



**LAPORAN MAGANG INDUSTRI – VM231905**

***PRODUCTION PLANNING AND CONTROL* DAN ANALISA  
KECACATAN SAMBUNGAN PENGELASAN SMAW DENGAN  
METODE *PENETRANT TEST* PADA GRAB BUCKET DI PT PLN  
PUSHARLIS SURABAYA**

**PT PLN PUSAT PEMELIHARAAN KETENAGALISTRIKAN  
(PUSHARLIS) UP2W VI SURABAYA**

**NAURA GUSTI DAMARANTI  
2038201027**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Arino Anzip, MEngSc.  
NIP. 196107141988031003**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA**

**2023**



---

**LAPORAN MAGANG INDUSTRI – VM231905**

***PRODUCTION PLANNING AND CONTROL* DAN ANALISA  
KECACATAN SAMBUNGAN PENGELASAN SMAW DENGAN  
METODE *PENETRANT TEST* PADA GRAB BUCKET DI PT PLN  
PUSHARLIS SURABAYA**

---

**PT PLN PUSAT PEMELIHARAAN KETENAGALISTRIKAN  
(PUSHARLIS) UP2W VI SURABAYA**

**DISUSUN OLEH :**

NAURA GUSTI DAMARANTI

NRP. 2038201027

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI**

**FAKULTAS VOKASI**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2023**

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



**LEMBAR PENGESAHAN  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI ITS**

**Laporan Magang**

**PT. PLN Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan (PUSHARLIS) UP2W VI**

**Jl. Ngagel Timur No.16, Pucang Sewu, Gubeng, Surabaya, Jawa Timur 60283**

**Surabaya, 15 Januari 2024**

**Peserta Magang**

**Naura Gusti Damaranti**

**NRP. 2038201027**

**Mengetahui,  
Kepala Departemen Teknik Mesin Industri  
Fakultas Vokasi ITS**

**Dr. Ir. Heru Mirmanto, M.T.**  
**NIP. 19620216 199512 1 001**

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing**

**Ir. Arino Anzip, MEngSc.**  
**NIP. 19610714 198803 1 003**

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Magang di

PT PLN PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistikan)

UP2W VI Jl. Ngagel Timur No. 16, Surabaya 60285

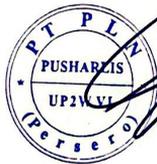
Surabaya, 2023

**Peserta Magang**

**Naura Gusti Damaranti**

NRP. 2038201027

**Menyetujui,  
Pembimbing Magang**



**Deni Eko Purwanto**

NIP. 87101136Z

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Magang Industri di PT PLN (Persero) PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan) Surabaya beserta laporannya dengan baik tanpa ada suatu halangan apapun. Laporan ini kami susun berdasarkan pengamatan di lapangan, tanya jawab dengan para karyawan serta teknisi perusahaan dan hasil studi literatur yang dilakukan selama magang industri berlangsung.

Kegiatan magang industri dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember dilakukan sebagai sarana untuk mengenalkan mahasiswa pada kondisi nyata di lapangan. Proses magang sekaligus suatu kewajiban bagi mahasiswa yang mana nantinya hasilnya berupa tulisan laporan Magang Industri yang digunakan sebagai syarat kelulusan Departemen Teknik Mesin Industri di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Terlaksananya magang industri ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang sudah memberi arahan, bimbingan serta bantuan baik secara moril maupun materil. Dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada pihak yang terlibat dalam kegiatan magang industri ini.

1. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, M.T. selaku kepala Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi – ITS.
2. Ibu Dr. Atria Pradityana, ST., MT. Selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
3. Bapak Mashuri, S.Si., M.T., selaku Koordinator magang industri Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi – ITS.
4. Bapak Ir. Arino Anzip, MEngSc. selaku dosen pembimbing kegiatan Magang Industri Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi – ITS dan memberikan bimbingan kepada penulis dalam pembuatan laporan.
5. Bapak Deni Eko Purwanto sebagai Pembimbing Lapangan Magang Industri PT PLN (Persero) PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan) UP2W VI Surabaya
6. Ibu Tessa selaku Manager Unit PT PLN (Persero) PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan) UP2W VI Surabaya
7. Keluarga besar Kantor PT PLN (Persero) PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan) Surabaya.
8. Kedua orang tua yang mendoakan dan memberi dukungan.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan Laporan Magang Industri.
10. Teman magang Duwita Indri, Tiya Dwi, Adyatma Eka, M. Ahsan Khitam, M. Ghozi, Bgas Adi, Mirza Ghulam, Yoga Kartiko, Samuel Adi, dan Rizki Romadon.

Dalam menyusun laporan magang ini, kami menyadari bahwa masih terdapat kekurangan pada saat pelaksanaan maupun penyusunan Laporan Magang. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak. Semoga laporan ini bermanfaat bagi mahasiswa yang akan melaksanakan Magang dan peserta Magang yang sedang

melaksanakan Magang di PT PLN (Persero) PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan) UP2W VI Surabaya.

Surabaya, 17 November 2023

Penyusun

## DAFTAR ISI

COVER .....	i
LEMBAR PENGESAHAN DEPARTEMEN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Tujuan.....	2
1.2.1    Tujuan Umum.....	2
1.2.2    Tujuan Khusus .....	2
1.3    Manfaat.....	2
1.3.1    Manfaat Bagi Perusahaan atau Instansi .....	2
1.3.2    Manfaat Bagi Mahasiswa .....	2
1.3.3    Manfaat Bagi Departemen Teknik Mesin Industri ITS .....	3
BAB II PROFIL PERUSAHAAN.....	4
2.1    Sejarah Perusahaan.....	4
2.1.1    PT PLN (Persero) .....	4
2.1.2    PT PLN (Persero) PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan) .....	5
2.2    Struktur dan Visi Misi PT PLN (Persero) PUSHARLIS .....	6
2.2.1    Visi dan Misi PT PLN (Persero) PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan) .....	6
2.2.2    Struktur Organisasi PT PLN (Persero) PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan) .....	8
2.3    Logo PT PLN (Persero) PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan) .....	10
2.4    Kegiatan Produksi PT PLN PUSHARLIS UP2W VI Surabaya.....	11
2.4.2 <i>Reverse Engginering</i> .....	22
2.5    Kebijakan Mutu, K3, dan Lingkungan di PT PLN (Persero) PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan) .....	23
2.6    Alur Order di PT PLN PUSHARLIS .....	25
2.7    Klasifikasi Sistem Manufaktur .....	28
2.7.1    Sistem Manufaktur <i>Make To Order</i> .....	28
2.8 <i>Lean Manufacturing</i> .....	30
BAB III DASAR TEORI.....	32
3.1 <i>Production Planning and Control</i> .....	32

3.1.1	Tujuan <i>Production Planning and Control</i> (PPC) .....	32
3.1.2	Sistem Aliran <i>Production Planning and Control</i> (PCC) .....	34
3.1.3	Proses Perancangan dan Perencanaan Produksi .....	34
3.1.4	Proses Pengendalian Produksi .....	34
3.1.5	Proses Penjadwalan Produksi .....	34
3.2	Proses Manufaktur .....	35
3.3	Pengelasan .....	36
3.3.1	Pengelasan <i>Shielded Metal Arc</i> (SMAW).....	37
3.3.2	Polaritas .....	38
3.3.3	Elektroda.....	39
3.4	Cacat Hasil Fabrikasi Pengelasan.....	40
3.4.1	<i>Undercut</i> .....	41
3.4.2	<i>Cracks</i> .....	41
3.4.3	<i>Slag Inclusion</i> .....	42
3.4.4	<i>Incomplete Penetration</i> .....	42
3.4.5	<i>Lack of Fusion</i> .....	43
3.4.6	<i>Porosity</i> .....	43
3.5	<i>Quality Control</i> .....	43
3.5.1	QC pada Proses Pengelasan.....	44
3.6	<i>Non-Destructive Test</i> .....	44
3.6.1	<i>Visual Examination</i> .....	44
3.6.2	<i>Magnetic Test</i> .....	45
3.6.3	<i>Penetrant Test</i> .....	45
3.6.4	<i>Ultrasonic Test</i> .....	46
3.6.5	<i>Radiography Test</i> .....	46
BAB IV PELAKSANAAN MAGANG .....		47
4.1	Pelaksanaan Magang .....	47
4.1.1	Lokasi Unit Kerja Praktek (Magang Industri).....	47
4.1.2	Lingkup Penugasan.....	47
BAB V HASIL MAGANG.....		60
5.1	Grab Bucket.....	60
5.2	<i>Production Planning and Control</i> Grab Bucket di PT PLN PUSHARLIS Surabaya.....	61
5.2.1	Pengelolaan Pesanan.....	61
5.2.2	Pembuatan <i>Drawing</i> .....	63
5.2.3	Komponen dan Proses Manufaktur Grab Bucket .....	65
5.2.4	<i>Bill Of Material</i> (BOM) Grab Bucket Ship Unloader .....	79

5.2.5	Penyusunan Daftar Kebutuhan Material/Jasa .....	79
5.2.6	Membuat Jadwal Pekerjaan .....	84
5.2.7	Menyusun Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	87
5.2.8	Proses Pengadaan Material/Jasa .....	88
5.2.9	Proses Pengendalian Kualitas (QC).....	88
5.2.10	Monitoring Pekerjaan .....	88
5.2.11	Finalisasi Pekerjaan .....	89
5.3	Sistem <i>Quality Control</i> PT PLN PUSHARLIS .....	89
5.4	Proses Inspeksi Hasil Fabrikasi Pengelasan .....	90
5.5	Metode <i>Penetrant Test</i> .....	90
5.5.1	Diagram Alir <i>Penetrant Test</i> .....	92
5.5.2	<i>Surface Preparation</i> .....	93
5.5.3	Pelapisan cairan Penetrant .....	94
5.5.4	Pembersihan Kelebihan Cairan Penetrant .....	95
5.5.5	Pengeringan Setelah dibersihkan.....	95
5.5.6	<i>Developing</i> .....	95
5.5.7	<i>Indication Development</i> .....	96
5.5.8	<i>Inspection</i> .....	96
5.5.9	<i>Post Cleaning</i> .....	97
5.5.10	<i>Recording of Indication</i> .....	97
5.5.11	Data Bahan dan Alat Ukur Penetrant Test .....	97
5.5.12	<i>Quality</i> Dan Proses <i>Control Penetrant Test</i> .....	99
5.5.13	Indikasi Kecacatan Hasil <i>Penetrant Test</i> .....	100
5.5.14	<i>Acceptance Criteria Penetrant Test</i> .....	100
5.5.15	<i>Standart Operational Procedure Penetrant Test</i> .....	101
5.6	Hasil dan Analisa Pengelasan dengan <i>Penetrant Test</i> .....	101
5.7	Analisis Diagram Sebab Akibat.....	104
5.7.1	Diagram Sebab Akibat Cacat <i>Porosity</i> .....	104
5.7.2	Diagram Sebab Akibat Cacat <i>Undercut</i> .....	106
5.7.3	Diagram Sebab Akibat Cacat Crack .....	108
5.7.4	Diagram Sebab Akibat Cacat <i>Incomplete Penetration</i> .....	109
5.8	Perbaikan dan Solusi .....	111
BAB VI KESIMPULAN .....		113
6.1	Kesimpulan.....	113
6.2	Saran .....	113
DAFTAR PUSTAKA .....		114
LAMPIRAN .....		115

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Logo PT PLN (Persero).....	4
<b>Gambar 2. 2</b> Peta Lokasi Kantor Induk dan Unit PT PLN (Persero) PUSHARLIS .....	6
<b>Gambar 2. 3</b> Core Value Perusahaan.....	7
<b>Gambar 2. 4</b> Struktur Organisasi PT PLN (Persero) PUSHARLIS .....	8
<b>Gambar 2. 5</b> Logo PT PLN (Persero).....	10
<b>Gambar 2. 6</b> Layout PT PLN (Persero) PUSHARLIS UP2W VI Surabaya .....	12
<b>Gambar 2. 7</b> Mesin CNC Hartford LG-1000 .....	14
<b>Gambar 2. 8</b> Mesin CNC Feeler FTC 350L.....	15
<b>Gambar 2. 9</b> Spesifikasi Mesin CNC Feeler FTC 350L .....	15
<b>Gambar 2. 10</b> Welding Rotary.....	16
<b>Gambar 2. 11</b> Grab Bucket Ship Unloader.....	16
<b>Gambar 2. 12</b> Grinding Tyre Pulverizer Coal Mill .....	17
<b>Gambar 2. 13</b> Oriface Mill.....	17
<b>Gambar 2. 14</b> Shuttle Trolley.....	18
<b>Gambar 2. 15</b> Portable Change Over Switch .....	18
<b>Gambar 2. 16</b> APP Tole .....	18
<b>Gambar 2. 17</b> Amount BBM.....	19
<b>Gambar 2. 18</b> APH.....	19
<b>Gambar 2. 19</b> PLTMH.....	20
<b>Gambar 2. 20</b> Proses Reverse Engineering.....	23
<b>Gambar 2. 21</b> Fase dasar <i>Reverse</i> Engineering.....	23
<b>Gambar 2. 22</b> Sertifikat Sistem Manajemen Lingkungan.....	24
<b>Gambar 2. 23</b> Alur Order di PT PLN PUSHARLIS .....	27
<b>Gambar 2. 24</b> Lima prinsip Lean Manufacturing.....	31
<b>Gambar 3. 1</b> Rangkaian peralatan las SMAW.....	37
<b>Gambar 3. 2</b> Prinsip Kerja Pengelasan SMAW .....	38
<b>Gambar 3. 3</b> Jenis Polaritas pada pengelasan SMAW: .....	38
<b>Gambar 3. 4</b> Cacat Undercut.....	41
<b>Gambar 3. 5</b> Cacat Cracks.....	41
<b>Gambar 3. 6</b> Cacat Slag Inclusion.....	42
<b>Gambar 3. 7</b> Cacat Incomplete Penetration.....	42
<b>Gambar 3. 8</b> Cacat Lack of Fusion.....	43
<b>Gambar 3. 9</b> Cacat Porosity .....	43
<b>Gambar 3. 10</b> Visual Examination Test.....	45
<b>Gambar 3. 11</b> Magnetic Test .....	45

<b>Gambar 3. 12</b> Penetrant Test .....	45
<b>Gambar 3. 13</b> Ultrasonic Test.....	46
<b>Gambar 3. 14</b> Radiografi Test .....	46
<b>Gambar 4. 1</b> Lokasi PT PLN (Persero) PUSHARLIS UP2W VI Surabaya.....	47
<b>Gambar 4. 2</b> PT PLN (Persero) PUSHARLIS UP2W VI Surabaya .....	47
<b>Gambar 5. 1</b> Grab Bucket Ship Unloader .....	60
<b>Gambar 5. 2</b> Proses Penempelan Dot Patterns .....	63
<b>Gambar 5. 3</b> Proses Scanning .....	64
<b>Gambar 5. 4</b> Proses Penghapusan Noise .....	64
<b>Gambar 5. 5</b> Proses Penyempurnaan Model .....	64
<b>Gambar 5. 6</b> Drawing Grab Bucket Ship Unloader .....	65
<b>Gambar 5. 7</b> Gantt Chart Grab Bucket Ship Unloader.....	85
<b>Gambar 5. 8</b> Diagram Alir Penetrant Test .....	92
<b>Gambar 5. 9</b> Proses Surface Preparation.....	93
<b>Gambar 5. 10</b> Proses Penetrant Aplication.....	94
<b>Gambar 5. 11</b> Proses Excess Penetrant Removal.....	95
<b>Gambar 5. 12</b> Proses Developer Aplication .....	95
<b>Gambar 5. 13</b> Proses Indication Development.....	97
<b>Gambar 5. 14</b> Penetrant Liquid .....	98
<b>Gambar 5. 15</b> Developer Liquid.....	98
<b>Gambar 5. 16</b> Cleaner Liquid.....	99
<b>Gambar 5. 17</b> Fishbone Diagram Cacat Porosity.....	105
<b>Gambar 5. 18</b> Fishbone Diagram Cacat Undercut .....	106
<b>Gambar 5. 19</b> Fishbone Diagram Cacat Crack.....	108
<b>Gambar 5. 20</b> Fishbone Diagram Cacat Incomplete Penetration.....	109

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Mesin di PT PLN PUSHARLIS Surabaya.....	13
<b>Tabel 2. 2</b> Spesifikasi Mesin CNC Hartford LG-1000.....	14
<b>Tabel 2. 3</b> Perbedaan Sistem Produksi MTO Repetitif & Non-Repetitif.....	29
<b>Tabel 2. 4</b> Perbedaan sistem manufaktur MTO Repetitif Flow Shop dan MTO flow shop	29
<b>Tabel 3. 1</b> Jenis-jenis elektroda SMAW.....	40
<b>Tabel 4. 1</b> Jam Kerja Magang Industri.....	48
<b>Tabel 4. 2</b> Kegiatan Magang Industri.....	49
<b>Tabel 5. 1</b> Spesifikasi Grab Bucket Produksi PLN PUSHARLIS Surabaya .....	60
<b>Tabel 5. 2</b> Work Order Grab Bucket Ship Unloader .....	63
<b>Tabel 5. 3</b> Komponen Grab Bucket dan Proses Manufaktur.....	65
<b>Tabel 5. 4</b> Bill Of Material Grab Bucket.....	79
<b>Tabel 5. 5</b> Daftar Kebutuhan Material/Jasa (DKMJ) Material Utama.....	80
<b>Tabel 5. 6</b> Daftar Kebutuhan Material/Jasa (DKMJ) Material Bantu .....	82
<b>Tabel 5. 7</b> Daftar Kebutuhan Material/Jasa (DKMJ) Jasa .....	83
<b>Tabel 5. 8</b> Aplikasi Manajemen Penugasan (AMP) Grab Bucket Ship Unloader.....	86
<b>Tabel 5. 9</b> RAB Grab Bucket Ship Unloader .....	87
<b>Tabel 5. 10</b> Hasil Pengujian Penentrant Test.....	101

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia dewasa ini cukup pesat. Sehubungan dengan hal itu, perguruan tinggi sebagai tempat yang menghasilkan sumber daya manusia berkualitas, berkepribadian mandiri, dan memiliki kemampuan intelektual yang baik, merasa terpanggil untuk semakin meningkatkan mutu *output*-nya.

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya sebagai sebuah institusi (perguruan tinggi) di Indonesia berupaya untuk mengembangkan sumber daya manusia dan IPTEK guna menunjang pembangunan industri, serta sebagai *research university* untuk membantu pengembangan kawasan timur Indonesia. *Output* dari ITS Surabaya diharapkan siap untuk dikembangkan ke bidang yang sesuai dengan spesifikasinya. Sejalan dengan upaya tersebut, kerjasama dengan industri perlu untuk ditingkatkan, yang dalam hal ini bisa dilakukan dengan jalan, Magang, *Joint Research*, dan lain sebagainya.

Wawasan dari mahasiswa tentang dunia kerja yang berkaitan dengan industrialisasi sangat diperlukan, sehubungan dengan kondisi objektif Indonesia yang merupakan negara berkembang, dimana teknologi masuk dan diaplikasikan oleh industri terlebih dahulu. Diharapkan nantinya mahasiswa sebagai calon *output* dari perguruan tinggi akan lebih mengenal akan perkembangan industri. Kebijakan *link and match* yang telah ditetapkan oleh Departemen Pendidikan Nasional merupakan upaya dari pihak pemerintah untuk menjembatani kesenjangan antara perguruan tinggi dengan dunia kerja (industri) dalam rangka memberikan sumbangan yang lebih besar dan sesuai (menjadi *Partner in Progress*) bagi pembangunan bangsa dan negara.

Melalui program magang industri yang bersifat wajib ini, setiap mahasiswa akan mendapat kesempatan untuk mengembangkan diri dan mengaplikasikan keahlian yang diperoleh pada perusahaan atau instansi tertentu. Magang Industri telah menjadi salah satu pendorong utama bagi mahasiswa untuk mengenal kondisi lapangan kerja dan melihat keselarasan antara ilmu pengetahuan yang diperoleh dibangku kuliah dengan aplikasi praktis di dunia kerja yang sebenarnya. Kesempatan ini akan digunakan sebaik mungkin oleh kami untuk meningkatkan keterampilan, dan dapat bermanfaat saat memasuki dunia kerja.

Pada kegiatan magang ini kami berkesempatan magang di PT PLN (Persero) PUSHARLIS Surabaya, dimana perusahaan ini bergerak di dalam bidang *design* dan *reverse engineering* peralatan ketenagalistrikan. *Manufacture* dan *Repair* peralatan ketenagalistrikan merupakan perwujudan nyata PLN PUSHARLIS dalam mendukung keandalan peralatan ketenagalistrikan milik PT PLN (Persero). Keempat komponen (*design, reverse engineering, manufacture, dan repair*) tersebut terintegrasi melalui *quality control* yang baik, sehingga menghasilkan produk dengan kualitas dan daya saing yang tinggi. Produk unggulan PLN PUSHARLIS adalah *Reverse Engineering* (RE) komponen pembangkit PLTU dan PLTA melalui proses *3D Scanning, 3D Modelling, Analisa dan Simulasi*, serta *Manufacture*. Pelaksanaan magang industri di PT PLN (Persero) PUSHARLIS Surabaya ini sesuai dengan pendidikan kami di Progam Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Departemen Teknik Mesin Industri, Institut Teknologi Sepuluh

Nopember. Terdapat mata kuliah – mata kuliah untuk menunjang pelaksanaan Magang Industri, antara lain mata kuliah Ilmu Bahan, Menggambar Mesin, CAD, CAE, CAM, Proses Manufaktur, Teknik Pembentukan, Teknik dan Manajemen Perawatan

## **1.2 Tujuan**

### **1.2.1 Tujuan Umum**

Magang Industri yang akan dilaksanakan mempunyai beberapa tujuan umum, antara lain:

1. Melaksanakan program dari Perguruan Tinggi yakni Magang Industri.
2. Mengaplikasikan ilmu yang telah didapatkan selama masa perkuliahan di Departemen Teknik Mesin Industri
3. Memberikan pengalaman dan bekal pengetahuan kepada mahasiswa mengenai pengaplikasian ilmu dalam suatu permasalahan serta mencari solusi yang tepat
4. Mahasiswa mengenal lebih jauh kondisi lingkungan kerja terkait ilmu yang sedang ditekuni
5. Menjalin Kerjasama baik antara Perusahaan dengan Perguruan Tinggi
6. Meningkatkan kemampuan individu dengan mengamati serta dapat mencoba terjun langsung mempraktekkan pelaksanaan tugas sebagai seorang Engineer yang diharapkan akan diemban

### **1.2.2 Tujuan Khusus**

1. Mengenali lingkungan kerja dan asset yang ada di PT PLN Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan (Pusharlis) UP2W VI
2. Mengetahui Alur *Production Planning Control* yang terdapat di PT PLN Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan (Pusharlis) UP2W VI
3. Mengetahui dan mempelajari proses *system QA/QC* yang terdapat di PT PLN Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan (Pusharlis) UP2W VI dengan melakukan pengamatan secara langsung.
4. Mengetahui dan memahami proses *Non-Destructive Test* pada bidang QA/QC di PT PLN Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan (Pusharlis) UP2W VI
5. Mengetahui dan melakukan analisa proses terjadinya cacat pada saat pengelasan dan cara pengendaliannya di PT PLN Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan (Pusharlis) UP2W

## **1.3 Manfaat**

### **1.3.1 Manfaat Bagi Perusahaan atau Instansi**

Mendapat masukan dan saran yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas perusahaan sesuai dengan hasil pengamatan yang dilakukan mahasiswa selama melaksanakan Magang Industri.

### **1.3.2 Manfaat Bagi Mahasiswa**

1. Mengenali lingkungan kerja dan asset yang ada di PT PLN Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan UP2W VI (Persero)
2. Mengetahui sistem kerja di lingkungan kerja PT PLN Pusat Pemeliharaan

Ketenagalistrikan UP2W VI (Persero)

3. Mengetahui cara kerja alat dan mesin di PT PLN Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan UP2W VI (Persero)
4. Mengetahui dan memahami alur *Production Planning Control* di PT PLN Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan UP2W VI (Persero)
5. Mengetahui dan memahami mekanisme kerja *Quality Control* di PT PLN Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan UP2W VI (Persero)
6. Mengetahui Standar Operasional Prosedur (SOP) dan proses *Quality Control* pada PT PLN Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan UP2W VI (Persero)
7. Mendapatkan hasil analisa kecacatan pada sambungan pengelasan dengan metode *Penetrant Test* di PT PLN PUSHARLIS UP2W VI

### **1.3.3 Manfaat Bagi Departemen Teknik Mesin Industri ITS**

1. Tercipta pola kerjasama yang baik dengan perusahaan tempat mahasiswa melaksanakan Magang Industri
2. Memiliki Sumber Daya Mahasiswa yang berkarakter dan memiliki *skill* mumpuni di bidangnya.
3. Sebagai sarana *branding* Departemen Teknik Mesin Industri ITS pada perusahaan yang dituju sebagai magang industri

*(Halaman Sengaja dikosongkan)*

## BAB II PROFIL PERUSAHAAN

### 2.1 Sejarah Perusahaan

#### 2.1.1 PT PLN (Persero)



**Gambar 2. 1** Logo PT PLN (Persero) (<https://web.pln.co.id/>)

Pada akhir abad ke-19, sejarah ketenagalistikan di Indonesia dimulai, ketika beberapa perusahaan Belanda mendirikan pembangkit tenaga listrik untuk keperluan sendiri. Pengusahaan tenaga listrik tersebut berkembang untuk kepentingan umum, diawali dengan adanya perusahaan swasta Belanda yaitu NV. NIGM yang memperluas usahanya dari bidang gas ke bidang tenaga listrik. (Gide, 1967).

