)

d. NAME PLATE

dengan spesifikasi sebagai berikut :

t 4 x 135 x 309 / 1,5 x 62 x 100 dengan jumlah masing masing shell and tube 1 buah serta material yang digunakan adalah SA-285 Gr.C



Gambar 3.19 name plate  
(sumber ; PT.PAL)

e. GASKET

dengan spesifikasi sebagai berikut :

t 3 x OD 200 x ID 154 dengan jumlah masing masing shell and tube  
3 buah serta material yang digunakan adalah Non Asbestos



Gambar 3.20 gasket  
(sumber ; PT.PAL)

f. SADDLE

dengan spesifikasi sebagai berikut :

C100 x 60 x 7,5 x 5 x 226,2 Length dengan jumlah masing masing shell  
and tube 2 buah serta material yang digunakan adalah SA 36



Gambar 3.21 saddle  
(sumber ; PT.PAL)

g. PARTITION PLATE

dengan spesifikasi sebagai berikut :

t 6 x 154 x 196,6 dengan jumlah masing masing shell and tube 1 buah  
serta material yang digunakan adalah SA-285 Gr.C



Gambar 3.22 partition plate  
(sumber ; PT.PAL)

- h. Front end stationary head  
6" NPS x Sch 40 x 241 Length dengan jumlah masing masing shell and tube 1 buah serta material yang digunakan adalah SA-106 Gr.B



Gambar 3.23 front end stationary head  
(sumber ; PT.PAL)

## 5. RFQ and TBE

Setelah PT.PAL telah mengetahui bahan bahan / peralatan yang akan di pesan pihak PT.PAL melakukan Request For Quatition (RFQ) yaitu pengajuan material yang dibutuhkan oleh PT.PAL kepada vendor yang dimana pengajuan tersebut bertujuan untuk mendapatkan penawaran yang terbaik sesuai dengan spesfikasi dan anggaran. Setelah melakukan RFQ pihak PT.PAL melaksanakan Technical Bid Evaluation (TBE) yaitu laporan yang dikeluarkan procurement dan user (line manager) kepada vendor terhadap hasil evluasi teknis.

## 6. PO (purchase order)

Setelah mendapatkan kepastian akan vendor yang akan digunakan pihak PT.PAL melakukan Purchase Order (PO). Purchase Order (PO) adalah sebuah document yang dibuat oleh PT.PAL untuk menunjukkan barang yang akan mereka beli dari pihak vendor. Purchase order juga merupakan sebuah kontrak yang membentuk kesepakatan antara PT.PAL dengan pihak vendor.

Kemudian setelah melalui kesepakatan dan beberapa perjanjian. PT.PAL menerima materil bahan maupun barang yang telah dikirim oleh pihak vendor sesuai dengan yang disepakati.

Setelah barang datang di PT.PAL proses berikutnya adalah dengan melakukan proses fabrikasi dan konstruksi. pada proses ini terdapat beberapa kegiatan antara lain :

- i. Marking
- ii. Cutting
- iii. Fitting
- iv. Welding
- v. Grinding
- vi. Blasting
- vii. Assembly
- viii. Painting primer
- ix. Flushing
- x. Painting

Pada saat melakukan proses fabrikasi dan konstruksi terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan salah satunya adalah penggunaan peralatan pelindung diri dan keselamatan kerja. Berikut merupakan beberapa peralatan pelindung diri pada saat kita bekerja :

1. Kacamata safety
2. Helm safety
3. Warepack
4. Sepatu safety

5. Sarung tangan
6. Masker
7. Dan lainnya



Gambar 3.24 peralatan pelindung diri

(sumber : <https://otosigna99.blogspot.com/2020/05/alat-pelindung-diri-apd-dalam-k3.html>)

Berikut merupakan rangkaian proses fabrikasi dan kontruksi yang dikerjakan oleh PT.PAL dalam membuat Oil Cooler milik PT.Pertamina persero :

#### 1. Marking

Proses yang pertama kali dilakukan yaitu proses marking. Proses marking adalah pengukuran dan pembentukan sketsa langsung pada bahan raw material dari semua item berdasarkan shop drawing yang telah dibuat. Adapun beberapa peralatan yang digunakan pada proses ini adalah:

- i. Roll meter
- ii. White marker.
- iii. Paku
- iv. Palu
- v. Jangka sorong
- vi. Jangka

Dan berikut merupakan list material yang di marking sesuai dengan desain :

a. SHELL TYPES



Gambar 3.25 marking shell

(sumber ; PT.PAL)

b. FRONT END STATIONARY HEAD



Gambar 3.26 marking front end stationary head

(sumber ; PT.PAL)

c. PARTITION PLATE

d. GASKET



Gambar 3.27 proses marking gasket

(sumber ; PT.PAL)

e. NOZZLE

f. PIPE CAP



Gambar 3.28 marking pipe cap  
(sumber ; PT.PAL)

g. SPACER



Gambar 3.29 marking spacer  
(sumber ; PT.PAL)

h. SEALING STRIP

2. Cutting

Setelah melakukan kegiatan marking selanjutnya adalah dengan melakukan kegiatan proses pemotongan material sesuai dengan desain. Pada proses pemotongan ini menggunakan beberapa alat pemotong antara lain :

- i. Gerinda
- ii. Mesin las OAW
- iii. Bor tangan
- iv. Bor tunner

Dan berikut merupakan beberapa list material yang melalui proses cutting :

a. PARTITION PLATE

b. GASKET



Gambar 3.30 cutting gasket  
(sumber ; PT.PAL)

c. NOZZLE

d. PIPE CAP

e. SPACER



Gambar 3.31 proses cutting spacer  
(sumber ; PT.PAL)

f. SEALING STRIP

3. Fitting

Proses fitting adalah proses menyambung dua bagian item sesuai dengan desain yang di berikan dari engineering dan setelah dilakukannya proses marking dan cutting. Setelah sesuai dengan gambar kemudian di sambungkan dengan las titik di beberapa bagian yang berfungsi sebagai penahan dan bersifat sementara sebelum melanjutkannya kedalam proses pengelasan. Alat yang digunakan pada proses fitting adalah :

- i. Mesin las tig

ii. Filler

Adapun beberapa list material yang perlu dilakukan proses fitting antara lain :

a. Shell dengan flange



Gambar 3.32 proses fitting flange dengan shell  
(sumber ; PT.PAL)

b. Pipe cap dengan flange

c. Nozzle dengan flange

d. Shell dengan Nozzle



Gambar 3.33 fitting shell dengan nozzle  
(sumber ; PT.PAL)

e. Front end stationary head dengan nozzle

f. Partition plate dengan front end stationary head



Gambar 3.34 fitting partition plate dengan front end stationary head  
(sumber ; PT.PAL)

g. Dan lainnya sesuai dengan desain

Setelah dilakukannya proses fitting selanjutnya hasil fitting tersebut di lakukan pengecekan oleh pihak QC dari PT.PAL yang kemudian jika terdapat kecacatan pada fitting maupun ukuran maka harus dilakukan revisi dan jika telah dinyatakan layak untuk di welding maka selanjutnya dilakukan proses welding.

#### 4. Welding

Welding adalah proses menyambung dua bagian item setelah melalui QC dengan menggunakan energi panas. untuk menghasilkan sambungan yang berkelanjutan serta permanen. alat yang digunakan adalah:

- i. Mesin las TIG
- ii. Filler

Material yang di welding adalah :

a. Shell dengan flange



Gambar 3.35 welding shell dengan flange  
(sumber ; PT.PAL)

- b. Pipe cap dengan flange



Gambar 3.36 welding pipe cap dengan flange  
(sumber ; PT.PAL)

- c. Nozzle dengan flange



Gambar 3.37 welding nozzle dengan flange  
(sumber ; PT.PAL)

- d. Shell dengan Nozzle



Gambar 3.38 welding shell dengan nozzle  
(sumber ; PT.PAL)

- e. Front end stationary head dengan nozzle



Gambar 3.39 welding front end stationary dengan nozzle  
(sumber ; PT.PAL)

- f. Partition plate dengan front end stationary head



Gambar 3.40 welding partition plate dengan front end stationary head  
(sumber ; PT.PAL)

- g. Tube dengan tube sheet



Gambar 3.41 welding tube dengan tube sheet  
(sumber ; PT.PAL)

- h. Dan lainnya sesuai dengan desain

## 5. Grinding

Setelah dilakukan proses welding maka proses selanjutnya adalah grinding. Namun sebelum dilakukan proses grinding, perlu dilakukan lagi pengecekan oleh pihak Quality control yang dimana berfungsi untuk mengetahui terdapat kecacatan pada hasil pengelasan atau layak untuk lanjut ke dalam proses selanjutnya.