Perusahaan-perusahaan listrik dikuasai oleh pihak Jepang pada masa Perang Dunia II, setelah kemerdekaan Indonesia perusahaan-perusahaan listrik tersebut direbut oleh para pemuda Indonesia pada bulan September 1945 dan diserahkan kepada Pemerintah Republik Indonesia.

Presiden Soekarno membentuk Jawatan Listrik dan Gas pada tanggal 27 September 1945. Tanggal 1 Januari 1961, Jawatan Listrik dan Gas diubah menjadi BPU-PLN (Badan Pimpinan Umum Perusahaan Listrik Negara) yang bergerak dibidang listrik, gas dan kokas. Tanggal 1 Januari 1965 BPU-PLN dibubarkan dan dibentuk 2 perusahaan negara yaitu PLN (Perusahaan Listrik Negara) yang mengelola tenaga listrik dan PGN (Perusahaan Gas Negara) yang mengelola gas. Saat itu kapasitas pembangkit tenaga listrik PLN sebesar 300 MW.

Tahun 1972, Pemerintah Indonesia menetapkan status Perusahaan Listrik Negara (PLN). Tahun 1990 melalui Peraturan Pemerintah No.17 PLN ditetapkan sebagai pemegang kuasa usaha ketenagalistikan. Pada bulan Juni 1994 status PLN dialihkan dari Perusahaan Umum menjadi Perusahaan Perseroan (Persero), sehingga namanya berubah menjadi PT PLN (Persero). Perubahan status perusahaan tersebut membawa dampak sangat kuat bagi perkembangan perusahaan listrik Indonesia.

Pada tahun 1995 didirikanlah PT PLN (Persero) Pembangkitan Tenaga Listrik Jawa Bali I, maka dikeluarkan surat keputusan direksi PLN No. 010K/023/DIR/1995 yang menyatakan bahwa unit pelaksana Bengkel Dayeuhkolot yang semula berada dibawah PT PLN (Persero) Pembangkitan dan Penyaluran Jawa Bagian Barat berubah menjadi dibawah PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat sehingga nama Bengkel Dayeuhkolot menjadi PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat Bengkel Mesin Dayeuhkolot (BMDK).

PT PLN (Persero) akan mengoptimalkan potensi bengkel bengkel milik PLN sehingga didirikan sebuah unit khusus mengelola bengkel-bengkel tersebut di dalam

satu unit bisnis tersendiri yang dinamakan PT PLN (Persero) Unit Bisnis Jasa Perbengkelan atau yang disingkat PLN UBJP.

Unit Wilayah yang dimiliki PLN terdiri dari 11 wilayah kerja ditambah dengan kawasan Batan sebagai wilayah khusus. Wilayah tersebut antara lain:

1. Wilayah I Aceh
2. Wilayah II Sumatra Utara
3. Wilayah III Sumatra Barat – Riau
4. Wilayah IV Sumatra Selatan – Bengkulu – Jambi dan Bangka Belitung
5. Wilayah V Kalimantan Barat
6. Wilayah VI Kalimantan Selatan, Timur dan Tengah
7. Wilayah VII Sulawesi Utara dan Tengah
8. Wilayah VIII Sulawesi Selatan dan Tenggara
9. Wilayah IX Maluku
10. Wilayah X Irian Jaya
11. Wilayah XI Bali NTT – NTB

Pada akhir tahun 2003 daya terpasang pembangkit PLN mencapai 21.425 MW yang tersebar diseluruh Indonesia. Kapasita pembangkitan sesuai jenisnya adalah sebagai berikut:

1. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), 3.184 MW
2. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), 3.073 MW
3. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), 6.800 MW
4. Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), 1.748 MW
5. Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU), 6.241 MW
6. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), 380 MW

Di Jawa – Bali memiliki Sistem Interkoneksi Transmisi 500 kV dan 150 kV sedangkan diluar Jawa – Bali PLN menggunakan sistem transmisi yang terpisah dengan tegangan 150 kV dan 70 kV. Pada akhir 2003, total panjang jaringan Transmisi 500 kV dan 70 kV mencapai 25.989 kms dan jaringan Tegangan Rendah sepanjang 301.692 kms.

### **2.1.2 PT PLN (Persero) PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan)**

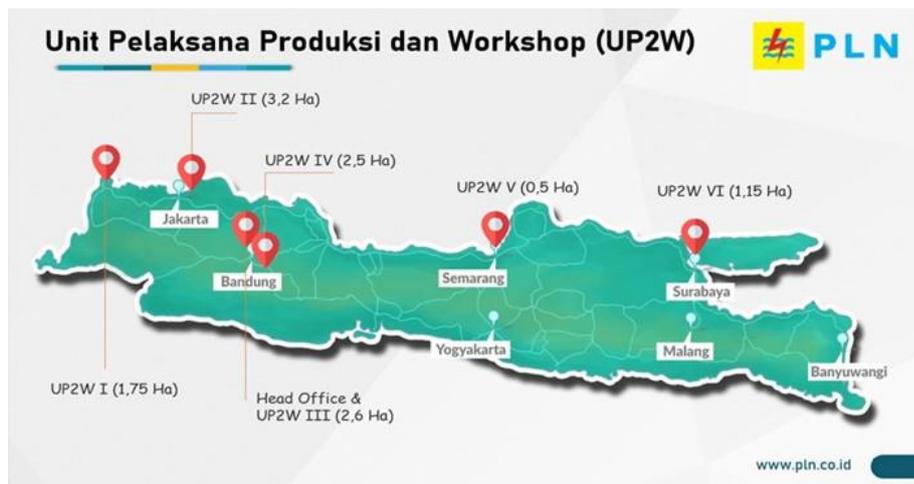
Untuk memastikan mesin mesin pembangkit Pemerintah Hindia Belanda membangun bengkel – bengkel pemeliharaan di Dayeuh Kolot. Bengkel – bengkel yang ada di daerah tersebut terus beroperasi sampai kemudian beralih ketangan Jepang, ketika masuk ke Indonesia bengkel – bengkel tersebut beralih tangan ke Pemerintah Indonesia dan sampai saat ini menjadi bagian unit dari PLN PUSHARLIS.

Keberadaan PT PLN (Persero) PUSHARLIS merupakan hasil dari perluasan skala bisnis dan migrasi dari Unit Bisnis Jasa Perbengkelan pada tahun 1997 – 2000. PT PLN PUSHARLIS merupakan salah satu unit yang berada di lingkungan PT PLN (Persero) yang bergerak dalam bidang *Maintenance, Repair, dan Overhaul* serta *Engineering, Procurement dan Construction* pembangkit – pembangkit listrik. Hal ini merupakan langkah dari PT PLN (Persero) untuk mendukung peningkatan kinerja peralatan ketenagalistrikan terutama kinerja pembangkit PLTU 10.000 MW untuk

menjamin ketersediaan pasokan tenaga listrik serta berperan untuk memenuhi kebutuhan *emergency repair* dan pengembangan hasil karya inovasi.

Pada saat ini PT PLN (Persero) PUSHARLIS telah memiliki beberapa unit, dengan nama nama sebagai berikut:

1. Unit Pelaksana Produksi dan Workshop I (UP2W I) di Merak, Cilegon
2. Unit Pelaksana Produksi dan Workshop II (UP2W II) di Klender, Jakarta<sup>37</sup>
3. Unit Pelaksana Produksi dan Workshop III (UP2W III) di jalan Banten, Kota Bandung
4. Unit Pelaksana Produksi dan Workshop IV (UP2W IV) di Dayeuhkolot, Kabupaten Bandung
5. Unit Pelaksana Produksi dan Workshop V (UP2W V) di Krapyak, Semarang
6. Unit Pelaksana Produksi dan Workshop VI (UP2W VI) di Ngagel Surabaya, Serta
7. Kantor Induk di jalan Banten Kota Bandung



**Gambar 2. 2** Peta Lokasi Kantor Induk dan Unit PT PLN (Persero) PUSHARLIS (<https://pln-pusharlis.co.id/>)

Adapun tugas utama yang dijalankan oleh PT PLN (Persero) PUSHARLIS adalah:

1. Penanganan sistem pengendalian kualitas pada pekerjaan *repair*, *reverse engineering*, manufaktur peralatan ketenagalistrikan dan juga melaksanakan penanganan *Maintenance* dan *Overhaul* berdasarkan penugasan dari PLN Pusat serta unit-unit PLN.
2. Penanganan *emergency repair* dari unit – unit PLN untuk menjamin ketersediaan pasokan tenaga listrik.
3. Melaksanakan kegiatan *Engineering, Procurement, Construction* (EPC)
4. Pengembangan dan manufaktur hasil karya inovasi.
5. Bekerjasama dengan lembaga riset dan industri dalam negeri untuk mencapai kemandirian teknologi.

## 2.2 Struktur dan Visi Misi PT PLN (Persero) PUSHARLIS

### 2.2.1 Visi dan Misi PT PLN (Persero) PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan)

Visi:

Menjadi Perusahaan manufaktur dan service ketenagalistrikan dengan berbasis *Reverse engineering* untuk mendukung PLN menjadi perusahaan listrik terkemuka se- Asia Tenggara.

- Perusahaan *manufacture* dan *service*  
PLN PUSHARLIS menjadi suatu entitas dalam PLN Group yang mendukung pemeliharaan ketenagalistrikan dalam bidang manufaktur dan service peralatan pembangkitan, transmisi dan distribusi yang mengoptimalkan sumber daya, serta mampu meningkatkan kualitas input, proses, dan output produk secara berkesinambungan.
- *Reverse engineering*  
Pusharlis mampu mengelola dan menguasai teknologi pembuatan desain peralatan ketenagalistrikan dengan metode *Reverse Engineering* sehingga mengurangi ketergantungan PLN Group kepada pabrikan komponen impor.
- Terkemuka se –Asia Tenggara  
Pusharlis mampu menghasilkan produk yang unggul dan bersaing dari sisi biaya, kualitas, atau jangka waktu penyediaan sehingga dapat memberikan kontribusi optimal bagi PLN Group menuju kemajuan menjadi perusahaan Terkemuka se- Asia Tenggara.

Misi:

1. Memberikan nilai tambah yang optimal kepada PLN Group, dengan menjalankan aktivitas manufaktur dan service ketenagalistrikan, untuk memastikan keberlangsungan usaha, optimasi efisiensi biaya, kapabilitas unggul dalam industri, peningkatan kontribusi laba, dan atau pengembangan usaha baru.
2. Melakukan sistem pengendalian kualitas pada pekerjaan *repair*, *reverse engineering* dan manufaktur peralatan ketenagalistrikan dalam rangka mendukung kinerja PLN untuk menjamin ketersediaan pasokan energi yang handal dan efisien
3. Berperan untuk memenuhi kebutuhan *emergency repair* dan pengembangan hasil karya inovasi yang mendukung pertumbuhan industri dalam negeri.

Tata nilai yang diterapkan oleh PT PLN (Persero) PUSHARLIS selaras dengan tata nilai PT PLN (Persero) yaitu “AKHLAK” yang terdiri dari 6 *core values* yaitu Amanah, Kompeten, Harmonis, Loyal, Adaptif, dan Kolaboratif.



Gambar 2. 3 *Core Value* Perusahaan (<https://www.bumn.go.id/>)

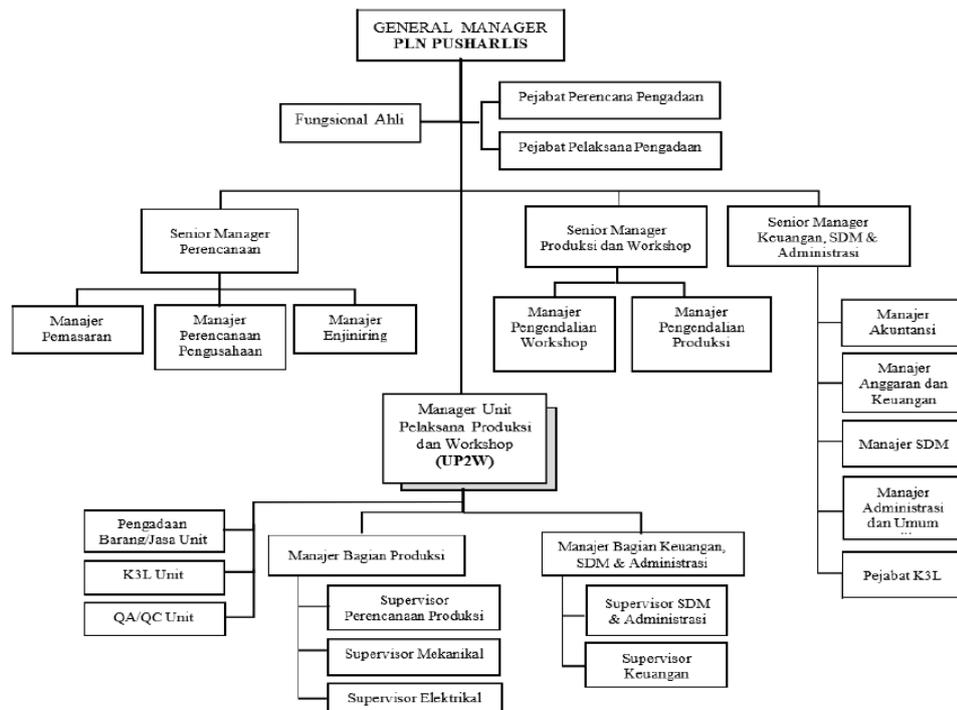
- Amanah : Memegang teguh kepercayaan yang diberikan
- Kompeten : Terus belajar dan mengembangkan kapabilitas

- Harmonis : Saling peduli dan menghargai perbedaan
- Loyal : Berdedikasi mengutamakan kepentingan bangsa dan negara
- Adaptif : Terus berinovasi dan antusias dalam menggerakkan atau menghadapi perubahan
- Kolaboratif : Membangun kerja sama yang sinergis

### 2.2.2 Struktur Organisasi PT PLN (Persero) PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan)

Seiring berkembangnya persaingan bisnis dan berkembangnya industry manufaktur, PT PLN (Persero) PUSHARLIS berupaya memberikan pelayanan yang responsible dan cepat. Dalam mendukung kelancaran memenuhi kebutuhan pelanggan, sejak tanggal 01 September 2018 PT PLN (Persero) PUSHARLIS bertransformasi dengan merubah struktur organisasi sesuai dengan kebutuhann.

PT PLN (Persero) PUSHARLIS memiliki 6 (enam) Unit Pelaksana Produksi dan Workshop (UP2W). Diantaranya UP2W I di Merak Banten, UP2W II Klender di Jakarta, UP2W III Bandung, UP2W IV Dayeuhkolot di Kab. Bandung, UP2W V di Semarang, dan UP2W VI di Surabaya. Masing-masing UP2W dipimpin oleh Manager Unit dan setiap UP2W memiliki bengkel atau workshop yang menjadi tanggung jawab Manajer Bagian Produksi. 9 Workshop tersebut terdiri dari Sub Bagian Produksi Mekanikal dan Sub Bagian Produksi Elektrikal. Dalam setiap proses pembuatan produk komponen ketenagalistrikan, Manajer Bagian Produksi dan Supervisor menentukan lini produksi sesuai dengan permintaan customer. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar.

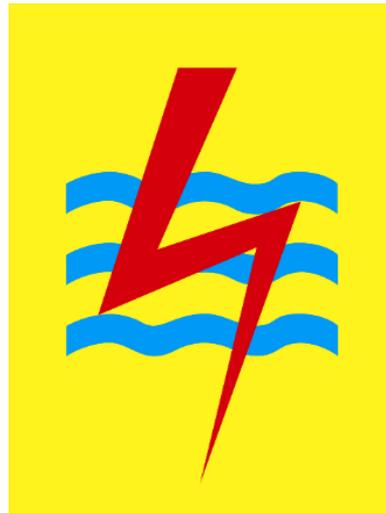


**Gambar 2. 4** Struktur Organisasi PT PLN (Persero) PUSHARLIS  
(<https://pln-pusharlis.co.id/>)

Berikut tugas pokok dan fungsi dari masing – masing struktur organisasi di PT PLN (Persero) PUSHARLIS:

1. *General Manager*  
Bertanggungjawab untuk memastikan tersedianya analisa dan mitigasi risiko, kepatuhan, serta proses bisnis, terlaksananya strategi dan pengelolaan unit sesuai dengan misi dengan mengoptimalkan sumber daya yang tersedia secara efisien, efektif dan sinergis, menjamin ketersediaan komponen ketenagalistrikan, serta memastikan terlaksananya *Good Corporate Governance* (GCG) di pusharlis.
2. Bidang Perencanaan  
Bertanggungjawab dan memastikan tersedianya perencanaan strategi Pusharlis, Rencana jangka panjang dan Rencana Kerja serta anggaran Pusharlis, penyusunan laporan manajemen, evaluasi kinerja, melaksanakan perencanaan lingkungan hidup, produksi komponen ketenagalistrikan, dan berkoordinasi dengan PLN Kantor Pusat dalam pengelolaan sistem informasi.
3. Bidang Produksi dan Workshop  
Bertanggungjawab dan memastikan terlaksananya produksi komponen ketenagalistrikan, *Reverse Engineering*, pembangunan PLTM dan produksi karya inovasi. Memastikan kelangsungan konsolidasi antar unit pelaksana, ketetapan waktu, biaya dan kualitas pekerjaan melalui pemantauan hasil karya antar unit pelaksana, untuk pencapaian target kinerja perusahaan serta memastikan kelangsungan *Supply Chain Management* dengan memperhatikan Sistem Manajemen Terpadu (SMT).
4. Bidang Keuangan, SDM dan ADM  
Bertanggungjawab atas pengelolaan keuangan, sumber daya manusia, Hukum, Komunikasi, administrasi dan umum, serta operasional K3L untuk mendukung pelaksanaan kegiatan Pusharlis secara efektif sebagai bagian pencapaian target kinerja Pusharlis.
5. Sub Biro Perencana Pengadaan  
Melaksanakan tugas dan tanggungjawab sebagai Pejabat Perencana Pengadaan sebagaimana yang diatur dalam ketentuan Barang dan jasa yang berlaku di lingkungan PT PLN (Persero).
6. Sub Biro Pelaksana Pengadaan  
Melaksanakan tugas dan tanggungjawab sebagai pejabat pelaksana pengadaan sebagaimana yang diatur dalam ketentuan barang dan jasa yang berlaku di lingkungan PT PLN (Persero).
7. Manager Unit Pelaksana Produksi dan Workshop
8. Bertanggungjawab dan memastikan terlaksananya analisa manajemen risiko dan mitigasi proses bisnis di unitnya.

### 2.3 Logo PT PLN (Persero) PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan)



**Gambar 2. 5** Logo PT PLN (Persero) (<https://web.pln.co.id/>)

- **Filosofi Logo**  
Masing masing bentuk dan warna dari elemen yang tersusun dalam logogram memiliki makna visual yang terinspirasi dari cita dan citra insan PLN sebagai sumber daya utama pengelola bisnis perusahaan.
- **Makna Bentuk**
  1. **Persegi**  
Bidang persegi dan sebagai dasar, berwarna kuning, dan tanpa garis pinggir. Bidang persegi melambangkan bahwa PLN merupakan wadah atau organisasi yang teroganisir dengan sempurna. Warna kuning menggambarkan pencerahan, seperti yang diharapkan PLN bahwa listrik mampu menciptakan pencerahan bagi kehidupan masyarakat. Kuning juga melambangkan semangat yang menyala-nyala yang dimiliki tiap insan yang berkarya di PLN.
  2. **Petir atau Kilat**  
Petir atau kilat, berwarna merah, bentuk atas tebal, bentuk bawah runcing, dan memotong tiga gelombang. Petir atau kilat melambangkan tenaga listrik yang terkandung didalamnya sebagai produk jasa utama yang dihasilkan oleh PLN. Selain itu, petir juga mengartikan kerja cepat dan tepat para insane PLN dalam memberikan solusi terbaik bagi pelanggannya. Warna merah memberikan representasi kedewasaan PLN selaku perusahaan listrik pertama di Indonesia dan dinamisme gerak laju PLN beserta insan perusahaan, serta keberanian dalam menghadapi tantangan perkembangan zaman.
  3. **Tiga gelombang (Ujung Gelombang Menghadap kebawah)**  
Tiga gelombang, berwarna biru berbentuk sinusodia ( $2 \frac{1}{2}$  perioda), ujung gelombang menghadap kebawah, tersusun sejajar dalam arah mendatar, dan terletak di tengah – tengah pada dasar kuning. Tiga gelombang memiliki arti gaya rambat energy listrik yang dialirkan oleh tiga bidang usaha utama yang digekuti PLN yaitu pembangkitan, penyaluran, dan distribusi yang seiring sejalan dengan kerja keras para insan PLN guna memberikan layanan terbaik bagi pelanggannya. Warna biru

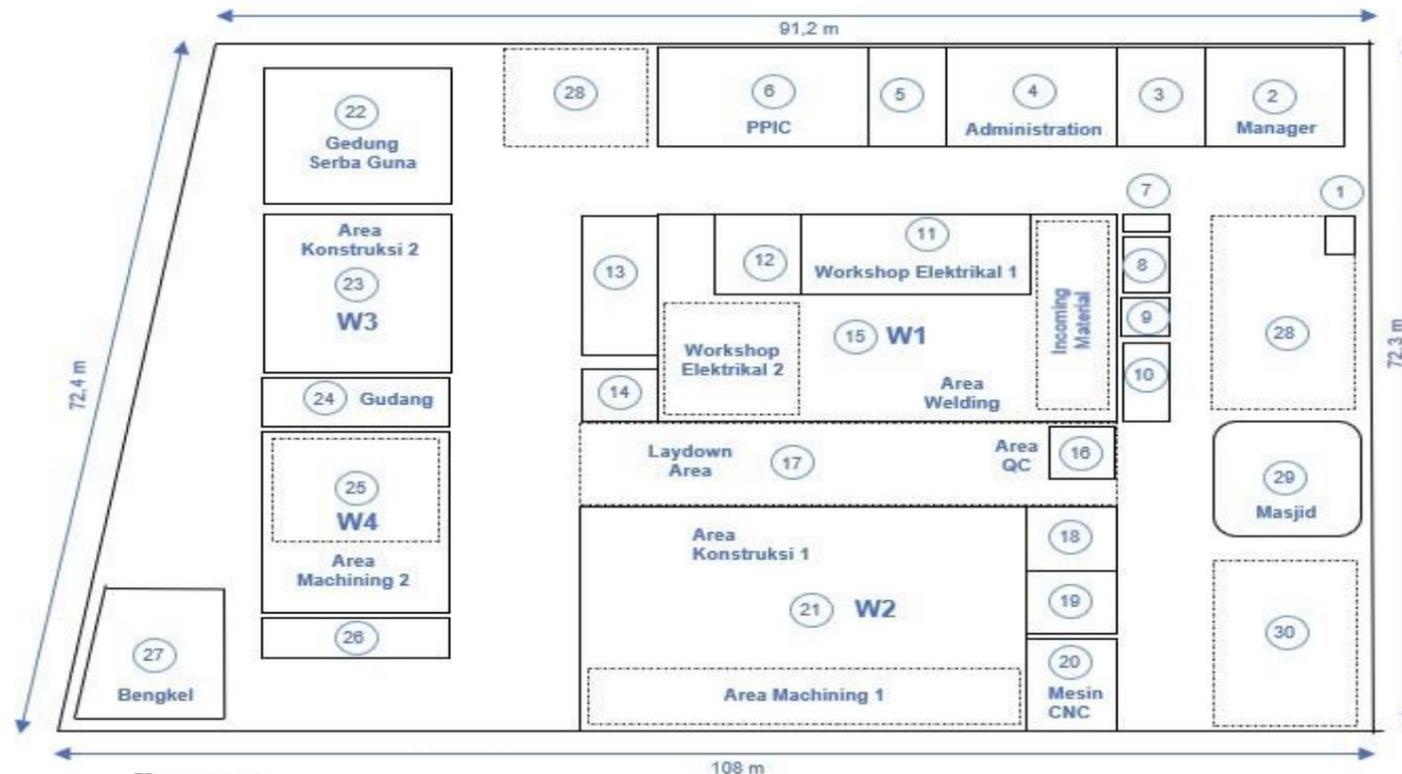
melambangkan kesetiaan dan pengabdian pada tugas untuk menuju dan mencapai kemakmuran dan kesejahteraan rakyat Indonesia.

## **2.4 Kegiatan Produksi PT PLN PUSHARLIS UP2W VI Surabaya**

### **A. Bidang Usaha**

#### **1. Aspek Produksi**

PT PLN (Persero) PUSHARLIS UP2W VI Surabaya mempunyai empat workshop. Dalam memproduksi sebuah produk komponen ketenagalistrikan, PUSHARLIS UP2W VI Surabaya hanya memproduksi barang berdasarkan permintaan dan permintaan tersebut hanya dari dalam lingkup PLN Group. Produk yang dihasilkan merupakan produk untuk memenuhi kebutuhan PT PLN khususnya untuk komponen ketenagalistrikan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Dalam proses produksi, PUSHARLIS UP2W VI Surabaya menggunakan metode *Reverse Engineering* Proses produksi disini menggunakan alat konvensional dan juga sudah menggunakan alat-alat modern. Diantaranya adalah mesin bubut, mesin las, mesin drilling, mesin frais, mesin CNC 5 axis, 3D scanner, dan masih banyak lagi.



**Keterangan :**

- |                                       |                               |                          |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 1. Pos Security                       | 11. Workshop Elektrikal       | 21. Workshop Mekanikal 2 |
| 2. Ruang Manager Unit                 | 12. Ruang Produksi Elektrikal | 22. Gedung Serba Guna    |
| 3. Ruang Rapat Utama                  | 13. Ruang Pegawai Workshop    | 23. Workshop Mekanikal 3 |
| 4. Ruang Keuangan, SDM & Administrasi | 14. Area Limbah               | 24. Gudang dan Lab       |
| 5. Ruang Rapat Produksi               | 15. Workshop Mekanikal 1      | 25. Workshop Mekanikal 4 |
| 6. Ruang Perencanaan Produksi         | 16. Ruang QC                  | 26. Ruang Tools 2        |
| 7. Gardu Listrik                      | 17. Area Laydown              | 27. Bengkel Kendaraan    |
| 8. Ruang K3L                          | 18. Ruang Tools 1             | 28. Parkir Mobil         |
| 9. Ruang Tamu                         | 19. Ruang Produksi Mekanikal  | 29. Masjid               |
| 10. Ruang Pengadaan Barang/Jasa       | 20. Ruang Mesin CNC           | 30. Parkir Motor         |

**Gambar 2. 6** Layout PT PLN (Persero) PUSHARLIS UP2W VI Surabaya (<https://pln-pusharlis.co.id/>)

Untuk Mendukung kegiatan produksi yang ada di PT PLN PUSHARLIS Surabaya, terdapat Mesin yang ada di PT PLN PUSHARLIS UP2W VI Surabaya. Antara lain:

**Tabel 2. 1** Mesin di PT PLN PUSHARLIS Surabaya

No	Proses	Mesin Produksi Mekanikal	Jumlah	Tempat
<b>A</b>	<b>Mesin Perkakas Konvensional</b>			
1	Turning Proses	Mesin Bubut	7	W2 dan W4
2	Milling Proses	Mesin Frais Horizontal dan vertikal	3	W4
3	Grinding Proses	Mesin Gerindra	2	W4
4	Drilling Proses	Mesin Bor	2	W4
5	Cutting Proses	Mesin potong & plasma	2	W2
6	Bending & Punch Proses	Mesin tekuk & punch	2	W4
7	Shaping & Sawing Proses	Mesin Skarp dan Gergaji	6	W4
<b>B</b>	<b>Mesin Perkakas Non Konvensional</b>			
1	Turning proses	Mesin CNC Hartford LG-1000	1	W2
2	Milling Proses	Mesin CNC Feeler FTC 350L	1	W2
<b>C</b>	<b>Mesin Pengelasan</b>			
1	Pengelasan SMAW	Mesin Las SMAW	6	W1 dan W2
2	Pengelasan GMAW	Mesin Las MIG/MAG	2	W2
3	Pengelasan GTAW	Mesin Las Tig	2	W2

4	Pengelasan FCAW & Rotary	Mesin Las FCAW & Rotary Welding	2	W1
---	--------------------------	---------------------------------	---	----

a) Mesin CNC Hartford LG-1000



**Gambar 2. 7** Mesin CNC Hartford LG-1000

Mesin CNC yang digunakan pada PT PLN PUSHARLIS UP2W VI Surabaya ini dipilih untuk meningkatkan efisien dan akurasi pembuatan part yang diproduksi. Adapun spesifikasi dari mesin CNC Hartford LG-1000 :

**Tabel 2. 2** Spesifikasi Mesin CNC Hartford LG-1000

<b>Machine Model</b>	<b>LG-1000</b>		
Table	Working surface	1150x510 (45.28x20.08)	mm (inch)
	Max. table load	700 (27.56)	kg (lbs.)
Travel	Longitudinal travel(X-axis)	1000 (39.37)	mm (inch)
	Cross travel(Y-axis)	510 (20.08)	mm (inch)
	Vertical travel(Z-axis)	630 (24.8)	mm (inch)
Spindle	Spindle nose taper	#40	
	Spindle speed(Pulley)	12000	rpm
	Spindle speed(DDS)	15000	rpm
Feed	Rapid traverse rate(X/Y/Z)	30/30/24 opt.40/40/30 (1181.1/1181.1/944. 88 opt. 1574.8/1574.8/1181.1)	m/min (ipm)
ATC	Tool storage	A:24	A:24

b) Mesin CNC Feeler FTC 350L



**Gambar 2. 8** Mesin CNC Feeler FTC 350L

Selain Mesin CNC Hartford LG-1000, PT PLN PUSHARLIS UP2W VI Surabaya juga memiliki mesin CNC Feeler FTC 350L untuk mendukung proses produksi. Mesin ini terdapat di Workshop 2. Spesifikasi mesin tersebut sebagai berikut:

Specifications	
TRAVEL	
X-axis travel	175+25mm
Y-axis travel	None
Z-axis travel	700mm
E-axis travel	None
Tailstock travel type	Manual
Tailstock travel	610mm
Quill travel type	Hydraulic
Quill diameter	φ70mm
Quill stroke	90mm
Quill taper	MT-4
SPINDLE	
Spindle speed	4,500rpm
Spindle nose	A2-6
Hydraulic chuck diameter	φ210(8" )mm
Spindle bore diamete	φ62mm
Spindle bearing diameter	φ100mm
Spindle taper	1:20
Live tooling spindle speed	-(4,000)mm
FEEDRATE	
Rapid traverse X-axis	30m/min
Rapid traverse Y-axis	None
Rapid traverse Z-axis	30m/min
Rapid traverse E-axis	None

**Gambar 2. 9** Spesifikasi Mesin CNC Feeler FTC 350L

c) Mesin *Rotary Welding*



**Gambar 2. 10** *Welding Rotary*

Mesin ini merupakan mesin las yang dilengkapi denganudukan yang dapat berputar, kegunaan mesin ini ialah dapat mengelas hingga 360 derajat. Pada PT PLN PUSHARLIS mesin ini digunakan untuk mengelas grinding roll yang sudah termakan karena sudah digunakan untuk memecah batu bara. Las yang digunakan jenis FCAW (*Flux Core Arc Welding*).

Berikut beberapa produk yang dihasilkan oleh PT PLN (Persero) PUSHARLIS.

1. Grab Ship Unloader & *Accessories*



**Gambar 2. 11** Grab Bucket Ship Unloader

Hasil produksi PLN PUSHARLIS Ship Unloader berfungsi memindahkan batu bara dari kapal tongkang menuju stock yard dengan bantuan belt conveyor. Grab Bucket merupakan bagian yang kritis pada peralatan unit ship unloader karena memiliki tingkat kerusakan tertinggi berupa abrasivitas oleh gesekan dan *impact* dari pengangkatan batu bara secara kontinyu.

## 2. *Grinding Tyre Pulverizer Coal Mill*



**Gambar 2. 12** *Grinding Tyre Pulverizer Coal Mill* (<https://pln-pusharlis.co.id/>)

Hasil *repair* PLN PUSHARLIS *Grinding Tyre / Roll* merupakan roda baja yang berputar sebagai tempat menghaluskan mesh batu bara menjadi serbuk akibat tumbukan langsung dengan *grinding table*. Komponen ini mengalami keausan secara periodik karena batu bara yang bersifat abrasif.

## 3. *Orifice Mill*



**Gambar 2. 13** *Oriface Mill*

Hasil produksi PLN PUSHARLIS *Orifice Mill* adalah jenis *flow meter* yang digunakan untuk mengukur serta mengatur laju aliran Cairan atau Gas, khususnya Uap, dengan menggunakan prinsip Pengukuran Tekanan Diferensial. *Flow meter* ini digunakan untuk pengaplikasian laju aliran yang kuat karena daya tahannya yang terkenal dan sifatnya yang sangat ekonomis.

#### 4. Shuttle Trolley



**Gambar 2. 14 Shuttle Trolley**

*Shuttle Trolley* merupakan komponen yang terdapat pada *overhead crane* yang digunakan untuk penggerak sekaligus mekanisme pengangkatan dan perjalanan pada *overhead crane*. Komponen ini terdiri atas beberapa komponen seperti bearing, roll wheel yang menyambung rel untuk bergerak.

#### 5. Portable Change Over Switch



**Gambar 2. 15 Portable Change Over Switch** (<https://pln-pusharlis.co.id/>)

Produk ini merupakan inovasi untuk penyeimbangan beban pada trafo distribusi tanpa padam.

#### 6. APP Tole



**Gambar 2. 16 APP Tole** (<https://pln-pusharlis.co.id/>)

Alat ini berfungsi sebagai alat bantu ukur untuk memudahkan petugas P2TL dalam penugasannya, prinsip kerja dari APP Tole ini adalah memberikan injeksi beban pada APP untuk menguji keakuratan pengukuran KWh meter dan kemampuan MCB.

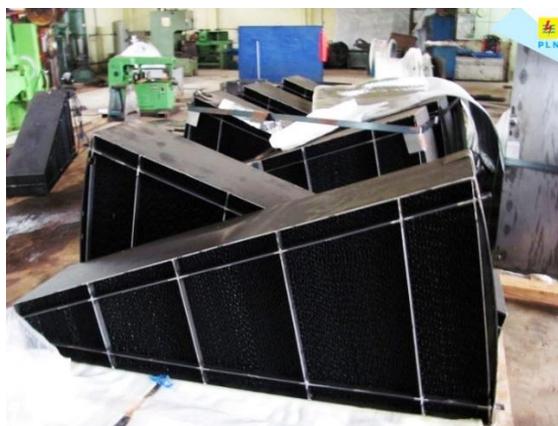
7. *Amount BBM*



**Gambar 2. 17** *Amount BBM* (<https://pln-pusharlis.co.id/>)

Merupakan alat *monitoring* BBM menggunakan sensor *ultrasonic* yang dapat membantu mempermudah dan memperkecil kesalahan dalam penerimaan BBM agar tidak banyak merugikan perusahaan yang diakibatkan oleh berkurangnya BBM yang diterima tidak sesuai.

8. APH



**Gambar 2. 18** APH (<https://pln-pusharlis.co.id/>)

*Air Preheater* merupakan peralatan bantu dalam PLTU yang berfungsi sebagai pemanas awal udara baik primer maupun sekunder, sampai ketinggian temperature tertentu sehingga dapat terjadi pembakaran optimal dalam boiler.

## 9. PLTMH



**Gambar 2. 19** PLTMH (<https://pln-pusharlis.co.id/>)

Merupakan hasil produk dari PT PLN PUSHARLIS. Alat ini merupakan pembangkit listrik tenaga mikro hidro yang memiliki kapasitas 2x500 kW dengan menggunakan jenis turbin Francis Horizontal.

### 2. Aspek SDM

SDM yang bekerja di PT PLN (Persero) PUSHARLIS UP2W VI Surabaya yaitu  $\pm$  60 orang, dimana orang tersebut beban kerjanya dibagi menjadi beberapa bidang. Bidang tersebut yaitu bidang perencanaan, mekanikal, *electrical*, *quality control*, administrasi, pengadaan barang.

### 3. Sistem Manajemen Kinerja

Untuk pengukuran kinerja individu pegawai, PLN juga telah menerapkan suatu sistem manajemen kinerja, yang dikenal dengan istilah Sistem Manajemen Unjuk Kerja (SMUK). Sistem ini mulai dilaksanakan di PLN sejak tahun 1998 yang ditandai dengan dikeluarkannya Keputusan Direksi No. 075.K/010/DIR/1998 dan Edaran Direksi No. 043.E/012/DIR/1998 yang mengatur mengenai Sistem Manajemen Unjuk Kerja. Di dalam keputusan direksi tersebut (Pasal 1 huruf d) telah dijelaskan bahwa Sistem Manajemen Unjuk Kerja (SMUK) merupakan proses untuk menciptakan pemahaman bersama mengenai tujuan apa yang harus dicapai dan bagaimana hal itu harus dicapai, serta bagaimana mengatur sumberdaya untuk mengefektifkan pencapaian tujuan tersebut. Sistem ini sekaligus dipakai didalam proses pemberian penghargaan bagi setiap pegawai selama mengabdikan kepada perseroan dalam kurun waktu satu tahun berjalan. Penilaiannya disesuaikan dengan Nilai unjuk kerja pegawai yang diperoleh selama satu tahun. 20 Sistem Manajemen unjuk kerja memiliki beberapa siklus (proses kerja), yang merupakan proses kerjasama antara atasan langsung dengan pegawai.

Siklus yang pertama adalah perencanaan unjuk kerja pegawai. Tahap ini merupakan diskusi formal antara atasan langsung dengan pegawai yang bersangkutan untuk memperoleh kesepakatan bersama antara atasan langsung dengan pegawai yang bersangkutan yang biasanya dilaksanakan pada awal tahun

atau menjelang program kerja tahun berikutnya. Yang perlu dicatat dalam proses ini adalah bahwa sasaran unjuk kerja pegawai harus dibuat berdasarkan sasaran kerja unit organisasi dan sasaran unjuk kerja atasan dari atasan langsungnya. Sehingga sasaran unjuk kerja pegawai yang disusun oleh pegawai pada peringkat paling bawah selaras/relevan dengan sasaran organisasi dimana pegawai yang bersangkutan berada.

Sasaran unjuk kerja pegawai juga harus memenuhi prinsip SMART, yaitu *Spesific* artinya sasaran unjuk kerja pegawai harus terfokus pada arah dari pekerjaan serta usaha yang diperlukan untuk mencapai tujuan perusahaan. *Measureble*, artinya sasaran unjuk kerja pegawai harus bisa diukur baik secara kuantitatif maupun secara kualitatif. *Agreed*, artinya sasaran unjuk kerja pegawai harus didiskusikan, disepakati dan dipahami baik oleh atasan maupun pegawai. *Ralistic*, artinya sasaran unjuk kerja pegawai harus dapat dicapai dalam konteks yang sesuai dengan ketrampilan dan kemampuan pegawai serta mendapatkan dukungan sumber daya yang tersedia. *Time Bond*, artinya sasaran unjuk kerja pegawai harus mempunyai target waktu sehingga dapat membantu pegawai untuk memprioritaskan rencana kerja dan menggunakan sumberdaya yang efektif. Siklus yang kedua adalah pemantauan unjuk kerja pegawai. Tahap ini merupakan tahap intern berupa diskusi formal antara atasan langsung dengan pegawai untuk memperoleh informasi tentang kemajuan pencapaian unjuk kerja pegawai.

Proses pemantauan ini dapat dipergunakan oleh atasan langsung untuk melakukan pembinaan (*conseling*), bimbingan (*coaching*), dan konsultasi terhadap pegawai yang bersangkutan. Pemantauan ini dilaksanakan sebanyak tiga kali (biasanya setiap empat bulan sekali). Siklus yang ketiga adalah penilaian unjuk kerja. Proses ini dilakukan pada akhir proses manajemen unjuk kerja pegawai (akhir tahun). Penilaian dilakukan oleh atasan langsung dengan diketahui oleh pegawai yang bersangkutan dan harus mendapatkan persetujuan dan pengesahan oleh atasan dari atasan langsungnya. Dalam penilaian ini terdapat dua aspek penilaian, pertama adalah sasaran individu yang merupakan penjabaran dari sasaran organisasi dan aspek yang kedua adalah aspek kontribusi individu. Ketiga siklus diatas dituangkan kedalam sebuah formulir, yang didalamnya mencakup mengenai beberapa hal, seperti kriteria penilaian, derajat penilaian dan informasi tentang kesimpulan Nilai Unjuk Kerja Pegawai, disertai identifikasi kebutuhan pengembangan pengetahuan dan kemampuan serta pengembangan karier pegawai sebagaimana disebutkan dalam Pasal 7.

Formulir sistem manajemen unjuk kerja sendiri dibedakan menjadi tiga, dan telah disesuaikan dengan tugas dan tanggung jawabnya masing – masing yang sekaligus menjadi kriteria penilaian, yang terdiri dari formulir untuk jabatan struktural (form A1), formulir untuk jabatan fungsional ahli (form A2), formulir untuk jabatan fungsional lain (form B). Berdasarkan sertifikasi yang dilakukan sesuai prosedur audit serta tunduk pada audit pengawasan berkelas, PLN *Engineering* resmi menetapkan dan menerapkan sistem manajemen sesuai Standar ISO 37001: 2016 “Sistem Manajmen Anti Penyusutan” untuk proses pengadaan barang dan jasa di lingkungan perusahaan. Adapun sertifikat tersebut resmi terhitung mulai tanggal 26 Febuari 2021 dan berlaku sampai dengan 25 Febuari 2024.

## B. Strategi Bisnis

Setiap UP2W melakukan segmentasi produk dan pasar berdasarkan nilai harga dan jumlah produk yang dibuat. Produk tersebut didiferensiasikan menjadi 4 kelompok *selective*, *outsource*, *aggressive* dan *mass aggressive* (Kotler, 2007). Berdasarkan segmentasi tersebut, salah satu produk komponen PLTU *mass aggressive* adalah peralatan boiler berupa *coal nozzle burner*. Produk tersebut merupakan permintaan customer tertinggi yang telah diproduksi di Unit Pelaksana Produksi dan Workshop VI Surabaya.

Dalam rangka mencapai tujuan strategis Unit sesuai hasil analisa SWOT dan matrik IE PLN Pusharlis mengembangkan strategi Hold and Maintain yaitu dengan Konsolidasi untuk menghindari kehilangan penugasan dan 13 menghilangkan inefisiensi dalam proses bisnis. Berdasarkan hasil analisa tersebut diatas disusunlah empat strategi utama PLN Pusharlis dua strategi berkaitan dengan fungsi bisnis inti Pusharlis, satu strategi sebagai enabler, dan satu strategi sebagai *ultimate result* dari strategi lainnya. empat strategi utama yang dimaksud di atas adalah:

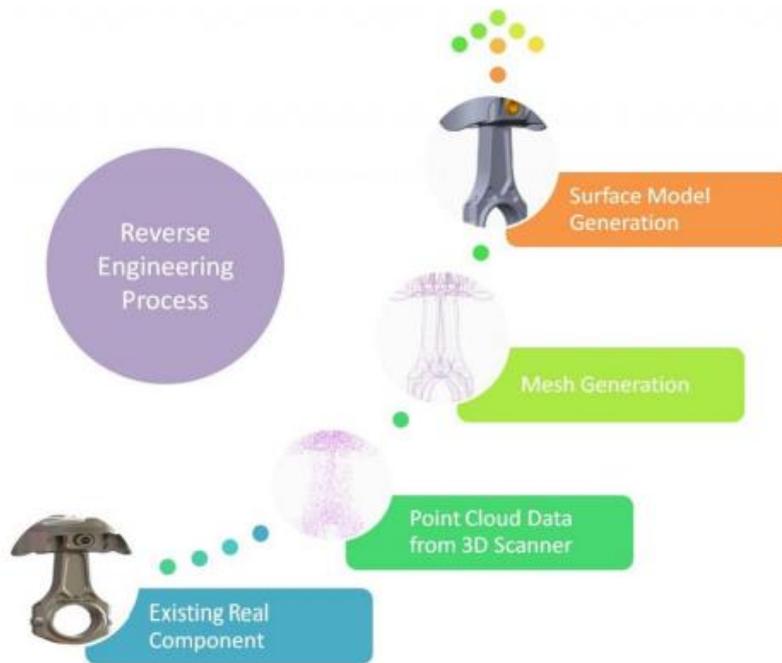
1. Meningkatkan Kontribusi ke PLN Group
2. Meningkatkan Kompetensi SDM
3. Meningkatkan Mutu Produk
4. Optimasi Proses Produksi dan Layanan

Strategi utama pertama diharapkan akan memberikan hasil yang terukur dan berdampak langsung pada kinerja keuangan PLN, sedangkan keberhasilan strategi enabler dan Strategi yang berkaitan dengan fungsi bisnis inti meskipun tidak berdampak langsung pada kinerja keuangan PLN, namun kesuksesannya akan sangat penting untuk memastikan keberhasilan strategi utama pertama

### 2.4.2 Reverse Engginering

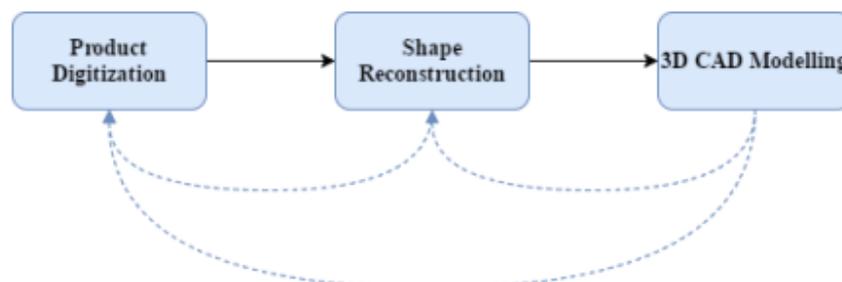
*Reverse engineering* merupakan suatu proses untuk mencari dan menemukan sistem teknologi, fungsi dan operasi yang bekerja pada suatu desain, komponen atau objek melalui sebuah proses analisa yang mendalam pada setiap komponen struktur dari desain atau objek yang akan diteliti (Anwer & Mathieu, 2016). Pada dasarnya proses *reverse engineering* termasuk dalam perancangan dan pengembangan produk. Proses ini merupakan sebuah proses untuk mencari dan menemukan sistem teknologi, fungsi dan operasi yang terdapat pada suatu desain, komponen atau objek melalui sebuah proses analisis yang mendalam pada setiap komponen struktur dari desain atau objek yang diteliti.

Secara garis besar dapat disimpulkan bahwa *reverse engineering* merupakan sebuah proses peng-ekstrakan informasi yang ada pada sebuah desain atau objek dari segi dimensi ukuran, cara kerja atau bahkan informasi metode pembentukan desain. Proses *reverse engineering* dalam bidang industri merupakan kegiatan menganalisis suatu produk yang sudah ada sebagai dasar untuk merancang produk baru yang sejenis dengan memperkecil kelemahan dan meningkatkan keunggulan produk kompetitornya. Selain hal tersebut, proses *reverse engineering* dapat mempersingkat waktu perancangan produk yang akan dibuat karena tidak lagi membuat produk tersebut dari awal. Alur proses *reverse engineering* dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 2. 20** Proses *Reverse Engineering* (Anwer & Mathieu, 2016)

Pertimbangan aspek geometrik pada produk, menimbulkan pertumbuhan yang luar biasa dalam penelitian proses *reverse engineering*. Ekstraksi geometri dari produk yang ada untuk merekonstruksi model CAD 3D adalah dengan menggunakan pendekatan yang paling sering digunakan. Meskipun banyak persepsi dari proses *reverse engineering* menurut para ahli, semuanya dapat disimpulkan menjadi tiga langkah utama yaitu, Digitalisasi Produk, Rekonstruksi Bentuk dan Pemodelan CAD 3D (Anwer & Mathieu, 2016). Langkah utama *reverse engineering* dapat dilihat pada gambar dibawah.