Grinding pada proses ini grinding dibutuhkan untuk pemerataan antar plat setelah dilakukan pengelasan serta pembersihan karat pada baffle. Alat yang digunakan adalah:

- i. Gerinda tangan

Material yang di grinding adalah material yang telah dinyatakan lolos dari kecacatan pada pengelasan. Setelah dilakukan proses grinding proses selanjutnya adalah Blasting.



Gambar 3.42 proses grinding pada baffle

(sumber ; PT.PAL)

## 6. Blasting

Blasting Proses blasting ini dilakukan dengan cara menyemprotkan pasir silika menggunakan tekanan udara ke semua bagian permukaan material fabrikasi untuk menghilangkan kotoran, kerak ataupun lapisan logam tertentu yang menempel. Alat dan bahan yang digunakan adalah:

- i. Mesin sand blasting
- ii. Pasir silika
- iii. APD

Material yang di blasting:

- a. Seluruh permukaan shell



Gambar 3.43 proses kegiatan blasting

(sumber : <https://arlenlobalmulia.com/jasa-sandblasting/>)

## 7. Assembly

Assembly adalah proses penggabungan/perakitan antara seluruh item shell dan tube alat setelah melakukan proses blasting yang digunakan adalah:

- i. Kunci ring
- ii. Kunci pas
- iii. Kunci pipa
- iv. Kunci adjustable
- v. Selotip
- vi. Impact

Dalam pelaksanaan assembly ada beberapa step assembly yang harus dikerjakan. Berikut step material yang harus di assembly terlebih dahulu:

- a. Step 1 bagian shell
  - i. Item full coupling, Item plug
  - ii. Item u-bolt, Item channel
- b. Step 2 bagian tube

- i. Item low fin tube, Item floating tubesheet, Item fix tubesheet, Item baffle plate, Item tie rods, Item spacer, Item sealing strip, Item hex nut
- c. Step 3 assembly shell and tube
  - i. Item tube yang di assembly di step 2 di masukan ke dalam item shell yang di assembly di step 1



Gambar 3.44 proses penggabungan antara baffles plate, fin tube, tube sheet, spacer dan sealing strip  
(sumber ; PT.PAL)

#### 8. Painting primer

Painting primer adalah proses pengecatan menggunakan cat dasar guna melindungi dari karat. Pada proses painting primer alat yang di gunakan adalah:

- a. Paint sprayer
- b. Cat primer

Material yang di cat primer adalah:

- i. Seluruh permukaan shell atau bagian luar



Gambar 3.45 hasil painting primer  
(sumber ; PT.PAL)

## 9. Flushing

Flushing adalah membersihkan sisa cairan di dalam shell and tube dan selama pembersihan sekaligus memberikan cairan anti karat alat yang di gunakan adalah:

- a. Selang
- b. Pipa
- c. Pompa
- d. Valve
- e. Reservoir
- f. Air
- g. Cairan anti karat

Proses kerja flushing dimulai dari mencampurkan cairan anti karat dengan air di dalam sebuah reservoir yang kemudian di sirkulasikan dengan pompa ke seluruh bagian. Bagian yang harus di lakukan proses flushing adalah:

- i. Bagian dalam shell
- ii. Tube



Gambar 3.46 proses flushing shell and tube  
(sumber ; PT.PAL)

#### 10. Painting

Painting adalah proses pengecatan menggunakan cat pewarna sesuai dari permintaan alat yang di gunakan adalah:

- i. Paint sprayer
- ii. Cat sekunder

Material yang di cat primer adalah:

- a. Seluruh permukaan shell



Gambar 3.47 proses painting  
(sumber ; PT.PAL)

#### 11. Packing

Packing adalah sebuah kegiatan pengemasan suatu produk yang mana memiliki fungsi untuk mencegah kerusakan pada saat pengiriman sedangkan delivery adalah sebuah kegiatan pengiriman Oil cooler kepada PT.Pertamina balongan hasil pengerjaan dari PT.Pal.



Gambar 3.48 proses packing  
(sumber ; PT.PAL)



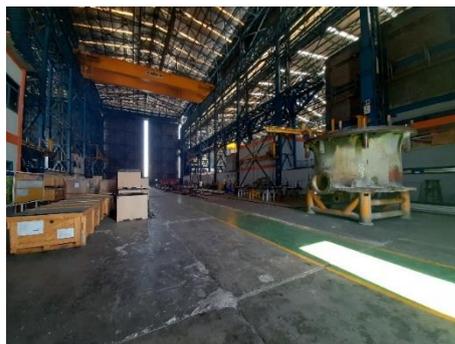
Gambar 3.49 proses pengiriman  
(sumber ; PT.PAL)

## Bab IV

Dengan terlaksananya program magang kerja di PT. PAL Indonesia (Persero) penulis dapat memberikan sedikit masukan mengenai kelemahan, kekurangan dan rekomendasi kepada PT. PAL Indonesia (Persero) terutama di divisi General Engineering di mana kami ditempatkan pada kesempatan magang kali ini yang mungkin dapat berguna bagi kemajuan dari PT. PAL Indonesia (Persero) itu sendiri.

### 4.1 Kekuatan

1. petugas keamanan serta ketertiban berjalan dengan baik
2. terdapat pelatihan untuk menangani kecelakaan kerja
3. mematuhi protokol Kesehatan
4. melaksanakan pekerjaan dengan baik dan tepat waktu
5. memerhatikan kualitas dan kepuasan konsumen terhadap hasil pengerjaan
6. mentaati peraturan jam kerja
7. terdapat peralatan peralatan yang lebih modern
8. selalu menjaga kebersihan dan kerapian lingkungan kerja
9. melakukan perbaikan peralatan secara teratur
10. memaksimalkan waktu dalam bekerja sehingga ketika terdapat kegagalan atau kecacatan pada poryek masih dapat teratasi tanpa harus melakukan penambahan deadline
11. mematuhi peraturan keselamatan kerja
12. melaksanakan pekerjaan sesuai dengan SOP



Gambar 4.1 kondisi lapangan yang bersih dan tertata

(sumber : PT.PAL)



Gambar 4.2 melaksanakan protokol Kesehatan yang ketat serta mematuhi protokol keselamatan kerja  
(sumber : PT.PAL)

#### 4.2 Kelemahan

1. Kurangnya komunikasi antar pihak mengenai prosedur pengiriman proposal program OJT
2. Kurangnya komunikasi antar divisi sehingga terdapat miss komunikasi
3. Effisiensi keluar masuk barang
4. Penerapan ilmu lebih kecil dari pada pengalaman sehingga terkadang terdapat kegagalan
5. Pengkajian ulang mengenai program OJT
6. Kurangnya pemaparan secara rimci mengenai peraturan yang ada terhadap peserta OJT
7. Penggunaan overhead crane yang tidak sesuai SOP
8. Proses pengerindaan yang dilakukan tanpa bantuan penjepit yang dapat beresiko terhadap keselamatan kerja
9. Kurangnya fasilitas pendukung pada saat melaksanakan pengelasan sehingga menggunakan peralatan seadanya agar tidak terdapat udara yang mengganggu pada saat aktifitas pengelasan dilakukan



Gambar 4.3 proses menggerinda  
(sumber : PT.PAL)



Gambar 4.4 proses pengelasan  
(sumber : PT.PAL)

#### 4.3 Rekomendasi

1. Melakukan pengkajian ulang serta pemaparan kepada tiap DIVISI akan program OJT
2. Dalam meningkatkan efektivitas produktivitas maka sebaiknya menggunakan dan mengupdate ilmu-ilmu manajemen proyek dari beberapa sumber baik buku, jurnal dan lain sebagainya dalam pembuatan jadwal pada manajemen produksi sehingga dapat mengurangi ongkos produksi dan meningkatkan keuntungan.
3. Untuk mempermudah koordinasi antara pekerja lapangan dan pihak manajemen proyek sebaiknya para pekerja lapangan diberikan perlengkapan check list item yang sudah keluar dari workshop
4. Sebaiknya dalam mempercepat proses produksi maka di perlukan penambahan hand piece

5. Sebaiknya PT. PAL Indonesia (Persero) dapat lebih sering melakukan cek ulang pada desain produk yang akan di produksi sehingga dapat meminimalkan permasalahan yang berpotensi terjadi
6. Untuk program OJT sebaiknya di kaji ulang agar lebih sistematis dan terstruktur sehingga para peserta OJT tidak di bingungkan tentang kegiatan yang akan mereka jalani sehari hari.
7. Peserta OJT lebih dijelaskan Kembali dengan rinci tentang batasan-batasan yang boleh dilihat, ataupun data-data yang boleh dipelajari.