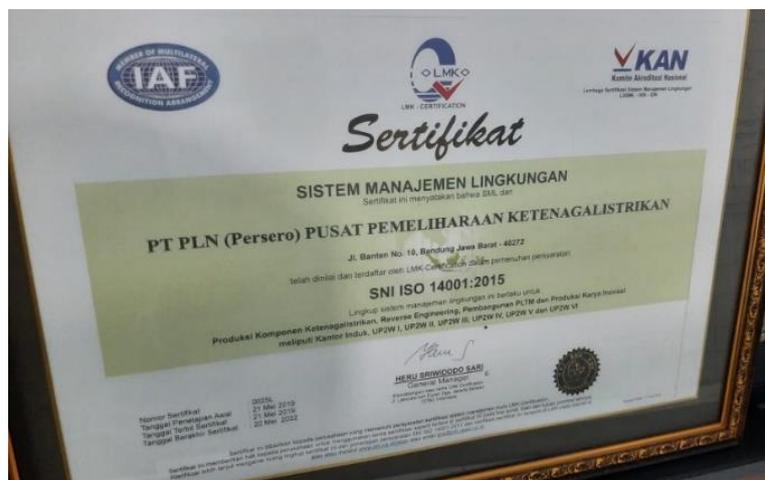
**Gambar 2. 21** Fase dasar *Reverse Engineering* (Anwer & Mathieu, 2016)

## 2.5 Kebijakan Mutu, K3, dan Lingkungan di PT PLN (Persero) PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan)

PT PLN (Persero) Pusharlis adalah unit dari PT PLN yang menyediakan peralatan dan komponen mesin pembangkit listrik serta peralatan yang berhubungan dengan produksi dan penyaluran energi listrik. Keselamatan dan kesehatan kerja karyawan menjadi salah satu faktor yang sangat perlu diperhatikan oleh perusahaan, oleh karena itu perusahaan ini memiliki komitmen yang tinggi dalam mengupayakan dan memelihara agar setiap karyawannya dapat bekerja dengan selamat dengan

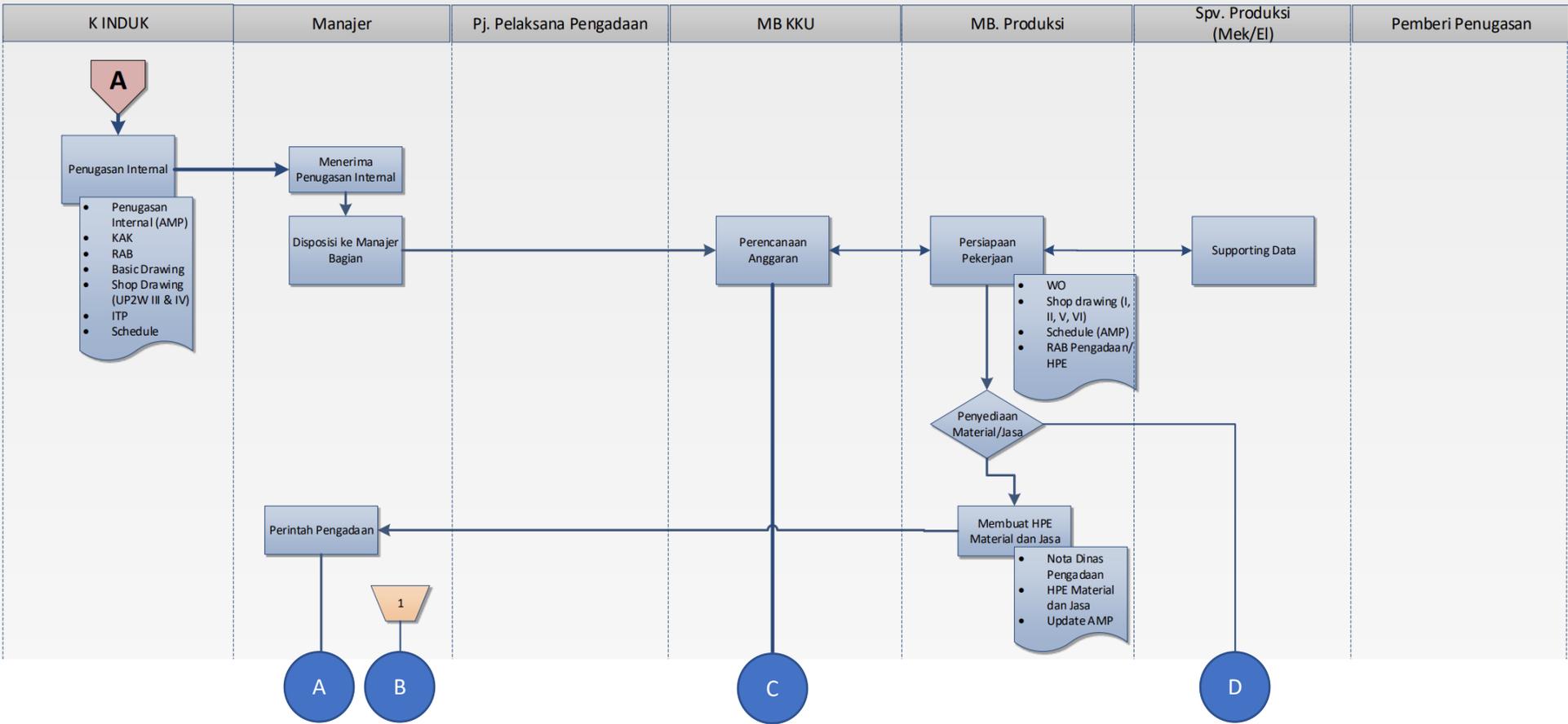
mengutamakan *safety work*. PT PLN Pusharlis senantiasa berupaya untuk selalu menerapkan budaya K3 kepada seluruh karyawannya mulai dari kegiatan perencanaan sampai proses akhir dengan memaksimalkan perlengkapan alat pelindung diri (APD) oleh perusahaan dalam meningkatkan keamanan dan keselamatan kerja karyawannya. Perusahaan menyediakan perlengkapan APD yang disesuaikan dengan jenis pekerjaan dan tingkat resiko akibat pekerjaan itu sendiri. Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) yang berlaku di PT PLN Pusharlis disebut dengan Kesehatan, Keselamatan, Keamanan, dan Lingkungan (K3L). Sesuai K3L yang berlaku di PT PLN Pusharlis sudah seharusnya karyawan memiliki perlindungan yang cukup dari kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja. Dalam rangka penerapan, pemeliharaan, dan peningkatan efektifitas Sistem Manajemen Mutu dan K3 berkomitmen untuk melaksanakan:

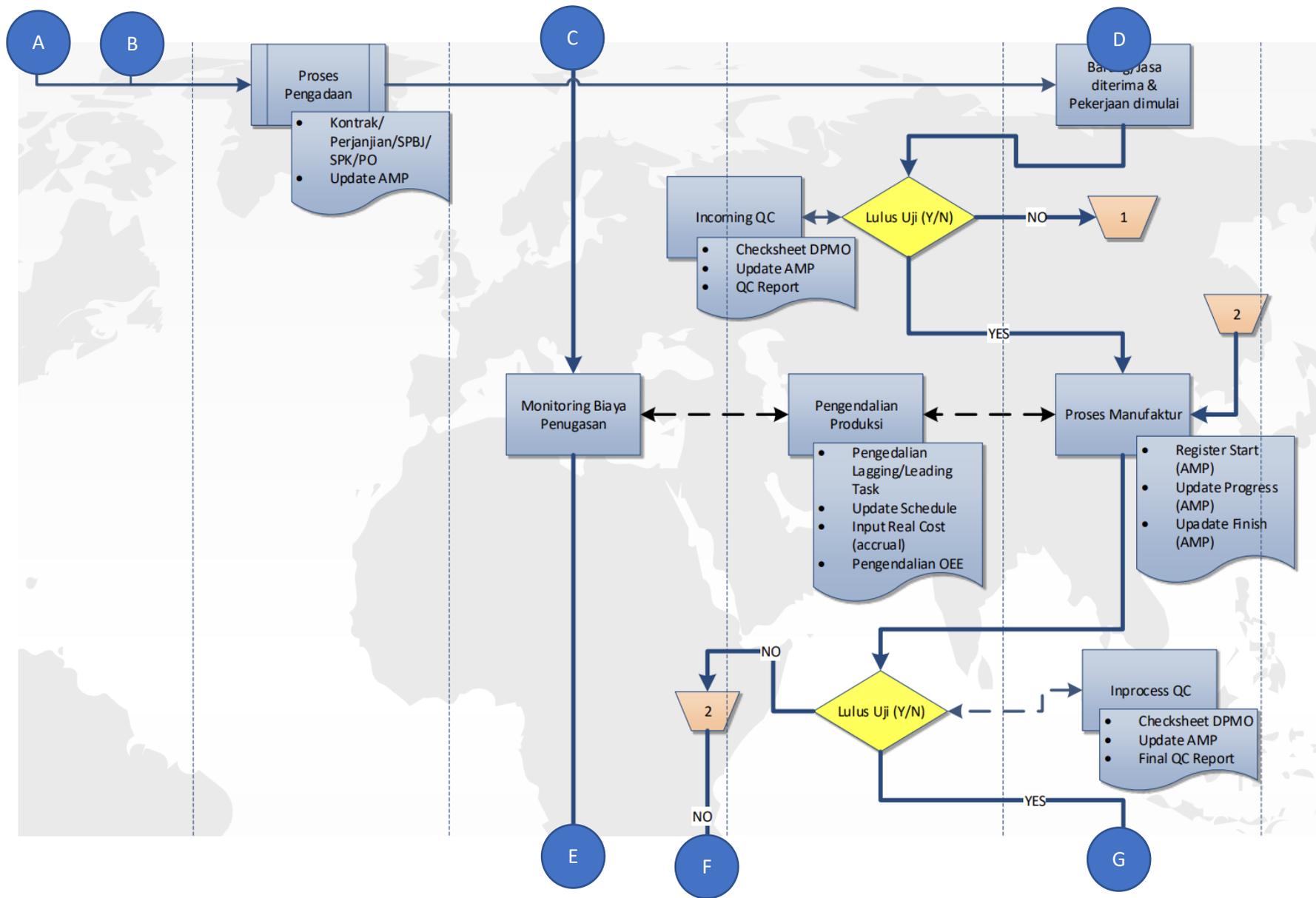
1. Peningkatan dan pengembangan bisnis perusahaan sehingga dapat mendukung arah strategis perusahaan melalui penetapan sasaran Mutu, K3 & Lingkungan beserta penerapan praktik- praktik terbaik dari perusahaan lain yang sejenis.
2. Pemenuhan harapan dan persyaratan pelanggan dalam hal kualitas, kecepatan layanan serta harga kompetitif serta peraturan HSE dari pelanggan melalui perbaikan yang berkelanjutan untuk menghilangkan bahaya dan mengurangi risiko Mutu & K3 serta meningkatkan kemampuan karyawan guna memberikan kepuasan kepada pelanggan dan stakeholder lainnya.
3. Kepatuhan pada peraturan perundangan dan persyaratan lain melalui upaya pencegahan kecelakaan dan sakit akibat kerja yang melibatkan konsultasi dan partisipasi karyawan agar tercipta kondisi kerja yang aman dan sehat.
4. Pemastian pemahaman kebijakan kepada karyawan, pihak terkait dan masyarakat sekitar.

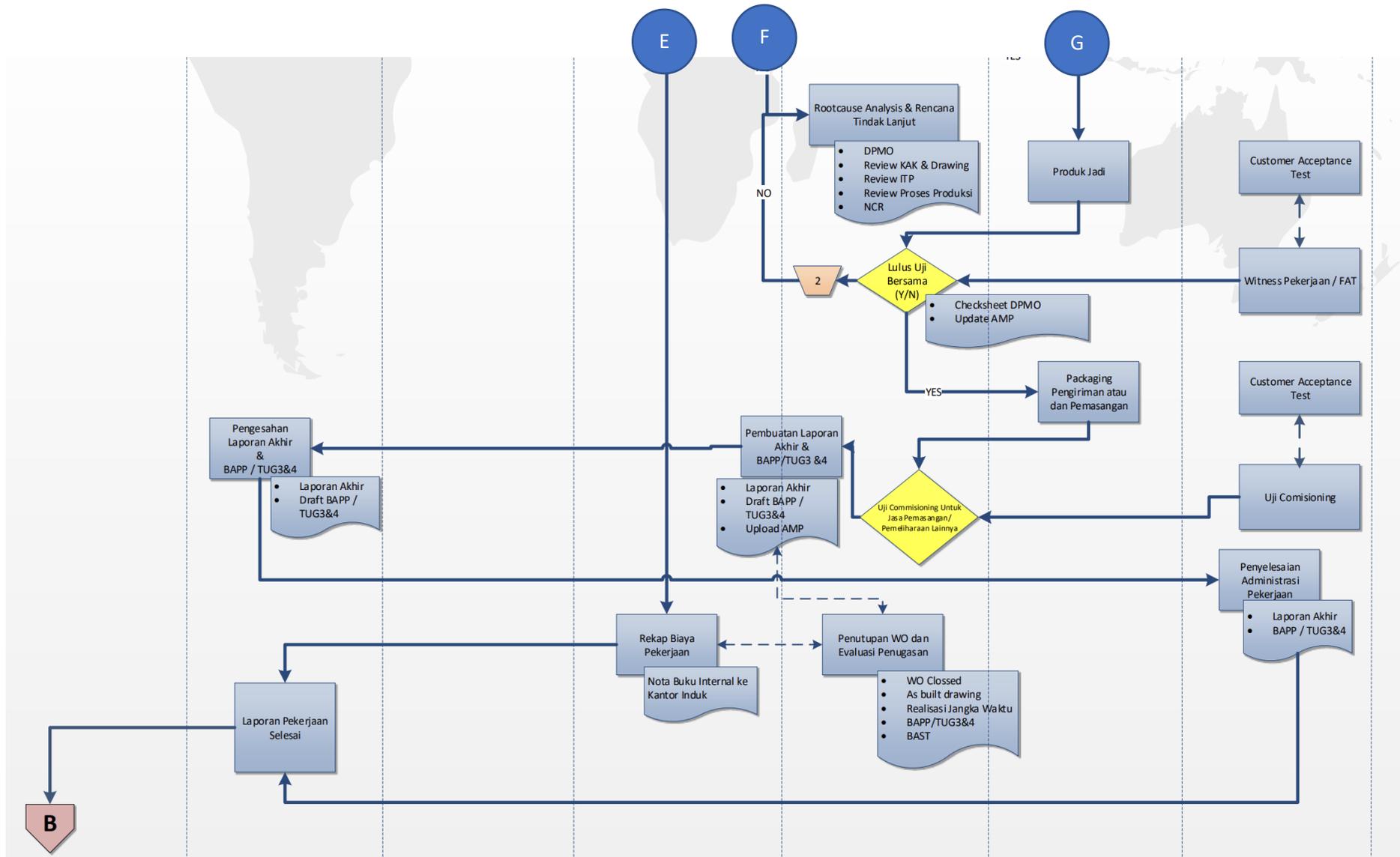


**Gambar 2. 22** Sertifikat Sistem Manajemen Lingkungan

2.6 Alur Order di PT PLN PUSHARLIS







Gambar 2. 23 Alur Order di PT PLN PUSHARLIS (<https://pln-pusharlis.co.id/>)

## 2.7 Klasifikasi Sistem Manufaktur

Sistem manufaktur adalah rangkaian aktivitas manusia yang meliputi desain, pemilihan material, perencanaan, proses produksi, pengendalian kualitas, manajerial dan pemasaran dari manufaktur. Klasifikasi sistem manufaktur adalah sebagai berikut.

### 1. Tipe Produksi

Berdasarkan tipe produksi menjadi 4 kategori, yaitu:

- *Make to Stock* (MTS)
- *Assemble to Order* (ATO)
- *Make to Order* (MTO)
- *Engineering to Order* (ETO)

### 2. Volume Produksi

(Bedworth et al., 1987) mengklasifikasikan sistem manufaktur menjadi 3 kategori, yaitu:

- Produksi Massa
- Produksi *Batch*
- Produksi *Job Shop*

### 3. Aliran Produksi

(Fogarty et al., 1991) mengklasifikasikan sistem manufaktur berdasarkan aliran proses menjadi 3 tipe desain manufaktur tradisional, yaitu:

- *Fixed Site (Project)*
- *Flow Shop*

### 4. Tata Letak (Lay Out)

- *Fixed position layout*
- *Process layout*
- *Product flow layout*

#### 2.7.1 Sistem Manufaktur *Make To Order*

Strategi MTO mempunyai persediaan tetapi hanya dalam bentuk desain produk dan beberapa bahan baku standar, sesuai dengan produk yang telah dibuat sebelumnya. Aktivitas proses berdasarkan order konsumen. Aktivitas proses dimulai pada saat konsumen menyerahkan spesifikasi produk yang dibutuhkan dan perusahaan akan membantu konsumen menyiapkan spesifikasi produk, beserta harga dan waktu penyerahan. Apabila telah dicapai kesepakatan, maka perusahaan akan mulai membuat komponen dan merakitnya menjadi produk dan kemudian menyerahkan kepada konsumen. Pada strategi ini, resiko terhadap investasi persediaan kecil, operasionalnya lebih fokus pada keinginan konsumennya. Contoh produk: komponen mesin, komputer untuk riset, dan lain-lain.

Sistem manufaktur *Make to Order* (MTO) adalah sistem manufaktur yang beroperasi berdasarkan pesanan. Sistem manufaktur ini dibagi lagi menjadi MTO non-repetitif dan MTO repetitif. Beberapa parameter yang membedakan kedua sistem MTO ini dapat dilihat pada tabel 2.3 di bawah ini.

**Tabel 2. 3** Perbedaan Sistem Produksi MTO Repetitif & Non-Repetitif

	<b>MTO Repetitif</b>	<b>MTO Non-Repetitif</b>
<b>Karakteristik Pesanan</b>	Pesanan berulang dalam waktu singkat	Pesanan tidak berulang atau berulang dalam jangka panjang
<b>Tindakan untuk mengulang set-up</b>	Dilakukan dengan meningkatkan efisiensi set-up dan mengatur order yang akan diproses	Dilakukan dengan meningkatkan efisiensi set-up

Kedua sistem MTO ini umumnya memiliki sistem produksi *job shop*, agar bisa mengakomodasikan *order* dengan ukuran yang kecil dan spesifikasi setiap *order* yang berbeda. Akan tetapi, untuk beberapa sistem manufaktur MTO yang berperan sebagai sub-kontraktor dapat memiliki sistem produksi *flow shop*, karena adanya kesamaan proses dalam sistem *order* yang diterima, misalnya sub-kontraktor produk semi konduktor, perusahaan pembuat tirai aluminium untuk jendela rumah dengan berbagai ukurannya, dan pabrik pengolahan karet alami.

Sistem produksi *flow shop* umumnya merupakan sistem produksi untuk sistem manufaktur *make to stock* (MTS) yang cenderung untuk memproduksi produk-produk dalam jumlah besar dan variasi yang sedikit. Pada sistem manufaktur MTS, peningkatan performansi stasiun kerja dilakukan dengan memperbaiki cara kerja yang dilakukan di setiap stasiun. Sistem manufaktur MTO dapat juga memiliki sistem produksi *flow shop*, tetapi peningkatan performansi stasiun kerja tidak hanya dilakukan dengan memperbaiki cara kerja melainkan juga dengan mengatur urutan *order-order* yang akan diproses. Parameter-parameter lain yang membedakan sistem MTO repetitif dengan sistem MTS dapat dilihat pada table 2.4.

**Tabel 2. 4** Perbedaan sistem manufaktur MTO Repetitif *Flow Shop* dan MTO *flow shop*

	<b>MTO Repetitif Flow Shop</b>	<b>MTS Flow Shop</b>
<b>Respons terhadap fluktuasi demand</b>	Memperkecil waktu penyelesaian	Mencari jumlah inventori yang sesuai
<b>Persediaan produk jadi</b>	Tidak ada (siklus pemesanan besar)	ada
<b>Saat mulai proses produksi</b>	Jika ada pesanan	Sesuai hasil peramalan
<b>Jumlah yang diproduksi</b>	Tergantung jumlah pesanan	Sesuai hasil perencanaan produksi
<b>Perencanaan produksi</b>	Perencanaan kapasitas	Perencanaan jumlah yang diproduksi

Pada bagian sebelumnya telah dijelaskan bahwa sistem produksi untuk sistem manufaktur MTO dapat berupa *job shop* maupun *flow shop* yang ditentukan oleh karakteristik urutan pengerjaan setiap *order*. Sistem MTO repetitif memiliki sistem produksi *job shop*, apabila urutan pengerjaannya tidak mengikuti suatu aliran urutan pengerjaan tertentu, sedangkan sistem produksi *flow shop* diterapkan jika urutan pengerjaan setiap *order* mengikuti urutan pengerjaan tertentu. Sistem MTO repetitif *job shop* dengan urutan pengerjaan yang tidak mengikuti aliran tertentu mempunyai variasi urutan pengerjaan yang lebih tinggi dibandingkan MTO repetitif *flow shop*, sehingga perkiraan saat *order* akan diproses di stasiun kerja tertentu untuk MTO repetitif *job shop* akan relatif lebih kompleks dibandingkan dengan MTO repetitif *flow shop*.

## 2.8 Lean Manufacturing

*Lean manufacturing* merupakan sebuah metode di dalam manajemen produksi yang memfokuskan penggunaan dan pemberdayaan sumber daya untuk menciptakan value bagi pelanggan seefisien mungkin. Caranya adalah dengan menghilangkan waste (pemborosan) yang terjadi pada proses sehingga terjadi proses yang lebih efektif dan efisien, dengan kualitas output yang lebih baik. Dengan kata lain *Lean Manufacturing* adalah salah satu strategi perusahaan untuk melakukan perbaikan berkelanjutan untuk menghilangkan pemborosan, merespon dengan cepat keinginan pelanggan sehingga perusahaan mampu menghasilkan kinerja sesuai dengan yang diharapkan. Ada beberapa contoh kesuksesan praktek *lean manufacturing* untuk mengurangi biaya, meningkatkan kualitas dan meningkatkan keunggulan bersaing perusahaan. Akan tetapi beberapa perusahaan masih mengalami kegagalan dalam menerapkan praktek "*lean manufacturing*". *Lean manufacturing* tidak hanya tentang implementasi dari teknik *lean manufacturing* itu saja, akan tetapi juga mengenai mengembangkan orang-orang yang terlibat didalam organisasi dan budaya perusahaan.

Pada awalnya konsep ini diterapkan oleh Toyota dalam proses produksinya. Konsep awal lean dikenal dengan *Toyota Production System* (TPS), sebuah metode dan cara yang digunakan Toyota dalam memproduksi dan memberikan *value* bagi pelanggannya. Dalam konsepsi *Lean* memang terdapat banyak alat yang digunakan untuk perbaikan, misal 5S, Kanban dan sebagainya. Karena fokus utama dari *lean* adalah menghilangkan *waste* dalam proses. TPS adalah sistem manufaktur yang Memiliki fokus pada kontrol kuantitas untuk mengurangi biaya dengan menghilangkan pemborosan yang di bangun di atas fondasi proses dan kualitas produk yang kuat yang terintegrasi penuh dan terus berkembang secara terus menerus, dan konsisten

Terdapat lima prinsip *lean* yaitu (Doanh Do, 2017):

1. Mengidentifikasi nilai produk berdasarkan perspektif pelanggan
2. Mengidentifikasi value *stream mapping* untuk setiap produk
3. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang value *stream*.
4. Mengorganisasikan agar material, informasi dan produk mengalir secara lancar dan efisien sepanjang proses value *stream* menggunakan sistem tarik (*pull system*)
5. Terus menerus mencari teknik dan alat peningkatan (*improvement tools and techniques*) untuk mencapai keunggulan dan peningkatan secara terus- menerus.



**Gambar 2. 24** Lima prinsip *Lean Manufacturing* (Doanh Do, 2017)

*Lean* dapat diterapkan baik pada keseluruhan perusahaan baik yang menghasilkan produk atau jasa. *Lean* yang diterapkan pada keseluruhan perusahaan disebut sebagai *lean enterprise*. sehingga *lean manufacturing* merupakan bagian dari *lean enterprise*. Sehingga di dalam implemenetasi *lean enterprise* dibutuhkan teknologi informasi yang terintegrasi. Seperti menggunakan Sistem ERP (*Enterprises Resource Planning*) atau dapat pula menggunakan system RFID (*Radio Frequency IDentification*) berbagai sistem tersebut jika diterapkan dengan baik dalam implementasi strategi dengan menggunakan *lean enterprise*, maka akan dapat meningkatkan keunggulan bersain perusahaan dan meningkatkan kinerja perusahaan. Prinsip *lean enterprise* tidak hanya diterapkan pada perusahaan besar saja, akan tetapi prinsip ini juga dapat diterapkan pada UMKM. Tentu saja dengan implementasi yang disesuaikan untuk UMK.

*(Halaman Sengaja Di Kosongkan)*

## **BAB III**

### **DASAR TEORI**

#### ***3.1 Production Planning and Control***

*Production Planning and Control* (PPC) dapat diartikan sebagai suatu system pengendalian proses produksi dengan dilakukannya perencanaan, pengaturan, dan pemeriksaan setiap aspek dalam kegiatan produksi. Menurut (Aufa Atila, 2021) Perencanaan dan pengendalian produksi merupakan usaha manajemen untuk merencanakan dasar proses produksi dan aliran bahan, sehingga menghasilkan produk yang dibutuhkan pada waktunya, dengan biaya yang seminimal mungkin, serta mengatur dan menganalisis organisasi dan koordinasi bahan-bahan, mesin-mesin dan peralatan, tenaga manusia, dan tindakan-tindakan lain yang dibutuhkan.

Adapun ruang lingkup PPC yaitu, meliputi kegiatan perencanaan dan pengendalian proses produksi mulai dari, penjadwalan, penyediaan material, perhitungan material, dan mengontrol kegiatan produksi agar tercapai sesuai target. Dalam usaha pencapaian tujuan perusahaan, diperlukan adanya koordinasi manajemen berupa koordinasi dari berbagai bagian atau antar kegiatan dari perusahaan tersebut, sehingga dapat tercapai suatu kerjasama yang baik antara bagian pembelian, teknik, akuntansi, penjualan, dan sebagainya, sebagai satu team yang terkoordinasikan untuk memproduksi dan menjual hasil produksi dengan efektif dan efisien (Hotimah et al., 2021).

Perencanaan pengendalian produksi meliputi proses perakitan dari bahan-bahan, mesin-mesin dan peralatan lain serta modal yang diperlukan untuk memproduksi dalam periode tertentu yang selanjutnya dilakukan proses penyimpanan sampai proses produksi. PPC mengatur aliran material dari proses produksi mulai bahan mentah sampai produk jadi bahkan sampai produk diterima konsumen (Hotimah et al., 2021). Dengan melakukan PPC yang optimal perusahaan akan mendapatkan keuntungan maksimal serta menguasai pasar tertentu.

##### ***3.1.1 Tujuan Production Planning and Control (PPC)***

Secara umum yaitu untuk memanfaatkan sumber daya yang terbatas dalam suatu proses produksi baik barang maupun jasa sehingga dapat memuaskan permintaan pembeli atau pengguna dan menghasilkan keuntungan bagi investor atau pihak perusahaan. Dilihat dari tujuannya yang sangat berpengaruh bagi pihak internal maupun dengan eksternal atau konsumen/pembeli, maka pelaksanaannya haruslah tepat sasaran dan tepat guna. Baik atau tidaknya proses pelaksanaan PPC langsung mempengaruhi proses produksinya.

Fungsi dari PPC yang utama yaitu agar dapat menentukan peramalan permintaan/penjualan untuk periode yang akan datang, perencanaan produksi agar tidak terjadi bentrokan proses produksi, penjadwalan produksi agak tepat sesuai target yang telah ditetapkan, dan pengendalian persediaan, agar terjaminnya kelancaran proses produksi (Aufa Atila, 2021).

Perencanaan dan pengendalian produksi pada industri manufaktur apapun akan memiliki fungsi yang sama. Fungsi atau aktivitas-aktivitas yang ditangani oleh departemen PPC atau PPIC secara umum adalah sebagai berikut:

1. Mengelola pesanan (*order*) dari pelanggan. Para pelanggan memasukkan pesanan-pesanan untuk berbagai produk. Pesanan-pesanan ini dimasukkan dalam jadwal produksi utama, ini bila jenis produksinya *Make To Order*.
2. Meramalkan permintaan. Perusahaan biasanya berusaha memproduksi secara lebih independent terhadap fluktuasi permintaan. Permintaan ini perlu diramalkan agar skenario produksi dapat mengantisipasi fluktuasi permintaan tersebut. Permintaan ini harus dilakukan bila tipe produksinya adalah *Make To Stock*.
3. Mengelola persediaan. Tindakan pengelolaan persediaan berupa melakukan transaksi persediaan, membuat kebijakan persediaan pengaman, kebijakan kuantitas pesanan, dan mengukur performansi keuangan dari kebijakan yang dibuat.
4. Menyusun rencana agregat (penyesuaian permintaan dengan kapasitas). Pesanan pelanggan dan atau ramalan permintaan harus dikompromikan dengan sumber daya perusahaan (fasilitas, mesin, tenaga kerja, keuangan, dan lain-lain). Rencana agregat bertujuan untuk membuat skenario pembebanan kerja untuk mesin dan tenaga kerja (reguler, lembur, dan subkontrak) secara optimal untuk keseluruhan produk dan sumber daya secara terpadu (tidak per produk).
5. Membuat Jadwal Induk Produksi (JIP). JIP adalah suatu rencana terperinci mengenai apa dan berapa unit yang harus diproduksi pada suatu periode tertentu untuk setiap item produksi. JIP dibuat dengan cara (salah satunya) memecah (disagregat) rencana agregat kedalam rencana produksi (apa, kapan, dan berapa) yang akan direalisasikan JIP ini apabila telah dikoordinasikan dengan seluruh departemen akan jadi dasar dalam PPC. JIP ini akan di-"review" secara periodik atau bila ada kasus. JIP ini dapat berubah bila ada hal yang harus diakomodasikan.
6. Merencanakan kebutuhan. JIP yang telah berisi apa dan berapa yang harus dibuat selanjutnya harus diterjemahkan ke dalam kebutuhan komponen, sub-assembly, dan bahan penunjang untuk penyelesaian produk. Perencanaan kebutuhan material bertujuan untuk menentukan, apa, berapa, dan kapan komponen, sub-assembly, dan bahan penunjang yang harus disiapkan. Untuk membuat perencanaan kebutuhan diperlukan informasi lain berupa struktur produk (*Bill of Material*) dan catatan persediaan. Bila hal ini belum ada, maka tugas departemen PPC untuk membuatnya.
7. Melakukan penjadwalan pada mesin atau fasilitas produksi. Penjadwalan ini meliputi urutan pengerjaan, waktu penyelesaian pesanan, kebutuhan waktu penyelesaian, prioritas pengerjaan, dan lain-lainnya.
8. *Monitoring* dan pelaporan pembebanan kerja dibanding kapasitas produksi. Kemajuan tahap demi tahap dimonitor dan dibuat laporannya untuk dianalisis. Apakah pelaksanaan sesuai rencana yang telah dibuat.
9. Evaluasi skenario pembebanan dan kapasitas. Bila realisasi tidak sesuai rencana, maka rencana agregat, JIP, dan penjadwalan dapat diubah/disesuaikan kebutuhan. Untuk jangka panjang, evaluasi ini dapat digunakan untuk mengubah (menambah) kapasitas produksi.

### **3.1.2 Sistem Aliran *Production Planning and Control* (PCC)**

Sistem aliran PPC merupakan alur pelaksanaan produksi mulai dari perencanaan, proses dan pada akhirnya sampai pada produk yang dapat dinikmati oleh konsumen. Baik buruknya produk akhir sangatlah ditentukan oleh sistem aliran produksinya. Sistem aliran produksi dirancang oleh PPC, maka dapat dikatakan pula sistem ini sebagai sistem aliran PPC, karena keseluruhan kerjanya merupakan ruang lingkup dari tugas *Production Planning Control* (PPC). Sistem aliran PPC dan perencanaan produksi didasarkan pada: riset pasar, desain produk, proses produksi, pemasaran produk, hingga kembali pada konsumen (Hotimah et al., 2021).

### **3.1.3 Proses Perancangan dan Perencanaan Produksi**

Proses perancangan dan perencanaan produksi merupakan langkah penting dan hal yang paling menentukan bagaimana, kapan, dimana, dan oleh siapa proses produksi akan dilakukan. Pada proses perancangan dan perencanaan produksi harus disesuaikan dengan kondisi sumber daya yang ada dan tersedia yang dapat digunakan. Perencanaan yang dilakukan yaitu: perencanaan jadwal produksi, *preparation up*, penyediaan material, penyediaan tenaga kerja, penyediaan alat bantu. *Preparation up* merencanakan langkah proses produksi dan mendefinisikan gambar kerja (Aufa Atila, 2021). Penyediaan tenaga kerja, ini dilakukan untuk penghematan tenaga kerja agar efektif dalam pengerjaan, komunikasi, dan koordinasi, serta tidak mengganggu produksi project lain yang sedang berjalan. Perencanaan ini menyangkut masalah jumlah tenaga kerja dan kapasitas tenaga kerja di setiap *work station*.

### **3.1.4 Proses Pengendalian Produksi**

Proses pengendalian produksi dapat dilakukan dalam beberapa aspek. Misalnya dalam masalah, jadwal, sumber daya manusia, peralatan, material, dan proses pengerjaan. Semua aspek itu harus bisa dipastikan sesuai dengan target yang telah ditentukan pada proses perencanaan produksi. Hal ini untuk terwujudnya kualitas kerjayang baik dan kualitas output produk yang dikeluarkan. Berikut ini merupakan beberapa kegiatan perencanaan dan pengendalian dalam proses produksi berlangsung:

1. Peralaman kuantitas permintaan
2. Perencanaan pembelian/pengadaan: jenis, jumlah, dan waktu
3. Perencanaan persediaan: jenis, jumlah, dan waktu
4. Perencanaan kapasitas: tenaga kerja, mesin, fasilitas
5. Penjadwalan produksi dan tenaga kerja
6. Penjaminan kualitas
7. Monitoring aktivitas produksi
8. Pengendalian produksi
9. Pelaporan dan pendataan

### **3.1.5 Proses Penjadwalan Produksi**

Penjadwalan adalah salah satu kegiatan penting dalam proses produksi. Penjadwalan ini sangat diperlukan untuk melakukan pengaturan waktu dari suatu kegiatan operasi, yang didalamnya mencakup:

- Mengalokasikan fasilitas, peralatan, dan tenaga kerja untuk setiap operasi
- Menentukan urutan pelaksanaan kegiatan

Penjadwalan sangat erat kaitannya dengan kuantitas/volume produksi pada suatu operasi. Maka sering dikatakan bahwa penjadwalan adalah fungsi dari sistem volume produksi. Banyak teknik atau metoda dalam penerapan pembuatan jadwal, tergantung dari volume produksi, variasi produk & tingkat kesulitan pekerjaan.

### 3.2 Proses Manufaktur

Proses manufaktur merupakan proses memodifikasi bahan baku menjadi barang jadi yang melibatkan prosedur yang sesuai dengan kebijakan perusahaan. Dengan adanya proses manufaktur ini menjadikan sebuah barang memiliki nilai yang lebih tinggi. Setelah mengalami proses, bahan baku diolah menjadi barang jadi atau barang setengah jadi yang memiliki nilai jual yang lebih tinggi (Suwandi et al., 2019).

Dalam industry manufaktur, perusahaan menerapkan jenis produksi yang disesuaikan dengan perusahaan. Adapun jenis jenis produksi dalam proses manufaktur, antara lain:

a. Jenis *Make To Stock* (MTS)

*Make To Stock* merupakan tipe manufaktur yang menggunakan data penjualan sebelumnya sebagai acuan untuk perkiraan permintaan dari konsumen dan merencanakan proses manufaktur. Tipe ini memiliki beberapa risiko karena perkiraan tersebut bisa saja meleset. Seperti kelebihan *stock* atau *stock* yang tidak mencukupi.

b. Jenis *Make To Order* (MTO)

*Make To Order* merupakan tipe manufaktur yang akan melakukan proses produksi ketika jumlah dan spesifikasi pesanan dari konsumen sudah diterima. Tipe ini membuat pelanggan atau konsumen harus menunggu barang diproduksi terlebih dahulu melalui sebuah proses manufaktur sebelum didistribusikan. Namun risiko kelebihan stock atau stock tidak mencukupi dapat dihindari.

c. Jenis *Make To Assemble* (MTA)

*Make to Assembly* merupakan perpaduan dari *Make-to-Stock* dan *Make-to-Order*. Di mana proses manufaktur mulai dikerjakan sembari menunggu data pesanan dengan jumlah dan spesifikasi yang pasti dari pelanggan. Sehingga, pelanggan yang memesan produk yang sesuai dengan barang yang mulai diproduksi akan dapat menerima barang lebih cepat dan tidak memiliki waktu tunggu yang lama. Namun, juga akan berisiko ketika barang yang masuk proses produksi tidak sesuai dengan spesifikasi pesanan pelanggan.

Dalam proses manufaktur, memerlukan Langkah-langkah sistematis yang digunakan dalam mengolah bahan baku menjadi barang jadi, berikut proses proses manufaktur dalam kegiatan produksi yang ada pada perusahaan manufaktur (Slamet, 2013).

- Proses *Molding*

Proses *molding* atau pencetakan biasanya dilakukan ketika kegiatan produksi menggunakan bahan baku yang bersifat cair atau lentur. Misalnya seperti plastik dan logam.

- Proses *Forming*

*Forming* adalah proses pembentukan. Proses *forming* ini biasanya menggunakan metode kompresi atau tekanan. Sehingga material tidak mengalami penambahan maupun pengurangan

- Proses *Machining*  
Proses *Machining* adalah permesinan dalam proses manufaktur berupa pembuangan beberapa bagian dari produk. Proses machining bertujuan untuk membentuk produk sesuai dengan desain yang sudah ditetapkan sebelum memulai proses manufaktur. Proses Machining melibatkan beberapa proses, beberapa jenis prosesnya yaitu proses pelebaran (*Reaming*), penyekrupan (*Shaping*), pengeboran (*Boring*), penggurdian (*Drilling*), gergaji (*Sawing*), gerinda (*Grinding*), pembubutan (*Turning*), serta facing dan pengefraisan (*Milling*).
- Proses *Joining*  
Proses *joining* adalah proses penggabungan dari beberapa bagian menjadi sebuah produk yang utuh. Satu produk memiliki berbagai bagian yang menjadi material penyusun. Salah satu jenis proses joining yaitu pengelasan (*welding*).
- Proses *Shearing*  
Proses *shearing* adalah proses pemotongan menjadi bagian yang lebih kecil yang bertujuan untuk dapat diproses pada tahap proses selanjutnya.

### 3.3 Pengelasan

Pengelasan (*welding*) adalah teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan logam kontinyu. Merujuk pada *American Welding Society (AWS)*, pengertian pengelasan adalah suatu proses penyambungan dua material/lebih, menggunakan energi panas sampai material yang akan disambung tersebut meleleh (*melted*) dan menyatu (*fused*) dengan memberikan tekanan atau tidak, serta dengan memberikan bahan tambahan (*consumable*) atau tidak. Proses utama dari sebuah proses pengelasan adalah adanya proses meleleh atau mencair dari suatu material untuk bisa membentuk paduan yang menyatu yang akan menjadi sambungan antar dua buah material logam. Proses pengelasan ini memiliki peran penting dalam konstruksi, manufaktur, perbaikan, dan banyak aplikasi teknik lainnya.

(Khan, Md. Ibrahim., 2007) mengatakan bahwa untuk mendapatkan suatu hasil kerja pengelasan yang memuaskan harus ada sumber energi untuk menciptakan penyatuan logam dengan fusion atau tekanan, metode untuk menghilangkan kontaminasi pada permukaan, metode untuk melindungi logam dari atmosfer, dan mampu mengontrol factor metalurgi hasil las. Sumber energi dalam pengelasan disini adalah sumber energi panas. Energi panas yang diberikan biasanya dalam bentuk panas yang dihasilkan oleh nyala api, busur, hambatan terhadap arus listrik, atau dengan cara mekanis melalui gesekan, ledakan, ataupun getaran ultrasonic. Kontaminasi permukaan yang berupa senyawa kimia logam dasar yang membentuk oksida dapat diatasi dengan penggunaan fluks. Fluks digunakan untuk membersihkan film oksida dan kontaminan lainnya untuk membentuk terak dan mengapung dan mengeras di atas manik las yang terbentuk yang melindungi oksida lebih lanjut.

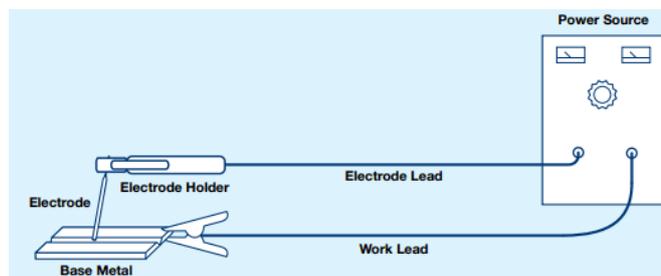
Untuk melindungi logam pengisi dari kontaminan atmosfer yang ada di udara (oksigen dan nitrogen) digunakan *shielding gas*. Gas pelindung ini berupa gas inert seperti Argon, Helium, ataupun Karbon dioksida. Struktur mikro pada daerah tepi pengelasan yang terkena imbas panas atau *Heat Affected Zone (HAZ)* dan pada daerah zona sambungan akan mengalami perubahan akibat proses pengelasan. Hal ini juga akan mengakibatkan sifat mekanik juga berubah. Sifat mekanik yang dihasilkan adalah penentu baik dan buruknya

suatu sambungan. Maka dari itu, perlunya perlakuan panas sebelum proses pengelasan (*Preheat*) dan pemanasan pasca pengelasan (*Post heat*) untuk mengontrol pendinginan material yang terjadi dan menghilangkan tegangan sisa yang terjadi.

Proses penyambungan dengan mekanisme pengelasan ini sudah menjadi salah satu proses fabrikasi di berbagai sektor industri manufaktur. Misalnya dalam proses konstruksi, otomotif, penerbangan, perkapalan, industri minyak dan gas, manufaktur logam, dan lain sebagainya. Mekanismenya yang cukup efisien dan ekonomis menjadi pertimbangan tersendiri. PT PLN PUSHARLIS Surabaya yang merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang peralatan ketenagalistrikan dalam pembuatan komponen dan bagian-bagian kelistrikan, terdapat layanan teknik yang mencakup *reverse engineering*, desain, pemeliharaan, dan perbaikan dalam bidang teknologi ketenagalistrikan, dalam produksinya banyak menggunakan proses *welding*. Jenis proses *welding* yang banyak digunakan adalah SMAW.

### 3.3.1 Pengelasan *Shielded Metal Arc* (SMAW)

Pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) adalah suatu proses pengelasan busur listrik yang menggunakan elektroda yang dilapisi dengan flux untuk mencairkan material dasar atau logam induk dan elektroda (bahan pengisi). Jenis pengelasan ini banyak digunakan dan mudah dijumpai karena berbagai keunggulannya dibandingkan jenis pengelasan lainnya. Menurut Md. Ibrahim Khan dalam bukunya *Welding Science and Technology* jenis pengelasan SMAW terkenal karena harganya yang terjangkau dan bisa digunakan untuk mengelas berbagai jenis material dengan hanya mencocokkan jenis elektroda yang cocok digunakan. Proses pengelasan SMAW menggunakan rangkaian listrik untuk menghasilkan busur pengelasan dengan cara merubah daya listrik menjadi energi panas.



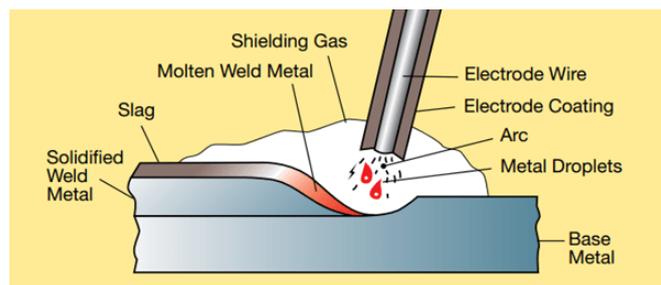
**Gambar 3. 1** Rangkaian peralatan las SMAW (Firmansyah, 2021)

Sebagaimana ditunjukkan pada gambar diatas, sumber daya terhubung dalam satu rangkaian secara seri dengan elektroda dan benda kerja. Sumber daya tersebut memiliki dua output terminal yang berbeda, salah satu terminal dihubungkan dengan benda kerja dan terminal yang lain terhubung dengan elektroda. Proses terjadinya pengelasan ini karena adanya kontak antara ujung elektroda dan material dasar sehingga terjadi hubungan pendek, saat terjadi hubungan pendek tersebut tukang las (*welder*) harus menarik elektroda sehingga terbentuk busur listrik yaitu lompatan ion yang menimbulkan panas.

Panas yang dihasilkan oleh busur sangat kuat dan terkonsentrasi sehingga mampu melelehkan benda kerja dan ujung elektroda. Elektroda terbungkus oleh flux, yang nanti pada saat proses pengelasan akan terbakar dan akan membentuk *shielding gas*

yang berfungsi untuk melindungi ujung elektroda dari kontaminasi dengan atmosfer. Elektroda selama pengelasan akan mengalami pencairan bersama-sama dengan logam induk yang menjadi bagian kumpuh las. Logam pengisi yang terbakar akan membentuk sebuah slag, yang akan melindungi sambungan untuk bereaksi dengan atmosfer yang dapat menurunkan kualitas hasil sambungan. Elektroda pada pengelasan SMAW memiliki penutup dengan berbagai komposisi elemen paduan yang akan meningkatkan sifat mekanik hasil sambungan. Unsur yang biasa menjadi paduan diantaranya Nikel dan Kromium untuk meningkatkan resistansi terjadinya korosi pada celah sambungan.

Welder menjaga panjang busur dengan cara mengatur jarak atau gap antara elektroda dan celah lasan pada benda kerja secara konsisten. Saat busur dihilangkan, cairan menyatu dan membeku menjadi padatan berbentuk logam secara kontinyu. Berikut skema terbentuknya busur listrik dapat dilihat pada gambar dibawah.

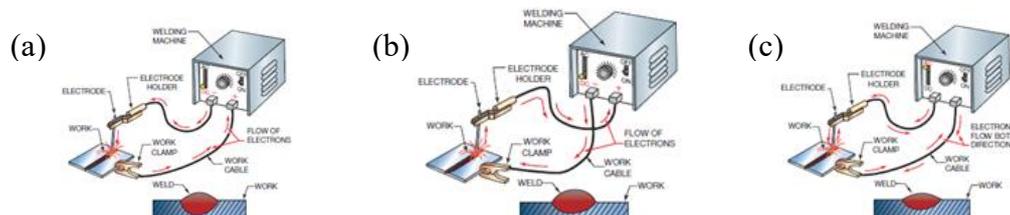


**Gambar 3. 2** Prinsip Kerja Pengelasan SMAW (Firmansyah, 2021)

### 3.3.2 Polaritas

Pada pengelasan pengelasan SMAW ini dikenal 3 jenis polaritas yakni *Direct Current Reverse Polarity* (DCEP), *Direct Current Straight Polarity* (DCEN), dan *Alternating Current* (AC). Polaritas DCEP adalah jenis pengkatupan yang memanfaatkan arus listrik DC untuk pengelasan dengan menjadikan *electrode holder* sebagai katoda atau kutub positif (+) sedangkan benda kerja menjadi anoda atau kutub negatif (-). Pengkatupan ini memiliki kelebihan berupa penetrasi yang dalam jika dibandingkan dengan pengkatupan yang lain pada parameter pengelasan yang sama.

Sedangkan pada pengkatupan DCEN, *electrode holder* bertindak sebagai anoda atau kutub negative (-) dan benda kerja sebagai katoda atau kutub positif (+). Untuk pengkatupan *Alternating Current* (AC) adalah jenis pengkatupan pada pengelasan dengan memanfaatkan arus listrik AC pada prosesnya. Penting untuk memilih polaritas yang tepat, karena pemilihan polaritas yang salah dapat memunculkan masalah seperti penetrasi tidak efektif, hilangnya kendali busur listrik dan lain sebagainya. Berikut gambar untuk susunan rangkaian mesin las untuk setiap pengkatupan.



**Gambar 3. 3** Jenis Polaritas pada pengelasan SMAW:  
a) CDEN b) DCEP c) AC (Jeffus, 2011)

### 3.3.3 Elektroda

Elektroda atau biasa disebut kawat las merupakan salah satu elemen terpenting pada proses pengelasan. Elektroda berperan sebagai media penyalan busur listrik serta logam pengisi (*filler*). Busur listrik timbul saat ujung elektroda yang telah bermuatan listrik didekatkan pada jarak tertentu (*gap*) dengan *base metal* yang juga telah bermuatan. Elektroda yang digunakan pada pengelasan SMAW terdiri dari 2 jenis yaitu elektroda logam dan elektroda karbon. Elektroda karbon digunakan untuk mengikis hasil pengelasan dengan memanfaatkan panas dari busur listrik. Proses pengikisan dengan elektroda karbon tersebut sering disebut proses gouging. Sedangkan untuk elektroda logam berfungsi sebagai logam pengisi saat proses pengelasan berlangsung. Baik elektroda karbon maupun logam tersedia dalam elektroda berpembungkus flux maupun elektroda tidak terbungkus flux. Berikut komponen utama dari elektroda pada pengelasan SMAW:

1. Inti Logam (*Core*) adalah batang berbahan baja atau baja paduan yang akan dilelehkan selama proses pengelasan, berfungsi untuk membentuk logam pengisi atau logam las.
2. *Flux coating* adalah bahan tambahan berbentuk lapisan selubung yang terbuat dari mineral dan senyawa khusus. Saat pengelasan *Flux* akan terbakar membentuk lapisan pelindung (*Slag*) untuk melindungi logam lasan dari oksidasi. Selain itu, fungsi lain dari *flux* adalah untuk menstabilkan busur listrik, menurunkan laju pendinginan dan menambahkan unsur paduan pada logam las.
3. *Electroda tip* adalah bagian ujung dari elektroda yang tidak tertutup *flux* berupa titik. Titik ini akan menjadi awal penyalan busur Listrik.
4. *Electroda Holder* adalah bagian ujung lainnya dari elektroda yang tidak terbungkus flux tempat untuk *electrode holder* menjepit elektroda dan tempat penghubung dengan sumber Listrik.

Dalam dunia industri electrode memiliki aturan pengkodean tertentu yang telah terstandarisasi untuk menggolongkan satu jenis electrode dengan electrode yang lainnya. Standar yang sering digunakan adalah American Welding Society (AWS) dengan format 1 satu huruf dan empat angka. Berikut adalah aturan pengkodean electrode menurut standar AWS.