## BAB V

### Hydrostatic test

#### 5.1 Hydrostatic test

Hydrostatic test adalah salah satu cara pengujian kekuatan dan kebocoran pada bejana tekan atau *pressure vessel* – seperti *boiler, heat exchanger*, reaktor, perpipaan dengan menggunakan media fluida cair (umumnya air).

Cara melakukan hydrostatic test adalah dengan memasukkan air ke dalam bejana tekan atau perpipaan dengan tekanan tertentu. Kemudian, kondisi bertekanan ditahan sampai jangka waktu tertentu sesuai dengan standar rujukan yang digunakan.

Apabila tidak ditemukan kebocoran dan tekanan air di dalamnya tetap, maka dapat disimpulkan bahwa bejana tekan atau perpipaan yang dites lulus uji.

*Hydrostatic test* dilakukan pada tekanan yang lebih tinggi dari tekanan design (*design pressure*).

(sumber : lukman143, 2 April 2019, cara aman melakukan Hydrostatic Test. Proses produksi.com)

#### 5.2 Persiapan sebelum melakukan Hydro test :

1. Memastikan pekerjaan yang akan diuji pemasangan peralatan telah terselesaikan semua.
2. Membentuk team atau tenaga kerja untuk pekerjaan Hydro test.
3. Memastikan semua pekerja telah mengetahui tugas Hydro test, proses pengujian dan bahaya saat pengujian.

4. Mempersiapkan semua peralatan yang diperlukan untuk mencapai target waktu penyelesaian tets.
5. Memastikan bahwa sebelum pelaksanaan pekerjaan testing sudah mengikuti prosedur safety
6. Melakukan pemasangan brikade maupun peralatan pendukung pengujian dan memasang tanda informasi bahwa sedang dilakukan pengujian hydro test.

(sumber : Ni-Ku 03-08-2019, proses Hydro Testing pada sistem Pipa, Workprocess.blogspot.com)

JOB HAZARD ANALYSIS		REVISI	
DOCUMENT NO. ZBA 010000002019002	HYDROSTATIC TEST	REV. 0	
Signature: M. Samsul Huda			
Workplace / Tempat bekerja Work Shop KP 11 881 Div. General Engineering	Task Description / Uraian Tugas Hydrostatic Test and Manual Handling	Date: Plant Location: General Engineering PT. PAL INDONESIA	
Prepared by/di siapkan oleh: Ach. Mufiduddin	Revisi Gantiang: Raza Ginting	Wahyu F.	
PROCESS STEPS / Langkah Kerja	POTENTIAL HAZARDS / Bahaya yang mungkin timbul	HAZARD CONTROL MEASURES & PPE / Cara untuk menghindari bahaya & APD	PERSON(S) RESPONSIBLE FOR CONTROL MEASURE
Persiapan personil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pekerja kurang / tidak sehat</li> <li>• Pekerja tidak mematuhi peraturan K3 di lokasi Proyek</li> <li>• Pekerja tidak terlatih</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pastikan semua pekerja dalam kondisi sehat</li> <li>• Pastikan pekerja mendapat Safety Induction dan JSA</li> <li>• Pastikan pekerja memiliki sertifikat yang valid</li> <li>• Pastikan pekerja mendapat observasi</li> </ul>	Safety / Supervisor Supervisor
Persiapan Material & peralatan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alat tidak layak pakai / rusak</li> <li>• Alat tidak terkalibrasi / tidak berfungsi</li> <li>• Pemasangan Material masih belum sempurna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pastikan Piping atau benda kerja sudah mendapat izin untuk di lakukan pekerjaan dan supervisi / QA</li> <li>• Pastikan peralatan telah terkalibrasi dan memenuhi standar</li> <li>• Lakukan pemeriksaan alat - alat sebelum pemakaian</li> <li>• Pastikan material sudah terpasang di tempat yang aman dan sesuai rencana pemasangan</li> <li>• Pastikan Lokasi Material tidak di lindungi di area yang aman.</li> </ul>	Safety / Supervisor Supervisor

Gambar 5.1 Job Hazzard Analysis

(sumber : PT.PAL)

### 5.3 Peralatan yang digunakan

Peralatan yang dipergunakan untuk melakukan hydro Test harus terkalibrasi terutama pada pressure gauge, dan pressure record berikut adalah peralatan yang digunakan pada saat hydro test:

1. Blind flange
2. Gasket
3. Pressure gauge indicator
4. Recorder pressure

5. Hydrostatic pressure testing
6. Stud bolts
7. Hoses dan kelengkapan konektornya
8. Valve
9. Timer
10. Kunci ring
11. Kunci pas
12. Kunci pipa
13. Kunci adjustable
14. Selotip
15. Selang
16. Pipa
17. Valve
18. Reservoir
19. Air
20. Compressor
21. Tang bending

#### 5.4 Bahaya Hydro test atau Hydrostatic Test

*Hydrostatic test* harus dilakukan dengan sangat hati-hati karena potensi bahaya yang ada di dalamnya. Lakukan *hazard assessment* sebelumnya dan lakukan tindakan selanjutnya dengan menerapkan teknik pengendalian bahaya yang sesuai.

Dengan tekanan yang tinggi itu, maka bahaya hydrotest sangat jelas. Ia bisa mengakibatkan cedera dan bahkan mungkin *fatality*.

Selain itu, kerusakan pada fasilitas pun bisa terjadi karena *over pressure* atau bahkan *explosion*.

(sumber : lukman143, 2 April 2019, cara aman melakukan Hydrostatic Test. Proses produksi.com)

## 5.5 Pelaksanaan Hydro Test pada shell heat exchanger :

1. Pastikan semua peralatan sudah terpasang dan terangkai dengan baik dan aman
2. Masukkan air kedalam shell hingga penuh
3. Nyalakan alat Hydrostatic pressure testing dan berikan tekanan kedalam shell hingga mencapai 150 Psig
4. Tahan tekanan 150 Psig pada dalam shell dengan durasi waktu 10 menit.
5. Cek bagian sambungan jika terdapat kebocoran maka pastikan terlebih dahulu penyebab dari kebocoran tersebut dan cek pada pressure gauge apakah terjadi penurunan.
6. Jika dirasa tidak terdapat kebocoran maupun penurunan tekanan maka selanjutnya adalah dengan penambahan tekanan hingga 225 Psig. Kemudian tunggu hingga 60 menit.
7. Cek kembali bagian sambungan jika terdapat kebocoran maka pastikan terlebih dahulu penyebab dari kebocoran tersebut dan cek pada tekanan terjadi apakah terjadi penurunan.
8. Jika dirasa tidak terdapat kebocoran maupun penurunan tekanan maka selanjutnya adalah kurangi tekanan hingga 150 Psig. Kemudian tunggu hingga 10 menit.
9. Cek kembali bagian sambungan jika terdapat kebocoran maka pastikan terlebih dahulu penyebab dari kebocoran tersebut dan cek pada tekanan terjadi apakah terjadi penurunan.
10. Setelah dirasa tidak terjadi pengurangan tekanan maupun kebocoran kemudian turunkan tekanan secara perlahan hingga kondisi didalam shell Kembali normal
11. Setelah kondisi didalam shell telah Kembali normal cek recorder pressure apakah sesuai dengan grafik yang di inginkan. Jika telah sesuai maka pengujian pada shell dapat dinyatakan telah lolos.