1. Huruf pertama menunjukkan karakteristik dasar elektroda, termasuk jenis logam inti dan jenis pelapisan yang digunakan. Beberapa contoh huruf pertama dan arti umumnya adalah:
  - E: Elektroda pengelasan
  - R: Elektroda pengelasan
  - G: Elektroda berlapis (flux cored)
2. Dua angka Berikutnya menunjukkan kekuatan tarik elektroda dalam satuan ksi. Sebagai contoh E60xx yaitu kekuatan tarik maksimum elektroda ini sebesar 60 ksi
3. Angka dijid ketiga menyatakan posisi pengelasan dengan uraian sebagai berikut:
  - a. Angka 1 menyatakan pengelasan segala posisi
  - b. Angka 2 menyatakan pengelasan posisi mendatar di bawah tangan
4. Angka terakhir menyatakan jenis *Flux Coating* yang digunakan dan jenis arus yang cocok digunakan.

Berikut table 3.1 menjelaskan tentang pengkodean elektroda dan artinya.

**Tabel 3. 1** Jenis-jenis elektroda SMAW (Cahyadi, 2023)

Klasifikasi AWS-ASTM	Jenis Fluks	Posisi Pengelasan *)	Jenis Listrik	Kekuatan Tarik (kg/mm <sup>2</sup> )	Kekuatan Luluh (kg/mm <sup>2</sup> )	Perpanjangan (%)
Kekuatan tarik terendah kelompok E70 setelah dilaskan adalah 70.00 psi atau 49.2 kg/mm <sup>2</sup>						
E7014	Serbuk besi, titania	F, V, OH, H	AC / polaritas ganda	50,6	42,2	17
E7015	Natium hydrogen rendah	F, V, OH, H	DC polaritas balik			22
E7016	Kalium hydrogen rendah	F, V, OH, H	AC / DC polaritas balik			22
E7018	Serbuk besi, hydrogen rendah	F, V, OH, H	AC / DC polaritas balik			22
E7024	Serbuk besi, titania	H-S, F	AC / polaritas ganda			17
E7028	Serbuk besi, hydrogen rendah	H-S, F	AC / DC polaritas balik			22
*) Arti Simbol: F = datar, V = vertical, OH = Overhead, H = Horizontal, H-S = Horizontal las sudut						

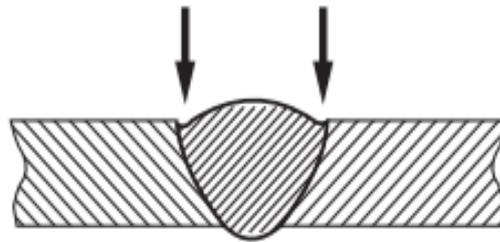
### 3.4 Cacat Hasil Fabrikasi Pengelasan

Dalam proses produksinya, Grab Bucket melalui berbagai proses fabrikasi. Mulai dari *marking, cutting, assembling, welding, coating*, dan lain – lain. *Welding* sebagai salah satu cara penyambungan dua bagian logam dengan penggabungan atom secara metalurgi. Proses fabrikasi ini, harus memenuhi beberapa standart kualitas las minimum dan didasarkan pada pengujian specimen las yang mengandung beberapa diskontinuitas. Hal ini untuk menjamin hasil dan faktor keamanan dari produk yang dihasilkan. Upaya penelitian menunjukkan adanya beberapa diskontinuitas las pada hasil fabrikasi pengelasan. Ketidaksempurnaan kecil dalam proses maupun metode pengelasan yang menjadi penyebab. Bila diskontinuitas las cukup besar untuk mempengaruhi fungsi sambungan maka akan disebut cacat. Beberapa kode standart mengizinkan tingkat cacat untuk bisa ditoleransi. Namun, pada beberapa hasil fabrikasi pengelasan cacat akan menyebabkan berbagai kerugian fatal.

Beberapa jenis cacat hasil pengelasan secara umum dapat digolongkan diantaranya *undercut*, *cracks*, *slag inclusions*, *lack of penetration*, *lack of fusion*, dan *porosity*.

### 3.4.1 Undercut

*Undercut* adalah salah satu jenis cacat yang digambarkan dengan sebuah alur (*Groove*) benda kerja yang mencair dan terletak pada ujung las dan dibiarkan tidak terisi oleh logam las. Hal ini juga bisa digambarkan oleh pelelehan dinding samping alur pengelasan di tepi ujung las. Alur *undercut* biasanya bervariasi dan tajam pada ujung dan tajam base metal. *Undercut* akan menyebabkan slag mudah terjebak di dalam alur yang tidak terisi oleh cairan las. Biasa disebabkan oleh arus yang terlalu tinggi, ukuran elektroda yang tidak tepat, dan kecepatan pengelasan yang terlalu tinggi,

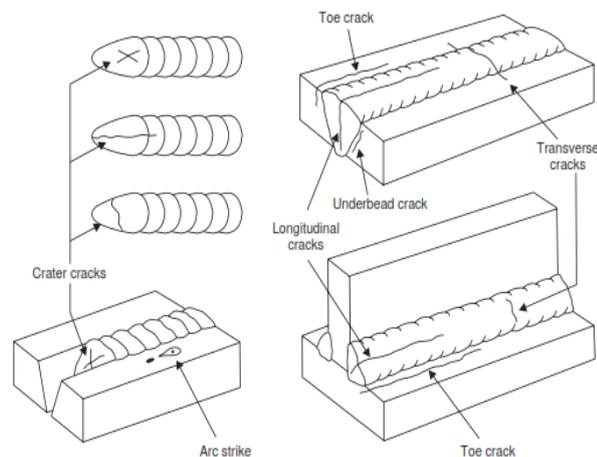


**Gambar 3. 4** Cacat *Undercut* (Khan & Md. Ibrahim., 2007)

Solusi yang bisa digunakan untuk menghindari cacat undercut adalah menyatel arus yang tepat, meposisi elektroda dengan benar, sehingga gaya busur nyala akan menahan cairan pengelasan. Cacat jenis ini biasanya disebabkan oleh kecepatan pengelasan yang tidak stabil dan ayunan elektroda tidak teratur.

### 3.4.2 Cracks

*Cracks* atau retak merupakan salah satu pemisah yang berupa celah sempit pada hasil lasan atau base metal yang berdekatan. Biasanya retakan terlihat seperti deformasi yang muncul akibat tegangan. Retakan sering terjadi pada bagian yang dekat dengan lasan pada benda kerja. *Cracks* termasuk ke dalam cacat pemisah material sempit yang bisa secara continues melebar. Secara umum jenis cracks dibagi menjadi tiga yaitu, *hot cracks*, *cold cracks*, dan *macrofissures*. Ketiga jenis cacat *cracks* ini bisa terjadi pada *base metal* maupun pada sambungan.

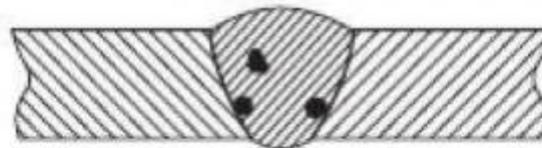


**Gambar 3. 5** Cacat *Cracks* (Khan & Md. Ibrahim., 2007)

Pada Gambar ditunjukkan dengan berbagai macam retakan yang bisa terletak diberbagai bagian pada base metal maupun bagian lasan pada *butt joint* dan *fillet joint*. *Underbead crack* atau cacat retak bagian bawah biasa disebabkan karena base metal yang bereaksi dengan hydrogen. *Toe Crack* atau cacat retak pada kaki dapat berasal dari hal yang serupa pula. Akibat tidak adanya *shielding gas* ataupun senyawa *hydrogen* yang secara tidak sengaja terkontaminasi pada *filler*. Pada beberapa kasus, *underbed cracks* pada pengelasan material taha karat terjadi karena suhu pada tepi sambungan las yang terlalu panas, sehingga menyebabkan *cracks*. Cacat *crack* biasa disebabkan oleh pendingin yang terlalu cepat dan tidak merata kesuluruh bagian.

### 3.4.3 Slag Inclusion

*Slag Inclusion* adalah salah satu jenis cacat las akibat adanya oksida dan benda kerja non logam yang terjebak ke dalam logam las. Umumnya disebabkan oleh kontaminasi unsur di dalam udara bebas di atmosfer. Terjebaknya oksida maupun benda kerja non logam dalam hasil pengelasan juga bisa disebabkan oleh fluks yang digunakan dalam operasi las terkontaminasi. Pada pengelasan multi layer, saat pembersihan terak pada pengelasan di awal yang kurang bersih juga bisa menyebabkan terjadinya *slug inclusion*.

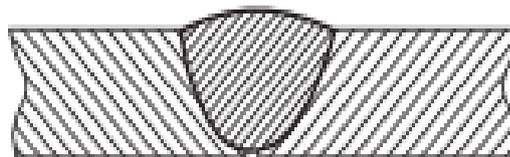


**Gambar 3. 6** Cacat Slag Inclusion (Khan & Md. Ibrahim., 2007)

Tindakan pencegahan yang sering dilakukan adalah dengan memastikan base metal dan jalur pengelasan telah bersih dari berbagai terak, korosi, dan kontaminasi asing lainnya

### 3.4.4 Incomplete Penetration

Cacat jenis ini, dicirikan dengan logam pengisi atau filler las gagal mencapai akar sambungan dan menyatukan permukaan bawah dengan sepenuhnya. Sehingga bagian bawah kurang tersambung dengan sempurna yang dapat memicu tegangan dalam tersendiri.

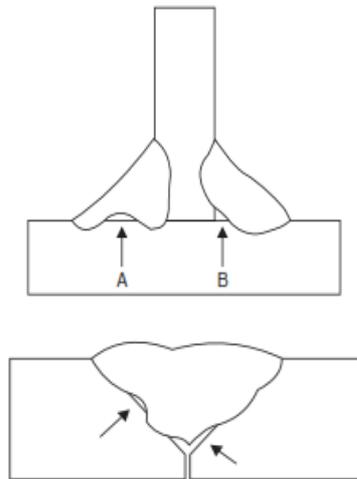


**Gambar 3. 7** Cacat *Incomplete Penetration* (Khan & Md. Ibrahim., 2007)

Hal ini disebabkan oleh tidak sesuainya ukuran elektroda yang digunakan sehingga ukurannya tidak tepat untuk celah sambungan atau juga bisa disebabkan oleh arus las yang rendah. Banyak dijumpai pada posisi pengelasan *vertical* dan *overhead*.

### 3.4.5 Lack of Fusion

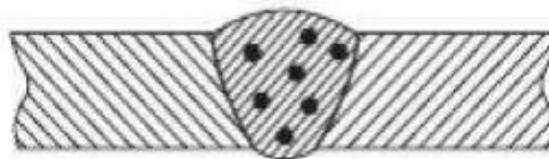
Pada *butt joint*, biasanya cacat *Lack of fusion* bagian bawahnya tidak dapat menyatukan *base metal* pada bagian ujung akarnya. Sedangkan pada *fillet joint* akan menjadi rongga tersendiri pada sudut base metal. Ciri dari jenis cacat ini adalah tidak menyatunya logam las dan benda kerja. Hal ini bisa disebabkan oleh kesalahan temperature pengelasan, dan berakhir benda kerja yang kurang panas. Bisa dicegah dengan menentukan *Heat input* yang tepat untuk pengelasan dan menentukan jenis elektroda dan arus yang sesuai.



**Gambar 3. 8** Cacat *Lack of Fusion* (Khan & Md. Ibrahim., 2007)

### 3.4.6 Porosity

Cacat *porosity* merupakan cacat yang sering terjadi pada proses pengelasan. Ditandai dengan banyaknya gelembung gas yang terperangkap dalam lasan. Gelembung gas ini terbentuk dari proses pendinginan dari hasil las an yang terlalu cepat. Sehingga dendrit antar atom pada proses pembekuan filler tidak bisa membuat ikatan karena cepatnya waktu untuk berhomogenisasi.



**Gambar 3. 9** Cacat *Porosity* (Khan & Md. Ibrahim., 2007)

Kandungan hydrogen yang tinggi dari uap air ataupun udara pada base metal bisa menjadi penyebab utama terjadinya porosity. Kelembapan fluks juga dapat memicu timbulnya gelembung gas. Permukaan dari base metal yang masih terdapat minyak, pelumas, juga dapat menjadi penyebab terjadinya *porosity*. Gelembung gas juga bisa timbul akibat kandungan sulfur pada *base metal* cukup tinggi.

## 3.5 Quality Control

*Quality Control* (QC) adalah suatu proses yang digunakan dalam manajemen produksi dan manufaktur untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang diinginkan. Tujuan utama dari *quality control* adalah untuk mendeteksi dan

mengidentifikasi cacat atau ketidaksesuaian sebelum produk atau layanan mencapai konsumen akhir.

Beberapa kegiatan yang umumnya dilibatkan dalam *quality control* melibatkan pengujian, pengamatan, dan pengukuran produk. Hal ini dapat mencakup pemeriksaan visual, pengukuran dimensi, uji fungsi, uji materi, dan sebagainya. *Quality control* juga dapat melibatkan pemantauan proses produksi untuk memastikan bahwa semua langkah produksi sesuai dengan standar yang ditetapkan.

*Quality Control* memiliki peran penting dalam memastikan kepuasan pelanggan, meminimalkan tingkat cacat, meningkatkan efisiensi produksi, dan membangun reputasi perusahaan. Kesalahan atau cacat yang tidak terdeteksi dapat mengakibatkan kerugian keuangan pada perusahaan, penurunan kepercayaan pelanggan, dan lain-lain. Oleh karena itu, *quality control* menjadi bagian yang sangat penting dari manajemen kualitas dan pengendalian proses produksi.

### **3.5.1 QC pada Proses Pengelasan**

*Quality Control* (QC) pada proses pengelasan merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk memastikan bahwa hasil pengelasan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. *Quality control* pada proses pengelasan umumnya dilakukan pada hasil dari sambungan las untuk mendeteksi apakah terdapat cacat atau tidak. *Quality Control* dapat mengidentifikasi cacat pada hasil pengelasan yang bisa mengakibatkan kegagalan atau bahkan kecelakaan pada produk yang dihasilkan. Dengan mendeteksi dan memperbaiki potensi masalah sejak awal, maka risiko kegagalan dan kecelakaan dapat ditekan. Pengujian tersebut menggunakan pengujian tidak merusak (*Non-Destructive Test*).

## **3.6 Non-Destructive Test**

*Non-Destructive Test* merupakan metode pengujian bahan material tanpa merusak objek. Dengan tanpa merusak objek, artinya objek pengelasan dapat terus digunakan. *Non-Destructive Test* atau biasa disingkat NDT, dapat digunakan untuk memeriksa kualitas bahan dari tahap bahan baku, fabrikasi, dan inspeksi kerja. Biasa digunakan dalam pemeriksaan cacat material pada proses manufaktur seperti pengelasan, pengecoran, dan penempaan. Dengan Teknik pengujian cacat material ini, kita dapat mengetahui kekurangan pada suatu material, untuk selanjutnya diambil tindakan *repair* atau *reject* (Deepak et al., 2021).

*Non-Destructive Test* secara umum terdapat berbagai jenis diantaranya *visual examination*, *magnetic test*, *penetrant test*, *ultrasonic test*, dan *radiography test*.

### **3.6.1 Visual Examination**

*Visual Examination* merupakan salah satu metode termudah dari *Non destructive test* yaitu dengan menggunakan penglihatan manusia untuk melihat cacat atau diskontinuitas dalam suatu material. Peralatan yang biasa digunakan seperti kaca pembesar dan *fiberscopes*. Dalam proses inspeksi hasil kerja pengelasan digunakan untuk memeriksa hasil pengelasan pada bagian luar atau dalam. Teknik ini merupakan salah satu Teknik yang paling murah untuk dilakukan. Kekurangannya tidak bisa melihat cacat material yang kasat mata.



**Gambar 3. 10** *Visual Examination Test* (<https://slv.co.id/>, 2021)

### 3.6.2 *Magnetic Test*

Proses dari *magnetic test* memanfaatkan medan magnet untuk mendeteksi adanya cacat tak kasat mata pada suatu material. *Magnetic test* hanya terbatas pada material yang bersifat *ferromagnetic*. Prinsip kerja dari *magnetic test* adalah gelombang medan magnet yang disemprotkan pada benda kerja uji membuat benda uji menjadi searah, bila terdapat suatu cacat pada material tersebut maka akan terbentuk kutub baru pada daerah tersebut. Metode ini menggunakan medan magnet dan pasir partikel magnet yang disemprotkan pada benda kerja. Medan magnet dialirkan melalui alat yang bernama *yoke*. Kelebihannya adalah mampu mendeteksi kecacatan yang sangat halus dan diskontinuitas dekat permukaan pada logam baja.



**Gambar 3. 11** *Magnetic Test* (<https://slv.co.id/>, 2021)

### 3.6.3 *Penetrant Test*

*Penetrant test* merupakan metode pendeteksi cacat pada permukaan material menggunakan cairan kimia yang bekerja untuk menemukan diskontinuitas permukaan berdasarkan prinsip kapilaritas. Kapilaritas bertanggung jawab terhadap masuk dan keluarnya cairan *penetrant* dari dan ke dalam diskontinuitas. Cairan kimia yang digunakan terdapat 3 jenis yaitu cairan *cleaner*, *liquid penetrant*, dan *developer*. Cacat akan terdeteksi apabila terdapat *penetrant test* yang keluar dari permukaan setelah proses *cleaner* akibat disemprotkan cairan *developer*. Keunggulan proses ini adalah dapat mendeteksi cacat dengan celah yang sangat sempit.



**Gambar 3. 12** *Penetrant Test* (<https://slv.co.id/>, 2021)

### 3.6.4 Ultrasonic Test

*Ultrasonic test* adalah pengujian tidak merusak pada suatu material yang memanfaatkan gelombang suara *ultrasonic* untuk mendeteksi cacat dan *cracks* pada bagian material. Gelombang *ultrasonic* yang diberikan pada permukaan material. Efek *piezolistrik* dan *transduser* memungkinkan untuk gelombang *ultrasonic* terpantul kembali ke peralatan. Gelombang suara yang dipantulkan akan muncul dari *monitor* berupa tampilan *pulse*. Cacat dapat terdeteksi jika gelombang suara dipantulkan lagi pada ketinggian yang tidak seharusnya. Kelebihan metode ini adalah dapat memperkirakan kedalaman cacat yang terjadi.



**Gambar 3. 13** *Ultrasonic Test* (<https://slv.co.id/>, 2021)

### 3.6.5 Radiography Test

*Radiografi test* merupakan metode pengujian cacat material yang memanfaatkan gelombang sinar elektromagnetik yang dipancarkan pada material. Sinar elektromagnetik dipancarkan oleh isotop radioaktif. Gelombang sinar elektromagnetik yang sering digunakan adalah sinar gamma dan sinar X yang mana mempunyai kemampuan untuk menembus bahan dan menyerap dan memantulkan cahaya biasa. Sebuah film akan ditempatkan dibelakang bahan sebagai penangkap sinar pantulan. Dalam film tersebut tergambar cacat yang terbentuk. Tanda adanya cacat adalah gambar pada film yang terlihat lebih gelap dari bagian lainnya. Hal ini dikarenakan, cacat pada specimen tidak akan menyerap radiasi sebanyak bagian lainnya. Metode ini merupakan metode yang paling akurat dalam memperkirakan adanya cacat pada suatu material.



**Gambar 3. 14** *Radiografi Test* (<https://slv.co.id/>, 2021)

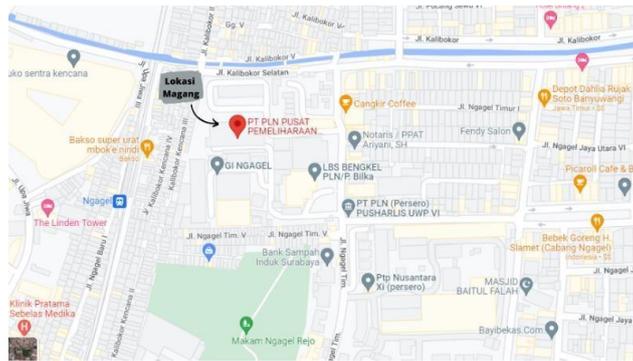
## BAB IV PELAKSANAAN MAGANG

### 4.1 Pelaksanaan Magang

Magang industri yang dilaksanakan oleh kami di mulai dari bulan Juli 2023 hingga bulan November 2023. Selama 4 bulan mahasiswa ditugaskan pada bagian mekanikal, perencanaan dan pengendalian produksi, quality control, dan K3L. Selain itu mahasiswa juga diberi pengetahuan mengenai area industri di PT PLN (Persero) PUSHARLIS UP2W VI Surabaya dan pengalaman tentang dunia pasca Kampus.

#### 4.1.1 Lokasi Unit Kerja Praktek (Magang Industri)

Lokasi kerja praktek bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 4. 1** Lokasi PT PLN (Persero) PUSHARLIS UP2W VI Surabaya

PT PLN (Persero) Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan (PLN PUSHARLIS) – Unit Pelaksana Produksi dan Workshop (UP2W) VI berlokasi di daerah Kompleks PLN Ngagel Surabaya.



**Gambar 4. 2** PT PLN (Persero) PUSHARLIS UP2W VI Surabaya

#### 4.1.2 Lingkup Penugasan

Dalam magang industri ini mahasiswa ditempatkan dalam 3 bidang pekerjaan dengan rentang waktu untuk setiap bidang kurang lebih 1 bulan untuk proses pembelajaran dan analisa. Bidang dalam penempatan tersebut adalah bidang mekanikal, bidang perencanaan, bidang *Quality Control*, dan bidang K3L.

##### a. Bidang Perencanaan

Dalam bidang perencana, peserta magang dikenalkan dengan bagaimana perusahaan ini merencanakan suatu proses produksi. Dalam perencanaan ini,

proses produksi direncanakan secara detail. Mulai dari proses *drawing*, biaya, waktu, proses, hingga tools yang digunakan.

Ketika peserta magang ditempatkan di bidang perencanaan, peserta magang diberi penugasan untuk menggambar suatu komponen hingga komponen tersebut dirangkai menjadi satu kesatuan (*assembly*). Serta terkadang diberi penugasan tambahan untuk mensimulasikannya

b. Bidang Mekanikal

Bidang mekanikal merupakan bidang yang mengerjakan proses machining. Dalam bidang ini peserta magang diberikan tugas untuk 16 membantu menyelesaikan pekerjaan, mulai dari membubut hingga membantu dalam proses CNC. Untuk kegiatan membubut peserta magang diperkenankan mengerjakan secara mandiri. Sedangkan untuk proses CNC mahasiswa hanya berperan sebagai helper, membantu untuk mengambil benda kerja, alat maupun memasang benda kerja

c. Bidang *Quality Control*

Dalam bidang *quality control* peserta magang diberi pengetahuan tentang pengontrolan kualitas suatu produk mulai dari bahan setengah jadi hingga menjadi bahan yang siap untuk dipasarkan. Dalam bidang ini, mahasiswa diajak untuk menguji kualitas suatu part atau alat yang sudah selesai dimachining ataupun sudah selesai dirakit. Pengujian dilakukan sesuai dengan kesepakatan antara pihak pusharlis dan pihak konsumen terhadap kualitas komponen pesanan yang akan dibuat.

Mekanisme pengujian yang dilakukan oleh divisi *Quality Control* ada beberapa macam, mulai dari NDT (*Non Destructive Test*) yang biasanya pengujiannya memakai *Penetrant Test (PT)*, *Radiography Test*, *Hardness Test*, dll.

d. Bidang K3L

Dalam bidang K3L peserta magang diberi pelatihan berupa P3K (Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan) yang diberikan oleh anggota PMII Kota Surabaya, Pelatihan *alarm* kebakaran, pelatihan dan praktik secara langsung penggunaan Alat pemadam tradisional, APAR, dan Hydran.

Mekanisme kegiatan magang industri dapat direpresentasikan melalui tabel kegiatan harian dan paragraf rekomendasi. Kegiatan magang industri akan dijelaskan lebih rinci sebagai berikut:

**Tabel 4. 1** Jam Kerja Magang Industri

Hari	Jam Kerja
SENIN	07.30 – 16.00
SELASA	07.30 – 16.00
RABU	07.30 – 16.00
KAMIS	07.30 – 16.00
JUM'AT	07.30 – 16.00
SABTU	LIBUR
MINGGU	LIBUR

**Tabel 4. 2** Kegiatan Magang Industri

<b>Hari Ke-</b>	<b>Waktu</b>	<b>Jam Mulai</b>	<b>Jam Selesai</b>	<b>Kegiatan</b>
1	Senin, 17 Juli 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perkenalan bersama pembimbing lapangan, pemaparan mengenai profil PT PLN (Persero) PUSHARLIS dan safety induction yang ada diperusahaan</li> <li>- Pengenalan lingkungan dan karyawan pada PT PLN (Persero) PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan)</li> <li>- Diskusi mengenai perencanaan timeline magang dengan pembimbing lapangan.</li> </ul>
2	Selasa, 18 Juli 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Studi literatur dan mempelajari tentang proses penggunaan Mesin CNC milling.</li> <li>- Konsultasi rencana observasi kegiatan di lapangan</li> </ul>
3	Rabu, 19 Juli 2023	-	-	<b>HARI LIBUR</b> (Tahun Baru Islam)
4	Kamis, 20 Juli 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Studi literatur dan melakukan pendataan part untuk Raw material repair Grab Bucket</li> <li>- Mengikuti pelatihan simulasi tanggap darurat bom oleh Tim K3L PT PLN PUSHARLIS</li> </ul>
5	Jum'at, 21 Juli 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Olahraga pagi bersama karyawan PT PLN PUSHARLIS Surabaya</li> <li>- Studi literatur dan mempelajari lebih lanjut tentang mesin CNC milling PT PLN PUSHARLIS</li> <li>- Latihan membuat design pada solidworks untuk dilakukan CNC</li> <li>- Pemberian penugasan oleh pembimbing lapangan berupa analisis mesin travo las</li> </ul>
6	Senin, 24 Juli 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Studi literatur dan mempelajari lebih lanjut tentang mesin CNC milling PT PLN PUSHARLIS</li> </ul>

				- Melanjutkan mendata Raw Material repair Grab Bucket dan diketik di Excel
7	Selasa, 25 Juli 2023	07.30	16.00	- Membuat desain 2D, 3D, dan Program CNC pressure rod dan nozzle sealpot - Melakukan perbaikan mesin CNC turning yang rusak
8	Rabu, 26 Juli 2023	07.30	16.00	- Memotong material roundbar untuk nozzle sealpot - Studi literatur, praktik dan mempelajari lebih lanjut tentang mesin CNC turning PT PLN PUSHARLIS
9	Kamis, 27 Juli 2023	07.30	16.00	- Studi literatur dan mempelajari lebih lanjut tentang mesin bubut PT PLN PUSHARLIS - Praktik membubut diameter dalam nozzle sealpot
10	Jum'at, 28 Juli 2023	07.30	16.00	- Olahraga pagi bersama karyawan PT PLN PUSHARLIS Surabaya - Studi literatur dan mempelajari lebih lanjut tentang mesin bubut PT PLN PUSHARLIS - Praktik membubut diameter dalam nozzle sealpot
11	Senin, 31 Juli 2023	07.30	16.00	- Studi literatur dan mempelajari lebih lanjut tentang mesin CNC turning PT PLN PUSHARLIS - Melanjutkan pengerjaan nozzle sealpot yang akan di CNC turning
12	Selasa, 1 Agustus 2023	07.30	16.00	- Studi literatur dan mempelajari lebih lanjut tentang mesin CNC milling PT PLN PUSHARLIS - Melanjutkan pengerjaan CNC milling untuk sparepart Grab Bucket
13	Rabu, 2 Agustus 2023	07.30	16.00	- Latihan melakukan pengasahan mata bor, pasak/pengunci dengan menggunakan mesin gerinda
14	Kamis, 3 Agustus 2023	07.30	16.00	- Pengecekan diameter dalam dan melanjutkan pengerjaan repair nozzle sealpot

15	Jum'at, 4 Agustus 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Olahraga pagi bersama karyawan PT PLN PUSHARLIS Surabaya</li> <li>- Melakukan pengerjaan pressure rod menggunakan mesin CNC milling PT PLN PUSHARLIS</li> </ul>
16	Senin, 7 Agustus 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan pengerjaan pressure rod menggunakan mesin CNC milling PT PLN PUSHARLIS</li> </ul>
17	Selasa, 8 Agustus 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengecekan part part Grab Bucket di Workshop 4 PT PLN PUSHARLIS Surabaya</li> <li>- Presentasi penugasan mesin travo las</li> </ul>
18	Rabu, 9 Agustus 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melanjutkan pengerjaan nozzle sealpot yang akan di CNC turning</li> </ul>
19	Kamis, 10 Agustus 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengecekan diameter dalam nozzle sealpot setelah di bubut dan packing untuk dikirim kepada user</li> </ul>
20	Jumat, 11 Agustus 2023	-	-	<p>IZIN (Sakit)</p>
21	Senin, 14 Agustus 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Studi literatur dan mempelajari lebih lanjut tentang divisi Perencanaan dan pengendalian PT PLN PUSHARLIS</li> <li>- Melakukan pengerjaan re-drawing 3D Impeller Blade Induce Draft Fan</li> </ul>
22	Selasa, 15 Agustus 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melanjutkan pengerjaan re drawing 3D Impeller Blade Induce Draft Fan</li> </ul>
23	Rabu, 16 Agustus 2022	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengarahan dan pelatihan P3K dalam K3L dari Tim PMI Kota Surabaya</li> </ul>
24	Kamis, 17 Agustus 2023	07.30	16.00	<p>HARI LIBUR (Hari Kemerdekaan Republik Indonesia)</p>
25	Jumat, 18 Agustus 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kegiatan Lomba dan jalan sehat memperingati Hari Kemerdekaan Republik Indonesia 17 Agustus yang diikuti seluruh karyawan dan anak magang</li> </ul>
26	Senin, 21 Agustus 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melakukan pengerjaan drawing 2D Impeller Blade Induce Draft Fan</li> </ul>

27	Selasa, 22 Agustus 2023	07.30	16.00	- Mengerjakan penugasan basic Desain 2D drawing dan shop drawing stop logs Frame Screen TWS BSD menggunakan software solidworks
28	Rabu, 23 Agustus 2023	-	-	IZIN (Sakit)
29	Kamis, 24 Agustus 2023	07.30	16.00	- Studi literatur dan mempelajari lebih lanjut tentang melakukan kegiatan 3D Scan dengan menggunakan alat 3D Scanning Creaform
30	Jumat, 25 Agustus 2023	07.30	16.00	- Olahraga bersama karyawan PT PLN PUSHARLIS Surabaya - Studi literatur dan mempelajari lebih lanjut tentang melakukan kegiatan 3D Scan dengan menggunakan alat 3D Scanning Creaform
31	Senin, 28 Agustus 2023	07.30	16.00	- Pengarahan TKDN barang dan jasa oleh Staff Divisi Perencanaan - Pembuatan TKDN barang dan jasa (Tingkat Komponen Dalam Negeri) pada Guide Roller
32	Selasa, 29 Agustus 2023	07.30	16.00	- Melanjutkan penugasan pembuatan TKDN barang dan jasa (Tingkat Komponen Dalam Negeri) pada Guide Roller. Pembuatan TKDN barang dan jasa untuk Guide Roller yang terdiri dari; data bahan baku, data mesin, data jasa, dan lain -lain
33	Rabu, 30 Agustus 2023	07.30	16.00	- Penambahan penugasan untuk mencari nilai TKDN Inner Part ESP dan melanjutkan mengerjakan mencari nilai TKDN untuk pengerjaan Guide Roller.
34	Kamis, 31 Agustus 2023	07.30	16.00	- Melanjutkan pembuatan TKDN barang dan jasa pada Guide Roller dan Inner Part ESP, dengan mencari pada website TKDN sendiri setelah itu di list pada excel yang sudah ada
35	Jumat, 1 September 2023	07.30	16.00	- Pembelajaran dan pembuatan Laporan Akhir yang dibutuhkan

				<p>dalam project yang diberikan oleh PLTU Paiton unit 1 dan 2. Dimana</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Laporan Akhir ini bertujuan untuk memberikan kemudahan dalam memantau berbagai kemajuan bahkan kendala yang terjadi dalam suatu pembuatan proyek. Laporan Akhir ini juga bertujuan sebagai dokumen final yang menunjang telah dilaksanakannya suatu project tersebut</li> </ul>
36	Senin, 4 September 2023	-	-	IZIN
37	Selasa, 5 September 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menghitung Rencana Anggaran Biaya Pra Penugasan seperti Material Utama, Material Konsumable, Proses Fabrikasi dan QC, Tenaga Kerja, Persiapan Pekerjaan, Listrik, Air dan Sejenisnya, Packaging dan Pengiriman, Administrasi dan Laporan.</li> </ul>
38	Rabu, 6 September 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melanjutkan Rencana Anggaran Biaya pada pekerjaan Induce Draft Fan</li> <li>- Mempelajari website cutlist optimizer yang mana website tersebut digunakan untuk memperkirakan dan mengoptimalkan penggunaan plat logam untuk pembuatan part.</li> <li>- Mempelajari aplikasi kalkulator yang digunakan untuk mempermudah menghitung berat/volume suatu material. Adapun beberapa material yang dapat digitung pada aplikasi kalkulator logam seperti segi enam, round bar, pipa, persegi bar, hollow, profil T, beam, kanal, elbow</li> </ul>
39	Kamis, 7 September 2023	07.30	16.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melanjutkan Rencana Anggaran Biaya pada pekerjaan Induce Draft Fan.</li> </ul>

				- Selain itu dijelaskan pula mengenai referensi seperti KHS, estimasi, dan lain -lain. Adapun KHS atau Kontrak Harga Satuan memiliki keuntungan yang mana tidak akan terpengaruh pada inflasi karena sesuai dengan kesepakatan awal.
40	Jumat, 8 September 2023	-	-	IZIN
41	Senin, 11 September 2023	-	-	IZIN
42	Selasa, 12 September 2023	07.30	16.00	- Mengerjakan MRIR (Material Receiving Inspection Report). adalah yang dimana ketika barang datang akan dilakukan pengecekan atau inspeksi dan dituangkan dalam bentuk laporan. MRIR ini digunakan untuk penugasan penugasan yang dikerjakan di PLN Pusharlis UP2W VI. MRIR ini termasuk dalam tahapan Incoming test.
43	Rabu, 13 September 2023	07.30	16.00	- Menghitung Chain Gate dan Roller yang baru sampai di PT PLN Pusharlis dan yang akan dilakukan repair sebanyak 500 part (chain grate) dan 1000 part (Roller), setelah dihitung yatu dicek dengan surat jalan apakah sudah sesuai apa tidak.
44	Kamis, 14 September 2023	07.30	16.00	- Menghitung Chain Gate yang baru sampai di PT PLN Pusharlis dan yang akan dilakukan repair sebanyak 89 part (chain grate kanan ) dan 90 part (chain grate kiri), setelah dihitung yatu dicek dengan surat jalan apakah sudah sesuai apa tidak
45	Jumat, 15 September 2023	07.30	16.00	- Membuat Part list QC yang mengacu pada MRIR untuk mendata raw material untuk proses penugasan. Melakukan Penetrant Test pada axle shaft

46	Senin, 18 September 2023	07.30	16.00	- Melakukan Penetrant Test pada axle shaft
47	Selasa, 19 September 2023	07.30	16.00	- Melakukan pengujian komposisi secara langsung terhadap grab bucket menggunakan alat spectrum PMI (Positive Material Identification)
48	Rabu, 20 September 2023	07.30	16.00	- Melakukan pengujian komposisi secara langsung terhadap grab bucket menggunakan alat spectrum PMI (Positive Material Identification)
49	Kamis, 21 September 2023	07.30	16.00	- Membuat Part list QC yang mengacu pada MRIR untuk mendata raw material untuk proses penugasan.
50	Jumat, 22 September 2023	07.30	16.00	- Membuat Part list QC yang mengacu pada MRIR untuk mendata raw material untuk proses penugasan.
51	Senin, 25 September 2023	07.30	16.00	- Mengerjakan MRIR (Material Receiving Inspection Report). adalah yang dimana ketika barang datang akan dilakukan pengecekan atau inspeksi dan dituangkan dalam bentuk laporan.
52	Selasa, 26 September 2023	07.30	16.00	- Mengerjakan MRIR (Material Receiving Inspection Report). adalah yang dimana ketika barang datang akan dilakukan pengecekan atau inspeksi dan dituangkan dalam bentuk laporan.
53	Rabu, 27 September 2023	07.30	16.00	- Melakukan pengujian kekerasan (hardness) secara langsung terhadap dua buah Grab Bucket. Pada pengujian kekerasan ini dilakukan di beberapa sisi dan di beberapa titik Grab Bucket. Tujuannya dilakukan pengujian kekerasan di beberapa sisi dan titik Grab Bucket yaitu untuk mengetahui apakah setiap sisi dan titik pada Grab Bucket sudah memenuhi standar

				ketentuan kekerasan dari Grab Bucket itu sendiri.
54	Kamis, 28 September 2023	07.30	16.00	- Melanjutkan Melakukan pengujian kekerasan (hardness) secara langsung terhadap dua buah Grab Bucket. Pada pengujian kekerasan ini dilakukan di beberapa sisi dan di beberapa titik Grab Bucket.
55	Jum'at, 29 September 2023	07.30	16.00	- Melakukan inspeksi terhadap barang datang yaitu berupa pipa sebanyak 4. Hal – hal yang di perhatikan pada saat inspeksi yaitu ukuran inner diameter, outer diameter, panjang, dan material dari pipa.
56	Senin, 2 Oktober 2023	07.30	16.00	- Melakukan kegiatan penetrant test pada penugasan coal chute sebanyak 6 buah, untuk mengecek apakah ada kecacatan pada sambungan las pada coal chute. Adapun proses melakukan penetrant test adalah: a. Melakukan pembersian pada area hasil las an secara menyeluruh dengan cara menyemprotkan remover/cleaner ke bagian las an kemudian di usap dengan menggunakan kain majun. b. Selanjutnya pemberian penetrant ke area las an yang sudah di bersihkan dan tunggu 5 menit agar penetrant terperangkap ke bagian yang cacat. c. Setelah proses menunggu selama 5 menit, langkah selanjutnya adalah membersihkan kembali area lasan yang telah diberi penetrant. Caranya adalah dengan menyemprotkan cleaner/remover ke kain majun, lalu usapkan kain tersebut ke bagian yang terdapat penetrant tadi. Tujuan dari langkah ini adalah untuk

				<p>menghilangkan kelebihan penetrant dan menjaga area lasan tetap bersih sebelum dilakukan langkah selanjutnya</p> <p>d. Setelah proses pembersihan dan penggunaan penetrant selesai, langkah berikutnya adalah memberikan developer atau pengembang pada area lasan. Tujuannya adalah untuk membuat lubang atau cacat pada area lasan menjadi terlihat dengan jelas. Developer adalah zat atau bahan kimia yang berfungsi merespon dengan penetrant yang telah meresap ke dalam lubang atau cacat, sehingga membentuk tanda yang terlihat. Cacat yang terdeteksi yaitu cacat porositas</p>
57	Selasa, 3 Oktober 2023	07.30	16.00	- Perubahan format QC list lama ke format QC list yang baru dan melanjutkan beberapa penugasan untuk ditulis di PUSHARLIS
58	Rabu, 4 Oktober 2023	07.30	16.00	- Melanjutkan pengerjaan perubahan format QC list lama ke format QC list yang baru dan melanjutkan beberapa penugasan untuk ditulis di PUSHARLIS
59	Kamis, 5 Oktober 2023	07.30	16.00	- Melakukan uji penetrant test pada area bracket hasil las an.
60	Jum'at, 6 Oktober 2023	07.00	16.00	- Melanjutkan melakukan uji penetrant test dengan bracket yang berbeda
61	Senin, 9 Oktober 2023	07.30	16.00	IZIN
62	Selasa, 10 Oktober 2023	07.30	16.00	- Perkenalan tentang K3 dan pemberian tugas individu untuk Pembuatan Flowchart BPM Bisnis Proses Model
63	Rabu, 11 Oktober 2023	07.30	16.00	- Pembuatan Flowchart BPM Bisnis Proses Model
64	Kamis, 12 Oktober 2023	07.30	16.00	- Presentasi BPM kepada leader K3

65	Jumat, 13 Oktober 2023	07.30	16.00	IZIN
66	Senin, 16 Oktober 2023	09.00	10.00	- Inspeksi alat gerinda, dan kabel olor yang rusak, agar mencegah risiko kebakaran.
67	Selasa, 17 Oktober 2023	07.30	16.00	- Simulasi alarm kebakaran dan Inspeksi wipro
68	Rabu, 18 Oktober 2023	07.30	16.00	- Pembuatan Flowchart BPM Bisnis Proses Model berdasarkan Flowchart PT.01.K3L Prosedur Identifikasi Aspek Pengendalian Risiko K3 dan Lingkungan
69	Kamis, 19 Oktober 2023	07.30	16.00	- Presentasi BPM kepada leader K3 PT.01.K3L Prosedur Identifikasi Aspek Pengendalian Risiko K3 dan Lingkungan
70	Jumat, 20 Oktober 2023	07.30	16.00	- Pembuatan Flowchart BPM Bisnis Proses Model berdasarkan Flowchart PT.20.K3L PROSEDUR KEADAAN DARURAT
71	Senin, 23 Oktober 2023	07.30	16.00	- Presentasi BPM kepada leader K3 PT.20.K3L PROSEDUR KEADAAN DARURAT
72	Selasa, 24 Oktober 2023	07.30	16.00	- Pembuatan Flowchart BPM Bisnis Proses Model berdasarkan Flowchart PT.32.K3L - PROSEDUR JAMINAN K3 BAGI TENAGA KERJA
73	Rabu, 25 Oktober 2023	07.30	16.00	- Presentasi BPM kepada leader K3 PT.32.K3L - PROSEDUR JAMINAN K3 BAGI TENAGA KERJA
74	Kamis, 26 Oktober 2023	07.30	16.00	- Latihan Penanggulangan Kebakaran pada anggota keamanan PT PLN PUSHARLIS dan Tim Magang. Pada Latihan ini terdapat 2 latihan yaitu pemadaman dengan karung goni dan apar
75	Jumat, 27 Oktober 2023	07.30	16.00	IZIN (Lomba KMHE 2023)
76	Senin, 21 November 2022	07.30	16.00	IZIN (Lomba KMHE 2023)

77	Selasa, 30 Oktober 2023	07.30	16.00	IZIN (Lomba KMHE 2023)
78	Rabu, 1 November 2023	07.30	16.00	IZIN (Lomba KMHE 2023)
79	Kamis, 2 November 2023	07.30	16.00	IZIN (Lomba KMHE 2023)
80	Jumat, 3 November 2023	07.30	16.00	IZIN (Lomba KMHE 2023)
81	Senin, 6 November 2023	07.30	16.00	IZIN (Lomba KMHE 2023)
82	Selasa, 7 November 2023	07.30	16.00	- Sharing K3
83	Rabu, 8 November 2023	07.30	16.00	- Sharing K3
84	Kamis, 9 November 2023	07.30	16.00	- Simulasi pemadam kebakaran hidran
85	Jumat, 10 November 2023	07.30	16.00	IZIN
86	Senin, 13 November 2023	07.30	16.00	- Pembuatan Flowchart BPM Bisnis Proses Model berdasarkan Flowchart PT.03.K3L PROSEDUR IZIN KERJA DAN PENGAWASAN PEKERJAAN rev 04
87	Selasa, 14 November 2023	07.30	16.00	IZIN
89	Rabu, 15 November 2023	07.30	16.00	- Presentasi BPM kepada leader K3 PT.03.K3L PROSEDUR IZIN KERJA DAN PENGAWASAN PEKERJAAN rev 04
90	Kamis, 16 November 2023	07.30	16.00	- Persiapan presentasi PPT laporan magang
91	Jumat, 17 November 2023	07.30	16.00	- Presentasi PPT laporan magang

## BAB V HASIL MAGANG

### 5.1 Grab Bucket



**Gambar 5. 1** Grab Bucket Ship Unloader

Grab bucket merupakan salah satu komponen penting dalam proses operasional PLTU batubara yang memungkinkan pasokan bahan bakar yang efisien dan terus-menerus, yang pada akhirnya mendukung pembangkitan listrik yang stabil. Fungsi utama Grab bucket adalah alat yang digunakan untuk mengambil batubara dan memuatnya ke dalam boiler PLTU. Batubara merupakan bahan bakar utama dalam PLTU. Grab bucket memungkinkan proses pemindahan batubara dari tempat penyimpanan ke sistem penyaluran yang mengirimkannya ke boiler untuk proses pembakaran. Komponen utama Grab bucket terdiri dari *Grab Head*, *Pressure Rod*, *Traverse with Sheave Box*, dan *Scoop Assy*. Pada *Scoop Assy* terdapat dua cangkang yang dapat membuka dan menutup seperti rahang. Saat terbuka, grab bucket akan menangkap sejumlah batubara, dan kemudian menutup kemudian dipindahkan ke sistem penyaluran. Grab bucket ini dapat dikendalikan oleh operator yang biasanya berada di dalam kendaraan pemindah batubara. Penggunaan grab bucket memungkinkan pemindahan batubara dengan cepat dan efisien ke dalam sistem pembakaran, sehingga memastikan pasokan bahan bakar yang terus-menerus untuk menghasilkan uap. Selain itu, grab bucket juga dirancang dengan fitur keamanan yang meminimalkan risiko kecelakaan selama proses pengambilan batubara.

Pada PT PLN (Persero) PUSHARLIS UP2W VI Surabaya, terdapat penugasan memproduksi Grab Bucket, Grab Bucket yang diproduksi berjenis Double Rope Grab (Bongkar et al., 2019). Adapun spesifikasi grab bucket yang diproduksi oleh PT PLN (Persero) PUSHARLIS UP2W VI Surabaya:

**Tabel 5. 1** Spesifikasi Grab Bucket Produksi PLN PUSHARLIS Surabaya

1	Standard Approval	ASME SEC IX
2	Grab Type	<i>Clamp shell bucket</i> dengan arah closing bucket searah dengan grab bucket existing
3	Grab Volume	30 m <sup>3</sup> (Coal density : 0.9 T/m <sup>3</sup> )

4	SWL Max (Grab Bucket + Coal)	42 Ton
5	Dimensi Grab Bucket	Tidak melebihi grab bucket existing, baik saat posisi open maupun saat posisi close
6	Closing Wire Rope	Diameter 40 mm. jarak antar <i>wipe rope close</i> dapat dilihat pada <i>drawing grab bucket existing</i>
7	Sheave Wire Rope	Diameter 1256 mm. <i>Bearing sheave</i> menggunakan SKF NJ244 made in Germany
8	Wedge Socket Wire Rope Hold	Diameter wire rope 40 mm. bersertifikat dengan SWL minimal ton c/w COO atau COM
9	Grab Bucket Lifting Chain Wedge Socket	SWL. Minimal 40 ton dengan jumlah 2x3 link chain standar untuk grab bucket dibuktikan dengan COO atau COM
10	Bushing	Material High Load Lubran SC 30 self lubricating bearing type for heavy duty (Manganase bronze ASTM B584-C862000) atau equaivalen (maksimal recommended bearing load 6000 Psi 41 Nm/mm. C/W COO atau COM)
11	Pin	Material HQ 709 / HQ 705 atau equivalen
12	Cutting Edge Plate	Material <i>wear plate</i> dengan minimal hardness 400 HN dan thickness minimal 32 mm
13	Bowl Plate	Material <i>Wear Plate</i> dengan minimal hardness 400 HB dan thickness 10 mm
14	Jalur Grease	Pada seluruh rangkaian yang terdapat bushing dan bearing terdapat jalur <i>grease</i>

## 5.2 *Production Planning and Control* Grab Bucket di PT PLN PUSHARLIS Surabaya

Dalam aktivitas produksi Grab Bucket di PT PLN PUSHARLIS proses perancangan dan pengendalian produksi dilakukan oleh Sub Bagian Perencanaan dan Pengendalian Produksi. PPC dilakukan untuk merencanakan dasar proses produksi dan aliran bahan, sehingga menghasilkan produk yang dibutuhkan pada waktunya, dengan biaya yang seminimal mungkin, serta mengatur dan menganalisis organisasi dan koordinasi bahan-bahan, mesin-mesin dan peralatan, tenaga manusia, dan tindakan-tindakan lain yang dibutuhkan. Alur dalam proses perencanaan dan pengendalian produksi di PT PLN PUSHARLIS untuk melakukan pengerjaan Grab Bucket meliputi beberapa tahapan sebagai berikut.