Pelaksanaan Hydro Test pada Tube heat exchanger :

1. Pastikan semua peralatan sudah terpasang dan terangkai dengan baik dan aman
2. Masukkan air kedalam tube hingga penuh
3. Nyalakan alat Hydrostatic pressure testing dan berikan tekanan kedalam tube hingga mencapai 150 Psig
4. Tahan tekanan 150 Psig pada dalam tube dengan durasi waktu 10 menit.
5. Cek bagian sambungan jika terdapat kebocoran maka pastikan terlebih dahulu penyebab dari kebocoran tersebut dan cek pada pressure gauge apakah terjadi penurunan.
6. Jika dirasa tidak terdapat kebocoran maupun penurunan tekanan maka selanjutnya adalah dengan penambahan tekanan hingga 225 Psig. Kemudian tunggu hingga 60 menit.
7. Cek kembali bagian sambungan jika terdapat kebocoran maka pastikan terlebih dahulu penyebab dari kebocoran tersebut dan cek pada tekanan terjadi apakah terjadi penurunan.
8. Jika dirasa tidak terdapat kebocoran maupun penurunan tekanan maka selanjutnya adalah kurangi tekanan hingga 150 Psig. Kemudian tunggu hingga 10 menit.
9. Cek kembali bagian sambungan jika terdapat kebocoran maka pastikan terlebih dahulu penyebab dari kebocoran tersebut dan cek pada tekanan terjadi apakah terjadi penurunan.
10. Setelah dirasa tidak terjadi pengurangan tekanan maupun kebocoran kemudian turunkan tekanan secara perlahan hingga kondisi didalam tube Kembali normal
11. Setelah kondisi didalam tube telah Kembali normal cek recorder pressure apakah sesuai dengan grafik yang di inginkan. Jika telah sesuai maka pengujian pada tube dapat dinyatakan telah lolos.



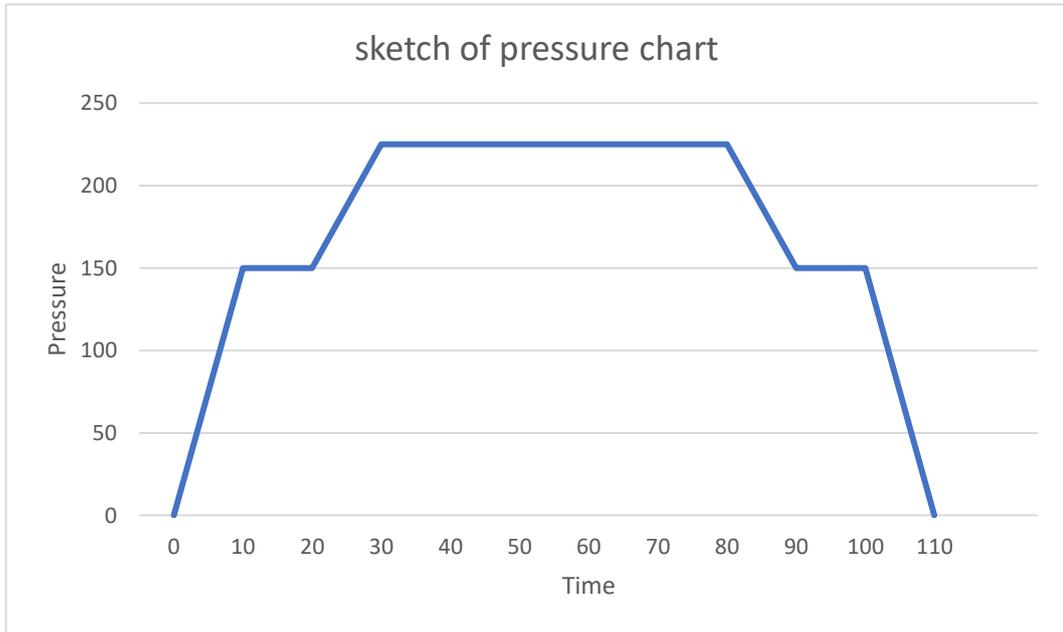
Gambar 5.2 pelaksanaan pengujian hydro test  
(sumber : PT.PAL)

#### 5.6 Data pengujian hydro test

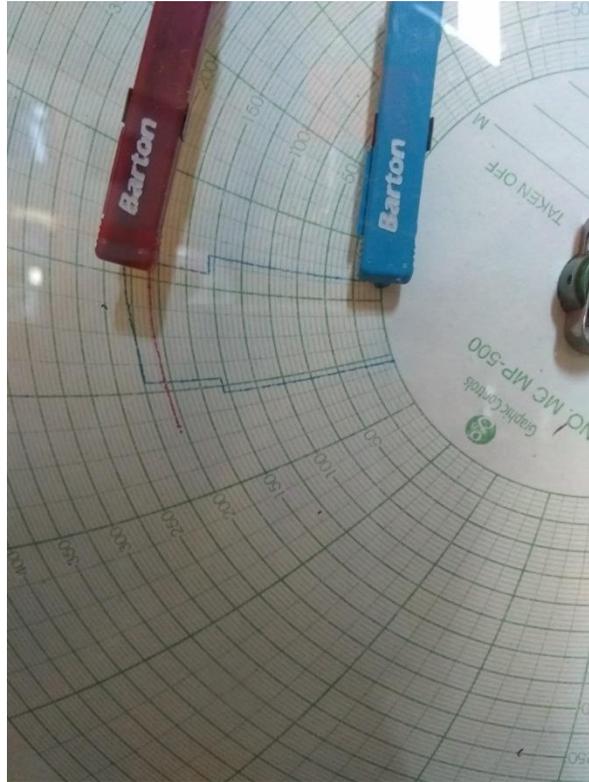
Description	Design pressure	Hydrostatic test pressure
Oil cooler (shell side)	10,54 kg/cm <sup>2</sup> G 150 Psig	15,82 kg/cm <sup>2</sup> G 225 Psig
Oil cooler (tube side)	10,54 kg/cm <sup>2</sup> G 150 Psig	15,82 kg/cm <sup>2</sup> G 225 Psig

Tabel 5.1 data pengujian shell and tube  
(sumber : PT.PAL)

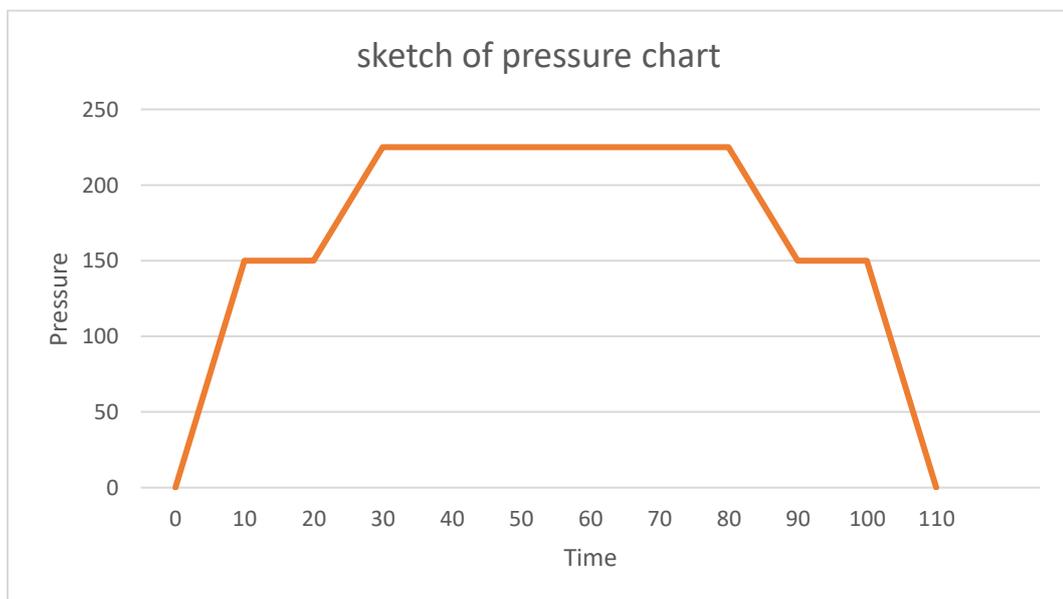
- dengan pengujian :
1. Shell dengan pressure 150 Psig selama 10 menit
  2. shell dengan pressure 225 Psig selama 60 menit
  3. shell dengan pressure 150 Psig selama 10 menit
  4. tube dengan pressure 150 Psig selama 10 menit
  5. tube dengan pressure 225 Psig selama 60 menit
  6. Tube dengan pressure 150 Psig selama 10 menit



Gambar 5.3 Digram pengujian shell  
(sumber : PT.PAL)

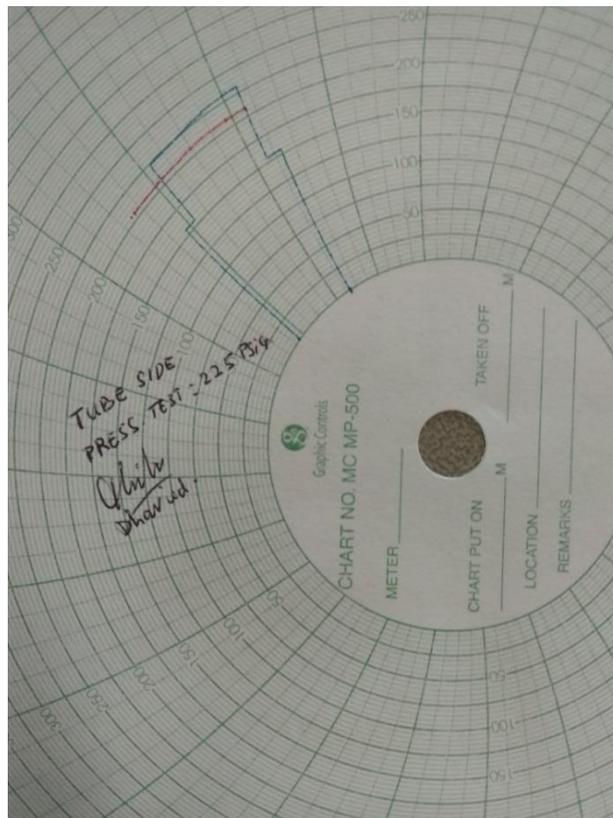


Gambar 5.4 hasil hydro test pada shell saat dilapangan  
(sumber : PT.PAL)



Gambar 5.5 Digram pengujian tube

(sumber : PT.PAL)



Gambar 5.6 hasil hydro test pada tube saat dilapangan

(sumber : PT.PAL)

**Kesimpulan** : pada kedua gambar grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan pengujian hydrotest pada Shell and tube kita dapat mengetahui adanya kebocoran pada shell maupun tube yaitu dengan cara melihat tekanan yang ada pada shell maupun tube. Apabila pada saat setelah diberikan tekanan terdapat penurunan tekanan maka dapat diketahui bahwa adanya kebocoran pada shell maupun tube yang di uji.

## Daftar Pustaka

- (1.) [www.pal.co.id](http://www.pal.co.id)
- (2.) [www.googlemaps.co.id](http://www.googlemaps.co.id)
- (3.) Govinda Tri Pamungkas (19 Juli 2019).Jurnal Laporan Kerja Praktek
- (4.) Holman, J.P. 1995. Perpindahan Panas. Erlangga. Edisi keenam. Jakarta
- (5.) Mc.Cabe, W.L., 1999, Operasi Teknik Kimia, Jilid I Edisi 4, Jakarta:Erlangga
- (6.) Kern, D.Q., 1950, "Process Heat Transfer", McGraw-Hill International Book Company Inc., New York
- (7.) Syaichrozi, Iqbal., dkk. 2014. Kajian Performa Alat Penukar Panas Plate and Frame : Pengaruh Laju Alir Massa, Temperatur Umpan dan Arah Aliran Terhadap Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh. Jurnal Teknik Kimia FT Univ Sultan Agung Tirtayasa
- (8.) [http://eprints.undip.ac.id/41607/3/BAB\\_II.pdf](http://eprints.undip.ac.id/41607/3/BAB_II.pdf)
- (9.) <http://www.novathermboiler.com/deaerator/>
- (10.) Cengel, Yunus A., 2003, Heat Transfer A Practical Approach, Second Edition, Singapura:Mc.Graw-Hill Book
- (11.) Putra Maulana 4 Juli 2019, Jurnal PERANCANGAN HEAT EXCHANGER TIPE SHELL AND TUBE PADA PERANCANGAN PABRIK PROPILEN GLIKOL KAPASITAS 50000 TON/TAHUN
- (12.) Artono Koestoer, Raldi., 2002, Perpindahan Kalor, Jakarta:Salemba Teknika
- (13.) sadik kakac (2012)Heat Exchanger : selection, Rating, and Thermal Desain. crc press third edition)
- (14.) BELL K.J, (1983 ). "Heat Exchanger Design Hand-Book (HEDH)", Bab 3, 4 dan 5, HemispherePublish Corp, Washington DC.
- (15.) <https://arvenstraining.com/en/basics-of-shell-tube-heat-exchangers>
- (16.) Richard C. Byrne (2007). tubular exchanger manufacturers association (TEMA))
- (17.) <https://www.etsworlds.id/2018/01/pengertian-dan-fungsi-klem-pipa-u-bolt.html>

- (18.) <https://www.tokopedia.com/sentralmurbaut/ring-plat-baja-htb-1-m24-hitam-black-tebal-3mm-pasangan-baut>
- (19.) <http://id.bd-pipefitting.com/stud-bolt/52407272.html>
- (20.) <https://www.unitedforgeind.com/asme-ansi-b16-9-pipe-cap-pipe-fittings-manufacturer-exporter.html>
- (21.) <https://otosigna99.blogspot.com/2020/05/alat-pelindung-diri-apd-dalam-k3.html>
- (22.) <https://arlenglobalmulia.com/jasa-sandblasting/>
- (23.) lukman143, 2 April 2019, cara aman melakukan Hydrostatic Test. Proses produksi.com
- (24.) Ni-Ku 03-08-2019, proses Hydro Testing pada sistem Pipa, Workprocess.blogspot.com

Nomor : PKL / 129 / 51200 / VIII / 2020  
 Perihal : Magang Industri

Surabaya, 27 Agustus 2020

Kepada Yth :  
 Kepala Departemen  
 Teknik Mesin Industri  
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
 di  
 Tempat

Dengan hormat,

- Memperhatikan Surat Nomor : B/47780/IT 2.IX.7.1.2/PM.02.00/2020 tanggal 10 Agustus 2020 pada dasarnya PT.PAL Indonesia (Persero) dapat menerima mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember untuk melaksanakan mengikuti Program Magang Industri atas nama sebagai berikut :

NO	NAMA	NRP	PELAKSANAAN	DIVISI
1	Syauqi Ali Ashghor	10211710010079	'01 September 2020 s.d 31 Desember 2020	Rekum
2	R. M.Eras Alif Utama	10211710010100		
3	M. Emirzal Adlan	10211710010108		
4	Qul Mauladi	10211710010121		

- Persyaratan yang harus dipenuhi sebelum dan setelah melaksanakan **Magang Industri** adalah sebagai berikut :
  - Membawa hasil rapid test apa bila masuk PT PAL Indonesia (Persero)
  - Mengumpulkan Pas Photo berwarna ukuran 3x4 sebanyak 2 (dua) lembar untuk ID CARD
  - Mengumpulkan Foto Copy Identitas Diri sebanyak 2 (dua) lembar (KTP dan KTM)
  - Mengumpulkan Foto Copy Surat Asuransi Kecelakaan sebanyak 2 (dua) lembar
  - Mahasiswa diharapkan hadir di Departemen HC Development PT PAL Indonesia (Persero) pada tanggal 28 Agustus 2020 Jam 08.00 s/d selesai untuk mendapatkan Pembekalan.
  - Membuat Buku Laporan yang disahkan oleh Pembimbing dan Manajemen Departemen HC Development PT PAL Indonesia (Persero), dikumpulkan paling lambat 1 bulan setelah **Disertasi** selesai.
- Selama berada di Lingkungan PT. PAL Indonesia (Persero) Mahasiswa diharapkan :
  - Tunduk pada Peraturan Tata Tertib PT. PAL Indonesia (Persero)
  - Tunduk pada Peraturan Tata Tertib TNI ANGKATAN LAUT
  - Memakai Pakaian Kerja (helm, ketelpak, sepatu kerja) bagi yang bekerja di Divisi produksi / lapangan
  - Memakai Seragam Mahasiswa (almamater) bagi yang bekerja di Perkantoran
- Demikian disampaikan dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

DIVISI HCM & COMMAND MEDIA  
 KADEP. HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT



Drs. POENDJOEL KARJONO

**PT PAL INDONESIA (PERSERO)**

Kantor Pusat : UJUNG, SURABAYA 60155, PO BOX 1134 INDONESIA

Telep. : +62-31-3292275 (HUNTING) FAX : +62-31-3292530, 3292493, 3292516 E-mail : headoffice@pal.co.id Web Site : http://www.pal.co.id  
 Kantor Perwakilan : JL.TANAH ABANG II/27, JAKARTA 10160, PHONE : +62-21-3846833, FAX : +62-21-3843717 E-mail : jakartabranch@pal.co.id

## PENILAIAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN MAHASISWA

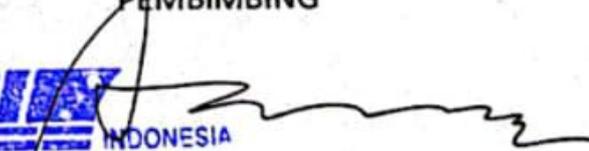
JURUSAN : Departemen Teknik Mesin Industri  
 FAKULTAS : Fakultas Vokasi  
 LEMBAGA : Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
 WAKTU : Tanggal 01 September 2020 s/d 31 Desember 2020  
 TEMPAT : General Engineering

NO	NAMA	NIM	SIKAP	KERAJINAN	KEMAUAN BELAJAR	TANGGUNG JAWAB	HASIL KERJA	KETEPATAN WAKTU	BUKU LAPORAN	RATA RATA NILAI
1	Muhammad Emirzala	10211710010108	86	83	85	84	80	85	86	84,1
2										
3										
4										
5										

Surabaya, 4 - JANUARI - 2021

PEMBIMBING



  
 IMAM CHOTIB  
 103 943 859

Tanda Tangan, Nama Terang



INDONESIA

**SURAT - KETERANGAN**

Nomor : 187 / 51200 / XII / 2020

Dengan ini menerangkan bahwa :

**M. EMIRZAL ADLAN**

NIM : 10211710010108

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

Telah melaksanakan kerja praktek

Di

**PT. PAL INDONESIA (PERSERO)**

Pada tanggal 01 September 2020 s/d 31 Desember 2020

**Dengan predikat : Baik**

Surabaya, 28 Desember 2020  
PT. PAL INDONESIA (PERSERO)  
KADEP. HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT

**Drs. POENDJOEL KARJONO**



ID	Task Name	Duration	Start	Finish	April 2020	May 2020	June 2020	July 2020	August 2020	September 2020	October 2020	Nov	
1	Fabrikasi Oil Cooler	180 days	May 11	Nov 6	12   15   18   21   24   27   30   3   6   9   12   15   18   21   24   27   30   2   5   8   11   14   17   20   23   26   29   2   5   8   11   14   17   20   23   26   29   1   4   7   10   13   16   19   22   25   28   31   3   6   9   12   15   18   21   24   27   30   3   6   9   12   15   18   21   24   27   30   2   5   8								
2	SKP	0 days	May 11	May 11									
3	Engineering	23 days	May 26	Jun 17									
10	Procurement	116 days	Jun 1	Sep 24									
11	RFQ & TBE	11 days	Jun 1	Jun 11									
17	Purchase Order	6 days	Jun 8	Jun 13									
23	Delivery to PAL's yard	107 days	Jun 10	Sep 24									
29	FAB & CONST	49 days	Sep 9	Oct 27									
30	Oil Cooler (13-P-101-E1)	34 days	Sep 9	Oct 12									
31	Fabrication & Sub assembly	16 days	Sep 9	Sep 24									
32	Bundle Assy	13 days	Sep 9	Sep 21									
50	Shell Assy	4 days	Sep 15	Sep 19									
64	Bonnet Assy	8 days	Sep 17	Sep 24									
78	Chanel Assy	6.5 days	Sep 18	Sep 24									
98	Assembly & Test	21 days	Sep 22	Oct 12									
117	Oil Cooler (12-P-101-A-E1)	33 days	Sep 16	Oct 18									
118	Fabrication & Sub assembly	16 days	Sep 16	Oct 1									
119	Bundle Assy	13 days	Sep 16	Sep 28									
137	Shell Assy	4 days	Sep 22	Sep 26									
151	Bonnet Assy	8 days	Sep 24	Oct 1									
151	Chanel Assy	6.5 days	Sep 25	Oct 1									
185	Assembly & Test	20 days	Sep 29	Oct 18									
204	Oil Cooler(12-P-101-E1)	35 days	Sep 23	Oct 27									
205	Fabrication & Sub assembly	16 days	Sep 23	Oct 8									
206	Bundle Assy	13 days	Sep 23	Oct 5									
224	Shell Assy	4 days	Sep 29	Oct 3									
238	Bonnet Assy	8 days	Oct 1	Oct 8									
252	Chanel Assy	6.5 days	Oct 2	Oct 8									
272	Assembly & Test	22 days	Oct 6	Oct 27									
291	Delivery to site Balongan	9 days	Oct 29	Nov 6									
295	FINISH	0 days	Nov 6	Nov 6									

**DAFTAR HADIR MAHASISWA  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL)**

LEMBAGA : Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
 PROGRAM STUDI : Teknik Mesin (DA)  
 WAKTU : Tanggal 01-09-2020 s/d 04-09-2020  
 TEMPAT : DIVISI General Engineering

NO	NAMA LENGKAP	NOMOR INDUK MAHASISWA	SENIN		SELASA		RABU		KAMIS		JUM'AT	
					01-09-2020		02-09-2020		03-09-2020		04-09-2020	
			PAGI	SORE	PAGI	SORE	PAGI	SORE	PAGI	SORE	PAGI	SORE
1	Syaugy Ali Ashghor	10211710010079	Z		<i>AS</i>		<i>AS</i>		<i>AS</i>		<i>AS</i>	
2	R. M. Eras Alif Utama	102117 10010 100			<i>RA</i>		<i>RA</i>		<i>RA</i>		<i>RA</i>	
3	M. Emirzal Adlan	10211710010108			<i>A</i>		<i>A</i>		<i>A</i>		<i>A</i>	
4	Carl Mauladi	10211710010121			<i>CM</i>		<i>CM</i>		<i>CM</i>		<i>CM</i>	
5												
6												

Surabaya, 7-9-2020

PEMBIMBING  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN

*[Signature]*  
 IMAM HODIR  
 103943659

**DAFTAR HADIR MAHASISWA  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL)**

LEMBAGA : Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
 PROGRAM STUDI : Teknik Mesin (DA)  
 WAKTU : Tanggal 07-09-2020 s/d 11-09-2020  
 TEMPAT : DIVISI General Engineering

NO	NAMA LENGKAP	NOMOR INDUK MAHASISWA	SENIN		SELASA		RABU		KAMIS		JUM'AT	
			07 - 09 - 2020		08 - 09 - 2020		09 - 09 - 2020		10 - 09 - 2020		11 - 09 - 2020	
			PAGI	SORE								
1	Sajjadi Ali Ashghor	10211710010079							i			
2	R.M. Feras Alif Utama	10211710010100							i			
3	M. Emirzal Adlan	10211710010108							i			
4	Abul Mauladi	10211710010121							i			
5												
6												

Surabaya, 14-9-2020

PEMBIMBING  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN

IMAM HOTES  
103013659

**DAFTAR HADIR MAHASISWA  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL)**

LEMBAGA : Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
 PROGRAM STUDI : Teknik Mesin (D4)  
 WAKTU : Tanggal 14 - 09 - 2020 s/d 18 - 09 - 2020  
 TEMPAT : DIVISI General Engineering

NO	NAMA LENGKAP	NOMOR INDUK MAHASISWA	SENIN		SELASA		RABU		KAMIS		JUM'AT	
			14 - 09 - 2020		15 - 09 - 2020		16 - 09 - 2020		17 - 09 - 2020		18 - 09 - 2020	
			PAGI	SORE								
1	Syaugy Ali Asyghor	10211710010079										
2	R.M. Eras Alif Utama	10211710010100										
3	M. Emirsal Adlan	10211710010108										
4	Aul Mauladi	10211710010121										
5												
6												

Surabaya, 21 - SEPTEMBER - 2020

PEMBIMBING  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN

IMAM. CHOTIB  
103943659

**DAFTAR HADIR MAHASISWA  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL)**

**LEMBAGA**

: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

**PROGRAM STUDI**

: Teknik Mesin (D4)

**WAKTU**

: Tanggal 21 - 09 - 2020 s/d 25 - 09 - 2020

**TEMPAT**

: DIVISI General Engineering

NO	NAMA LENGKAP	NOMOR INDUK MAHASISWA	SENIN		SELASA		RABU		KAMIS		JUM'AT	
			21 - 09 - 2020		22 - 09 - 2020		23 - 09 - 2020		24 - 09 - 2020		25 - 09 - 2020	
			PAGI	SORE								
1	Sapugi Ali Ashghor	10211710010079										
2	R.M. Eras Alif Utama	10211710010100										
3	M. Emirsal Adlan	10211710010108										
4	Chul Maulodi	10211710010121										
5												
6												

Surabaya, 30 - SEPTEMBER - 2020

PEMBIMBING  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN

IMAM CHOTIB

103943659

**DAFTAR HADIR MAHASISWA  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL)**

LEMBAGA  
PROGRAM STUDI  
WAKTU  
TEMPAT

: Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
: Teknik Mesin (D4)  
: Tanggal 28-09-2020 s/d 02-10-2020  
: DIVISI General Engineering

NO	NAMA LENGKAP	NOMOR INDUK MAHASISWA	SENIN		SELASA		RABU		KAMIS		JUM'AT	
			28-09-2020		29-09-2020		30-09-2020		01-10-2020		02-10-2020	
			PAGI	SORE								
1	Syauqi Ali Ashghor	10211710010079										
2	R.M. Eras Alif Utama	10211710010100			i							
3	M. Emirzal Adlan	10211710010108	i									
4	Qul Mauladi	10211710010121									i	
5												
6												

Surabaya, 5 - OKTOBER - 2020

PEMBIMBING  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN

(MAM EHOTIS)  
103943659

**DAFTAR HADIR MAHASISWA  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL)**

**LEMBAGA** : Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
**PROGRAM STUDI** : Teknik Mesin (DA)  
**WAKTU** : Tanggal 05 - 10 - 2020 s/d 09 - 10 - 2020  
**TEMPAT** : DIVISI General Engineering

NO	NAMA LENGKAP	NOMOR INDUK MAHASISWA	SENIN		SELASA		RABU		KAMIS		JUM'AT	
			05 - 10 - 2020		06 - 10 - 2020		07 - 10 - 2020		08 - 10 - 2020		09 - 10 - 2020	
			PAGI	SORE								
1	Syaugi Ali Ashghor	10211710010079	<i>[Signature]</i>									
2	R.M. Eros Alif Utama	10211710010100	<i>[Signature]</i>		i		<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>	
3	M. Emirzal Adlan	10211710010108	<i>[Signature]</i>									
4	Qul Maubdi	10211710010121	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>		S		S	
5												
6												

Surabaya, 12 - OKTOBER - 2020

**PEMBIMBING  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN**

**IMAM CHOTIB**  
103943659

**DAFTAR HADIR MAHASISWA  
 PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL)**

**LEMBAGA** : Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
**PROGRAM STUDI** : Teknik Mesin (TM)  
**WAKTU** : Tanggal 12 - 10 - 2020 s/d 16 - 10 - 2020  
**TEMPAT** : DIVISI General Engineering

NO	NAMA LENGKAP	NOMOR INDUK MAHASISWA	SENIN		SELASA		RABU		KAMIS		JUM'AT	
			12 - 10 - 2020		13 - 10 - 2020		14 - 10 - 2020		15 - 10 - 2020		16 - 10 - 2020	
			PAGI	SORE								
1	Syaugy Ali Ashghor	10211710010079										
2	R.M. Eras Alif Utama	10211710010100										
3	M. Emirzal Adlan	10211710010108										
4	Aul Mauladi	10211710010121										
5												
6												

Surabaya, 19 - OKTOBER - 2020

PEMBIMBING  
 PRAKTIK KERJA LAPANGAN

IMAM CHOTIR  
 103943659

**DAFTAR HADIR MAHASISWA  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL)**

**LEMBAGA**

: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

**PROGRAM STUDI**

: Teknik Mesin (D4)

**WAKTU**

: Tanggal 19 - 10 - 2020 s/d 23 - 10 - 2020

**TEMPAT**

: DIVISI General Engineering

NO	NAMA LENGKAP	NOMOR INDUK MAHASISWA	SENIN		SELASA		RABU		KAMIS		JUM'AT	
			19 - 10 - 2020		20 - 10 - 2020		21 - 10 - 2020		22 - 10 - 2020		23 - 10 - 2020	
			PAGI	SORE								
1	Syaughi Ali Ashghor	10211710010079							i			
2	R.M. Eros Alif Utami	10211710010100			i						5	
3	M. Emirzal Adnan	10211710010108					i				i	
4	Aul Mauladi	10211710010121										
5												
6												

Surabaya, 26 - ~~OCTOBER~~ - 2020

PEMBIMBING  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN

IMAM. CHOTIB  
103943659

**DAFTAR HADIR MAHASISWA  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL)**

LEMBAGA : Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
 PROGRAM STUDI : Teknik Mesin (D4)  
 WAKTU : Tanggal 26-10-2020 s/d 30-10-2020  
 TEMPAT : DIVISI General Engineering

NO	NAMA LENGKAP	NOMOR INDUK MAHASISWA	SENIN		SELASA		RABU		KAMIS		JUM'AT	
			26-10-2020		27-10-2020		28-10-2020		29-10-2020		30-10-2020	
			PAGI	SORE								
1	Syaugi Ali Ashghor	10211710010079										
2	R.M. Eras Alif Utarna	10211710010100										
3	M. Emirzal Adlan	10211710010108										
4	Chul Mauladi	10211710010121										
5												
6												

Surabaya, 2-NOVEMBER-2020

PEMBIMBING  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN

IMAM CHOTIB  
103943659

**DAFTAR HADIR MAHASISWA  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL)**

LEMBAGA : Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
 PROGRAM STUDI : Teknik Mesin (D4)  
 WAKTU : Tanggal 02 - 11 - 2020 s/d 06 - 11 - 2020  
 TEMPAT : DIVISI General Engineering

NO	NAMA LENGKAP	NOMOR INDUK MAHASISWA	SENIN		SELASA		RABU		KAMIS		JUM'AT	
			02 - 11 - 2020		03 - 11 - 2020		04 - 11 - 2020		05 - 11 - 2020		06 - 11 - 2020	
			PAGI	SORE	PAGI	SORE	PAGI	SORE	PAGI	SORE	PAGI	SORE
1	Syaugy Ali Ashghor	10211710010079	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
2	R.M. Eras Alf Utama	10211710010100	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
3	M. Emirzal Adlan	10211710010108	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
4	Chul Mauladi	10211710010121	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
5												
6												

Surabaya, 9 - NOVEMBER - 2020

PEMBIMBING  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN

*[Signature]*  
IMAM CHOTIB  
103943659

**DAFTAR HADIR MAHASISWA  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL)**

LEMBAGA : Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
 PROGRAM STUDI : Teknik Mesin (09)  
 WAKTU : Tanggal 09 - 11 - 2020 s/d 13 - 11 - 2020  
 TEMPAT : DIVISI General Engineering

NO	NAMA LENGKAP	NOMOR INDUK MAHASISWA	SENIN		SELASA		RABU		KAMIS		JUM'AT	
			09 - 11 - 2020		10 - 11 - 2020		11 - 11 - 2020		12 - 11 - 2020		13 - 11 - 2020	
			PAGI	SORE								
1	Syaugy Ali Ashghor	10211710010079										
2	R. M. Eros Alif Utama	10211710010100										
3	M. Emirgal Adlan	10211710010108	[-]	[-]								
4	Chul Mauladi	10211710010121	[-]	[-]					[-]	[-]	[-]	[-]
5												
6												

Surabaya, 16-NOPEMBER-2020

PEMBIMBING  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN

IMAM HOTIS  
103943659

**DAFTAR HADIR MAHASISWA  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL)**

**LEMBAGA** : Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
**PROGRAM STUDI** : Teknik Mesin (DM)  
**WAKTU** : Tanggal 16 - 11 - 2020 s/d 20 - 11 - 2020  
**TEMPAT** : DIVISI General Engineering

NO	NAMA LENGKAP	NOMOR INDUK MAHASISWA	SENIN		SELASA		RABU		KAMIS		JUM'AT	
			16 - 11 - 2020		17 - 11 - 2020		18 - 11 - 2020		19 - 11 - 2020		20 - 11 - 2020	
			PAGI	SORE								
1	Syaugri Ali Ashghor	10211710010079										
2	R.M. Eros Alif Ufama	10211710010100										
3	M. Emirzal Adlan	10211710010108										
4	Caal Mauladi	10211710010121										
5												
6												

Surabaya, 24 - NOPEMBER - 2020

PEMBIMBING  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN

IMAM CHOTIR  
103543659

**DAFTAR HADIR MAHASISWA  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL)**

LEMBAGA : Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
 PROGRAM STUDI : Teknik Mesin (DA)  
 WAKTU : Tanggal 23-11-2020 s/d 27-11-2020  
 TEMPAT : DIVISI General Engineering

NO	NAMA LENGKAP	NOMOR INDUK MAHASISWA	SENIN		SELASA		RABU		KAMIS		JUM'AT	
			23-11-2020		24-11-2020		25-11-2020		26-11-2020		27-11-2020	
			PAGI	SORE								
1	Syauqi Ali Ashghor	10211710010079	<i>[Signature]</i>									
2	R. M. Eric Alif Utama	10211710010100	-S-	-S-	<i>[Signature]</i>							
3	M. Enirzal Adlan	10211710010108	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	i	i	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
4	Chul Mauladi	10211710010121	<i>[Signature]</i>	i	i							
5												
6												

Surabaya, 1 - DESEMBER - 2020

PEMBIMBING  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN

*[Signature]*  
IMAM CHOTIB  
103943659

**DAFTAR HADIR MAHASISWA  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL)**

**LEMBAGA**

: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

**PROGRAM STUDI**

: Teknik Mesin (09)

**WAKTU**

: Tanggal 30 - 11 - 2020 s/d 09 - 12 - 2020

**TEMPAT**

: DIVISI General Engineering

NO	NAMA LENGKAP	NOMOR INDUK MAHASISWA	SENIN		SELASA		RABU		KAMIS		JUM'AT	
			30 - 11 - 2020		01 - 12 - 2020		02 - 12 - 2020		03 - 12 - 2020		04 - 12 - 2020	
			PAGI	SORE								
1	Syaughi Ali Ashghor	10211710010079	<i>[Signature]</i>									
2	R.M.Eras Alif Utama	10211710010100	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	5	5	5	5	5	5	5	5
3	M. Emirzal Adlan	10211710010108	i	i	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	5	5
4	Caul Mauladi	10211710010121	i	i	i	i	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
5												
6												

Surabaya, 8 - DESEMBER - 2020

PEMBIMBING  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN

*[Signature]*  
MAM GHOTIB  
103948659

**DAFTAR HADIR MAHASISWA  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL)**

**LEMBAGA**  
**PROGRAM STUDI**  
**WAKTU**  
**TEMPAT**

: Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
: Teknik Mesin (04)  
: Tanggal 07 - 12 - 2020 s/d 11 - 12 - 2020  
: DIVISI *General Engineering*

NO	NAMA LENGKAP	NOMOR INDUK MAHASISWA	SENIN		SELASA		RABU		KAMIS		JUM'AT		
			07 - 12 - 2020		08 - 12 - 2020		09 - 12 - 2020		10 - 12 - 2020		11 - 12 - 2020		
			PAGI	SORE	PAGI	SORE	PAGI	SORE	PAGI	SORE	PAGI	SORE	
1	Sayugi Ali Ashghor	10211710010079	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	/		<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	
2	R. M. Eras Alif Utama	10211710010100	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>			<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
3	M. Emirzal Adlan	10211710010108	- 5 -	- 5 -	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>			<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
4	Gul Mauladi	10211710010121	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>			<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
5													
6													

Surabaya, 14. DESEMBER-2020

PEMBIMBING  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN

*[Signature]*  
IMAM CHOTIS  
107943659

**DAFTAR HADIR MAHASISWA  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL)**

LEMBAGA : Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
 PROGRAM STUDI : Teknik Mesin (04)  
 WAKTU : Tanggal 14 - 12 - 2020 s/d 18 - 12 - 2020  
 TEMPAT : DIVISI General Engineering

NO	NAMA LENGKAP	NOMOR INDUK MAHASISWA	SENIN		SELASA		RABU		KAMIS		JUM'AT	
			14 - 12 - 2020		15 - 12 - 2020		16 - 12 - 2020		17 - 12 - 2020		18 - 12 - 2020	
			PAGI	SORE								
1	Syaughi Ali Ashghor	10211710010079	<i>[Signature]</i>									
2	R.M.Eras Alif Utama	10211710010100	<i>[Signature]</i>									
3	M. Emirzal Adlan	10211710010108	<i>[Signature]</i>									
4	Chul Maulodi	10211710010121	i	i	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	i	i
5												
6												

Surabaya, 21 - DESEMBER - 2020

PEMBIMBING  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN

*[Signature]*  
IMAM HOTOIB  
103943659

**DAFTAR HADIR MAHASISWA  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL)**

LEMBAGA : Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
 PROGRAM STUDI : Teknik Mesin (D4)  
 WAKTU : Tanggal 21 - 12 - 2020 s/d 25 - 12 - 2020  
 TEMPAT : DIVISI General Engineering

NO	NAMA LENGKAP	NOMOR INDUK MAHASISWA	SENIN		SELASA		RABU		KAMIS		JUM'AT	
			21 - 12 - 2020		22 - 12 - 2020		23 - 12 - 2020		24 - 12 - 2020		25 - 12 - 2020	
			PAGI	SORE	PAGI	SORE	PAGI	SORE	PAGI	SORE	PAGI	SORE
1	Syaugy Ali Ashghor	10211710010079	<i>Asy</i>	<i>Asy</i>	<i>Asy</i>	<i>Asy</i>	<i>Asy</i>	<i>Asy</i>	/		/	
2	R. M. Eros Aliq Utama	10211710010100	<i>Rat</i>	<i>Rat</i>	<i>Rat</i>	<i>Rat</i>	<i>Rat</i>	<i>Rat</i>				
3	M. Emirzal Adlan	10211710010108	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>				
4	Chul Mauladi	10211710010121	<i>Chul</i>	<i>Chul</i>	<i>Chul</i>	<i>Chul</i>	<i>Chul</i>	<i>Chul</i>				
5												
6												

Surabaya, 28-DESEMBER-2020

FEMBIMBING  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN

*Imam Chotib*  
IMAM CHOTIB

107943659

**DAFTAR HADIR MAHASISWA  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN (PKL)**

**LEMBAGA**

: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

**PROGRAM STUDI**

: Teknik Mesin (D4)

**WAKTU**

: Tanggal 28 - 12 - 2020 s/d 31 - 12 - 2020

**TEMPAT**

: DIVISI General Engineering

NO	NAMA LENGKAP	NOMOR INDUK MAHASISWA	SENIN		SELASA		RABU		KAMIS		JUM'AT	
			28 - 12 - 2020		29 - 12 - 2020		30 - 12 - 2020		31 - 12 - 2020			
			PAGI	SORE	PAGI	SORE	PAGI	SORE	PAGI	SORE	PAGI	SORE
1	Syauqi Ali Ashghor	10211710010079	<i>AS</i>	<i>AS</i>	<i>AS</i>	<i>AS</i>	<i>AS</i>	<i>AS</i>	Z		Z	
2	R. M. Eras Alif Utama	10211710010100	<i>RA</i>	<i>RA</i>	<i>RA</i>	<i>RA</i>	<i>RA</i>	<i>RA</i>				
3	M. Emirzal Adlan	10211710010108	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>				
4	Gul Mauladi	10211710010121	<i>i</i>	<i>i</i>	<i>GA</i>	<i>GA</i>	<i>GA</i>	<i>GA</i>				
5												
6												

Surabaya, 30-DESEMBER-2020

PEMBIMBING  
PRAKTIK KERJA LAPANGAN

*Imam Chotib*

103943659