### 5.2.1 *Pengelolaan Pesanan*

Pada PT PLN PUSHARLIS UP2W VI setiap penugasan yang diberikan oleh Kantor Induk akan diterima oleh Manager UP2W dan diposisikan ke Manager Bagian

Produksi. Fungsi PPC yang pertama yaitu mengelola pesanan (*order*) dari pelanggan. Jenis produksi Grab Bucket di PT PLN PUSHARLIS yaitu *Make To Order (MTO)*, sehingga pesanan tersebut dimasukkan dalam jadwal produksi utama. Manager Bagian Produksi menyusun dan menerbitkan *Work Order (WO)* sesuai dengan formulir yang ada. *Work Order (WO)* yaitu perintah kerja *internal UP2W* berupa dokumen yang diterbitkan oleh Manager Bagian Produksi dan dilaksanakan oleh Sub Bagian Pelaksana Produksi (Mekanikal/Elektrikal) untuk diselesaikan dalam jangka waktu yang sudah ditetapkan, berikut penjelasan mengenai *Work Order*:

- a. Memuat informasi penugasan yang disusun dalam urutan nama penugasan, nomor surat penugasan, tanggal penugasan, batas waktu penugasan, nilai penugasan, Nomor Identitas (ID) Aplikasi Manajemen Penugasan (AMP), kategori penugasan, dan Nomor WBS (*Work Breakown Structure*).
- b. *Work Order* untuk penugasan Grab Bucket memuat perintah kerja dengan uraian sebagai berikut:
  - i. Technical requirement: terkait gambar (*basic drawing/shop drawing*), referensi pengukuran dan sebagainya.
  - ii. *Task plan & schedule*: detail rencana task dan jadwal pekerjaan, yaitu:
  - iii. Material: detail material material yang diperlukan dalam pelaksanaan pekerjaan dengan mengacu pada RAB detail dan daftar kebutuhan material/jasa yang telah disusun.
  - iv. *Method*: detail metode pelaksanaan pekerjaan yang akan dilaksanakan termasuk tempat pelaksanaan pekerjaan.
  - v. *Machine & tools usage*: detail rencana mesin dan peralatan yang akan digunakan.

Adapun tabel 5.2 menunjukkan form *Work Order* PT PLN PUSHARLIS Surabaya

**Tabel 5. 2** *Work Order* Grab Bucket Ship Unloader

WORKING ITEM	REMARKS
<b>TECHNICAL REQUIREMENT</b>	
1. Drawing dan Toleransi sesuai dengan shop drawing 2. Spesifikasi teknis sesuai dengan KAK	
<b>TASK PLAN &amp; SCHEDULE (BASED ON AMP 3.0)</b>	
1. Persiapan dan Perencanaan 2. Pengadaan 3. Fabrikasi Part Utama 4. Casting 5. Machining Part 6. Assembly 7. Finishing	
<b>MATERIAL</b>	
1. Body & Cover - Raw Material : ASTM 572 2. Scoop - Raw Material : Wear Resistant 3. Bushing - Raw Material : Lubronze Graphite 4. Pin - Raw Material : S45C 5. Shaft - Raw Material : AISI 4340	
<b>METHOD (INTERNAL/EKSTERNAL)</b>	
1. Cutting - internal 2. Rolling - workshop eksternal 3. Weldment - internal 4. Milling - internal	
<b>MACHINE &amp; TOOLS USAGE</b>	
1. Mesin Las 2. Mesin Bubut 3. Mesin Milling 4. Mesin Roll 5. Mesin Blunder	

### 5.2.2 Pembuatan *Drawing*

Pada tahap ini Sub Bagian Perencanaan dan Pengendalian Produksi melakukan tahap survei dengan menggunakan alat 3D Scanning Creaform dengan tujuan untuk melakukan *scanning*, pengukuran, dan mengetahui cara kerja dari produk yang akan dibuat. Selain itu, untuk menentukan spesifikasi dari material yang digunakan dan segala hal yang lain untuk mempermudah dalam melakukan produksi. Berikut proses pelaksanaan tahap survei dengan menggunakan alat 3D Scanning Creaform.



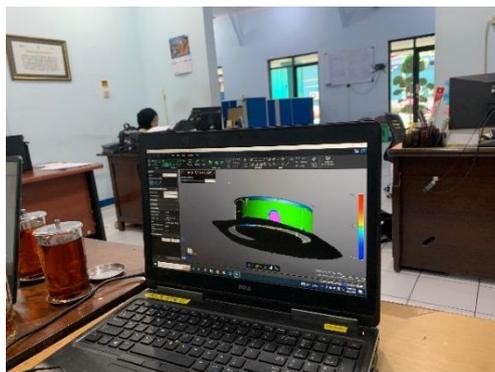
**Gambar 5. 2** Proses Penempelan *Dot Patterns*



**Gambar 5. 3** Proses Scanning



**Gambar 5. 4** Proses Penghapusan Noise



**Gambar 5. 5** Proses Penyempurnaan Model

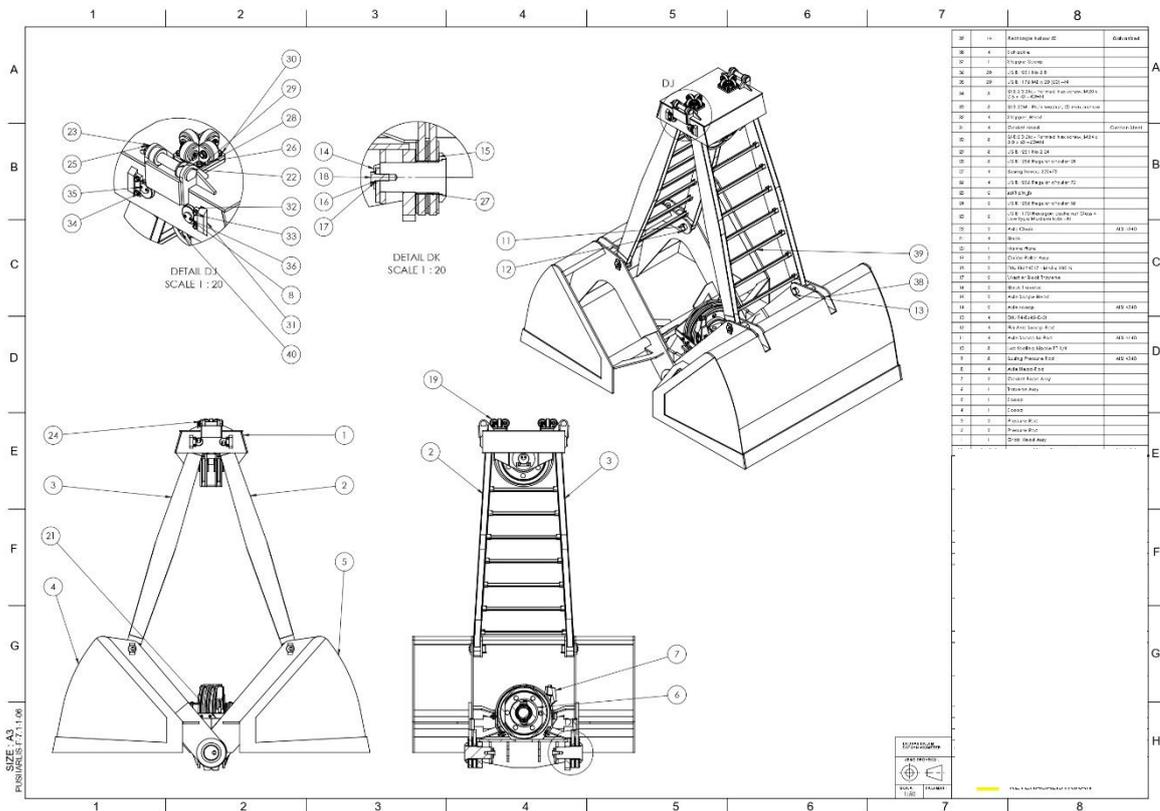
Hasil survei tersebut menghasilkan gambar design (*basic dawning*) yaitu gambar model 2 dimensi atau 3 dimensi yang lengkap dalam bentuk *hardcopy* serta *softcopy* menunjukkan nilai ukuran dan satuan yang jelas yang dibutuhkan untuk proses manufaktur. Desain tersebut dibuat sebelum pelaksanaan pekerjaan berdasarkan hasil survei atau data produk eksiting oleh bidang perencanaan yang dilakukan *approval* oleh pemberi penugasan.

*Basic drawing* dari hasil survei di tahap pra-penugasan dilakukan penyesuaian pengukuran dan menghasilkan gambar kerja (*shop drawing*) yaitu gambar model 2 dimensi yang lengkap dalam bentuk *hardcopy* dan *softcopy* menunjukkan nilai ukuran dan satuan serta GD & T (geometri, dimensi, dan toleransi) sedetail mungkin yang dibutuhkan saat proses manufaktur. Untuk inovasi ukuran atau permintaan khusus dari

pemberi tugas akan dilakukan diskusi dengan bagian *Quality Control (QC)* yang terkait dengan toleransi yang diberikan.

### 5.2.3 Komponen dan Proses Manufaktur Grab Bucket

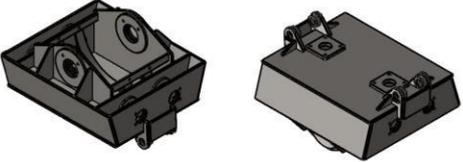
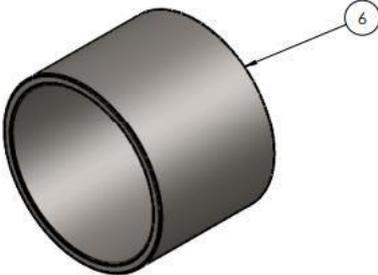
Gambar berikut merupakan drawing dari Grab Bucket ship Unloader PT PLN PUSHARLIS Surabaya

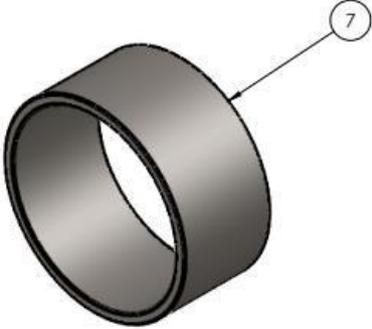
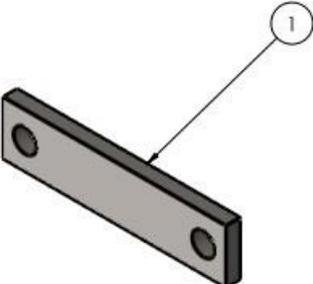
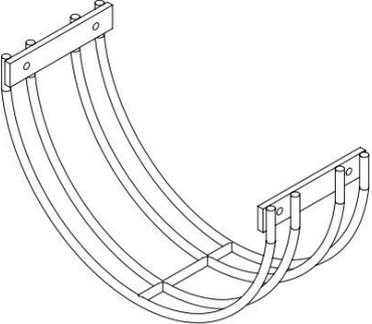
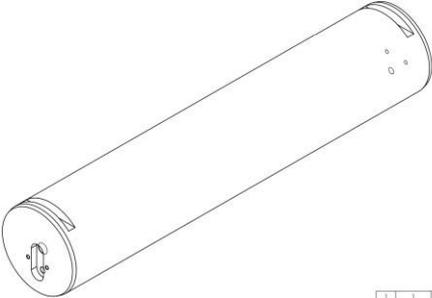
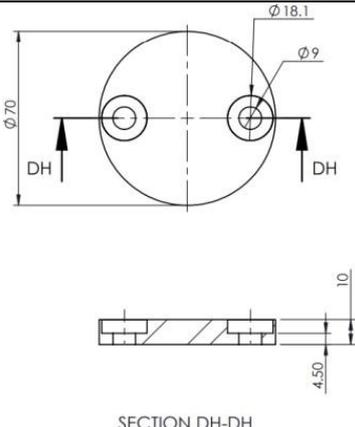


Gambar 5. 6 Drawing Grab Bucket Ship Unloader

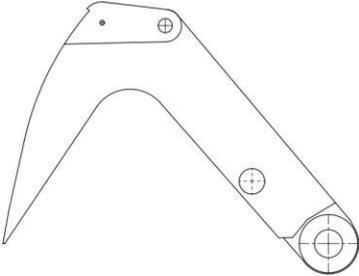
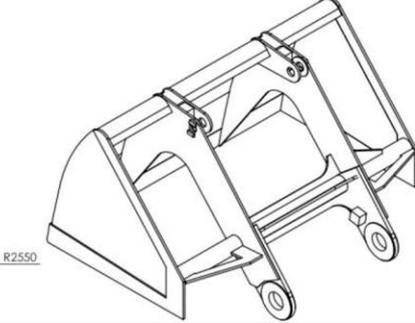
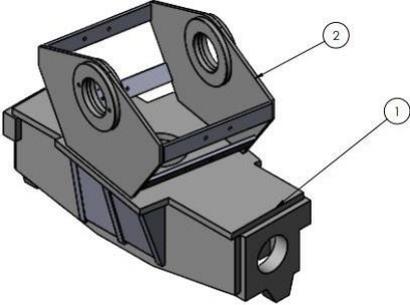
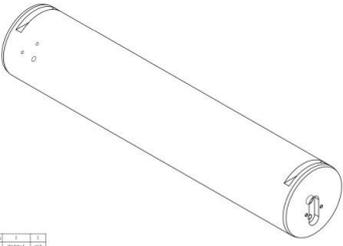
Tabel 5. 3 Komponen Grab Bucket dan Proses Manufaktur

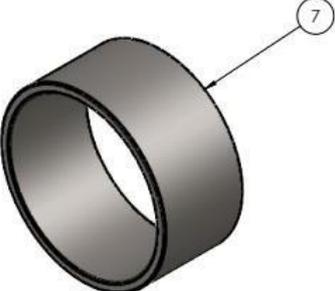
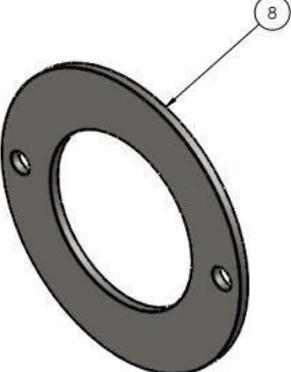
No	Deskripsi Komponen	Gambar	Material	Keterangan Proses Manufaktur
<b>Grab Head</b>				
1	Bush Top Polley Base		AISI 4340	Bubut

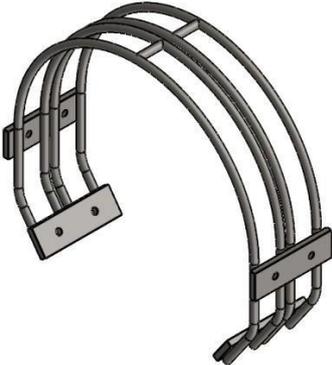
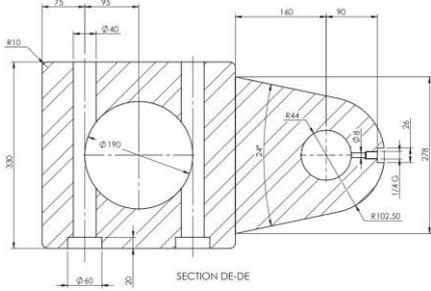
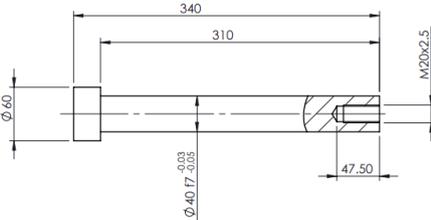
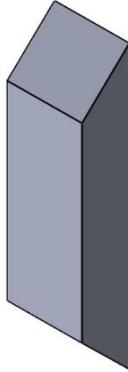
2	Top Pulley Base		JIS G3125	Machining, Assembly, Welding
3	Pulley Head		AISI 4130	Casting (Pihak eksternal)
4	Cover Pulley 1 Head		JIS G3125	CNC Turning
5	COVER Pulley 2 Head		JIS G3125	CNC Turning
6	Bush RL Head		S45C	Bubut

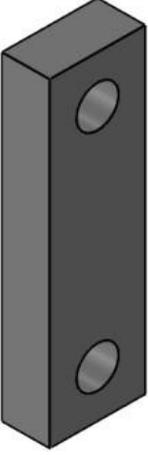
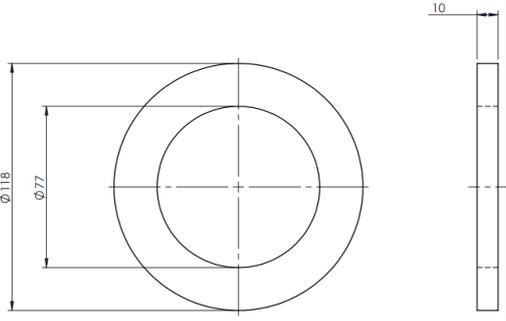
7	Bush Middle Head		S45C	Bubut
8	Blok Ring		S45C	CNC Miliing
9	Rope Protection Device		S45C	Bending (Pihak eksternal)
10	Axle Head		-	Pihak Ekstrenal
11	Nippel Cover		JIS G3125	CNC Tuning, Drilling

B		Pressure Rod		
1	Bushing Pressure Rod	<p>SECTION H-H</p>	AISI 4340	Machining, bubut
2	Pressure Rod	<p>SECTION H-H</p>	JIS G3125	Machining, Assembly, Welding
3	Pressure Rod Bottom		S45C	CNC Milling
4	Pressure Rod Top		S45C	Pihak Eksternal
C		Scoop		
1	Bracket		Wearplate	Machining, cutting

2	Bracket B		Wearplate	Machining, cutting
3	Bending Scoop		Wearplate	Bending (Pihak eksternal)
<b>D</b>	<b>Traverse with Sheave Box</b>			
1	Travers & Down Pulley Box		S45C	Cutting, Welding
2	Axle with Compensation Levers		AISI 4340	Machining bubut (pihak eksternal)
3	Pulley Grup Treavers		AISI 4130	Casting (pihak eksternal)

4	Cover Pulley 1 Traverse		JIS G3125	CNC Turning
5	Cover pulley 2 traverse		JIS G3125	CNC Turning
6	Bushing		AISI 4340	Machining (bubut)
7	Cover Bush		JIS G3125	CNC Turning, Drilling

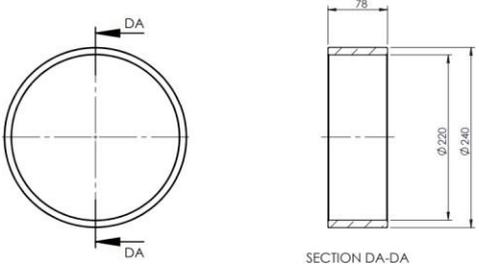
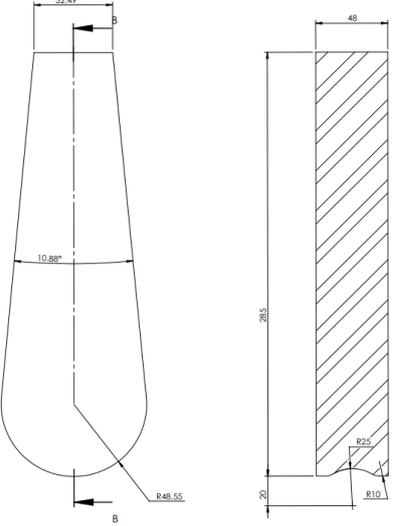
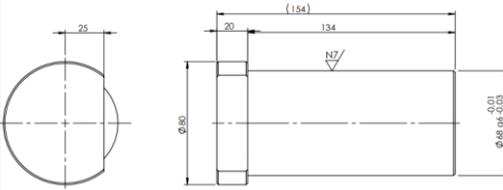
8	Rope protection		SC45	Pihak eksternal
9	Balance Block		Carbon Steel	Pihak Ekternal
10	Pin Balance block		-	CNC Turning
<b>E Grab Bucket</b>				
1	Stopper Head		S45C	CNC Milling

2	Gasket Head		S45C	CNC Milling
3	Axle Chain		AISI 4340	Bubut
4	Bush Axle Chain		S45C	CNC Turning

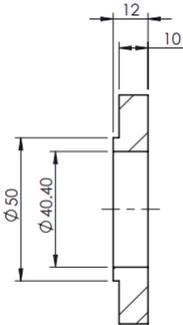
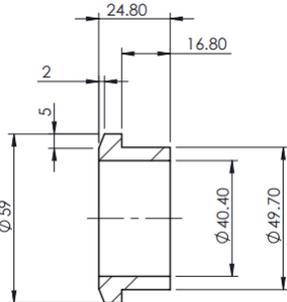
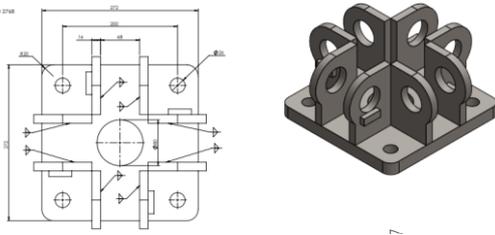


8	Axle Scoop Head		S45C	CNC Turning
9	Nipple Cover Axle Scoop-Rod		S45C	CNC Turning, drilling
10	Axle Scoop-Rod		AISI 4140	CNC Turning, Milling

11	Pin Axle Scoop-Rod		S45C	Bubut
12	Block Traverse		S45C	CNC Milling
13	Gasket Traverse		S45C	CNC Turning

14	Bushing Scoop 220x78		S45C	Bubut
<b>F</b> <b>Gasket Rope</b>				
1	Gasket Rope Wire Lock		Manganese Steel	Casting (Pihak ekternal)
2	Axle Gasket Rope		AISI 4340	CNC Turning

3	Gasket-gasket Rope		S45C	CNC Milling
4	Bush Gasket Rope		S45C	CNC Turning
<b>F Rope Guide Roller</b>				
1	Axle Roller		AISI 4340	CNC
2	Trolley		AISI 4340	CNC Turning

3	Ring Roller	 <p style="text-align: center;">SECTION CJ-CJ</p>	AISI 4340	CNC Turning
4	Bush Roller	 <p style="text-align: center;">SECTION CK-CK</p>	AISI 4340	CNC Turning
5	Rope Box		JIS G3125	Machining, welding

## 5.2.4 Bill Of Material (BOM) Grab Bucket Ship Unloader

Berikut merupakan *Bill Of Material* (BOM) penugasan Grab Bucket Ship Unloader di PT PLN PUSHARLIS Kota Surabaya dapat dilihat pada table 5.4

**Tabel 5. 4** *Bill Of Material* Grab Bucket

Bill of Material (BOM) Penugasan Grab Bucket PLTU XX							
No	Komponen	Sub Komponen	Material	Vol	Sat	Dimensi	
I.	Grab Bucket Ship Unloader	<b>Grab Head</b>					
		Bush Top Pulley Base	AISI 4340	8	Pcs	Ø 120 x 44 mm	
		Top Pulley Base	JIS G3125	1	Pc	1460 x 1306 mm	
		Pulley Head	AISI 4130	2	Pcs	Ø 922 x 144.5 mm	
		Cover Pulley 1 Head	JIS G3125	2	Pcs	Ø 460 x 16 mm	
		Cover Pulley 2 Head	JIS G3125	2	Pcs	Ø 460 x 24 mm	
		Bush RL Head	S45C	2	Pcs	Ø 190 x 153 mm	
		Bush Middle Head	S45C	1	Pc	Ø 190 x 100 mm	
		Blok Ring	S45C	2	Pcs	16X60X250 mm	
		Rope Protection Device	S45C	1	Pc	968 X 583	
		Axle Head		1	Pc	Ø 190 x 951 mm	
		Nippel Cover	JIS G3125	2	Pcs	Ø 70 x 10 mm	
		<b>Pressure Rod</b>					
		Bushing Pressure Rod	AISI 4340	4	Pcs	Ø 120 x 125 mm	
		Pressure Rod	JIS G3125	2	Pcs	4150 x 373 mm	
		Pressure Rod Bottom	S45C	2	Pcs	429.70 x 350,89 mm	
		Pressure Rod Top	S45C	2	Pcs	295 x 232 mm	
		<b>Scoop</b>					
		Bracket	Wearplate	2	Pcs	3039 x 2338 mm	
		Bracket B	Wearplate	2	Pcs	3040 x 2338 mm	
		Bending Scoop	Wearplate	2	Pcs	3900 x 2015.50 x 12 mm	
		<b>Traverse with Sheave Box</b>					
		Travers	S45C	1	Pc	1655 x 400 mm	
		Down Pulley Box	S45C	1	Pc	1070 x 770 mm	
		Axle with Compesation Levers	AISI 4340	1	Pc	Ø 190 x 785 mm	
		Pulley Grup Treavers	AISI 4130	2	Pcs	Ø 992 x 144.50 mm	
		Cover Pulley 1 Traverse	JIS G3125	1	Pc	Ø 460 x 16 mm	
		Cover Pulley 2 Traverse	JIS G3126	1	Pc	Ø 460 x 24 mm	
		Bushing	AISI 4340	2	Pcs	Ø 190 x 80 mm	
		Cover Bush	JIS G3125	2	Pcs	Ø 320 x 10 mm	
		Rope protection Device Traverse	SC45	1	Pc	Ø 25.40 x 925 R 505 mm	
		Balance Block	Carbon Steel	1	Pc	602 x 150 mm	
		Pin Balance Block		1	Pc	Ø 60 x 340 mm	
		<b>Grab Bucket</b>					
		Stopper Head	SC45	4	Pcs	230 x 60 mm	
		Gasket Head	SC45	4	Pcs	170 x 25 mm	
		Axle Chain	AISI 4340	1	Pc	Ø 100 x 451 mm	
		Bush Axle Chain	SC45	1	Pc	Ø 118 x 10 mm	
		Axle Head to Rod	SC45	1	Pc	Ø 140 x 235 mm	
		Nippel Cover Head to Rod	SC45	1	Pc	Ø 80 x 10 mm	
		Axle Scoop	AISI 4340	1	Pc	Ø 260 x 512 mm	
		Axle Scoop Head	SC45	1	Pc	Ø 260 x 52 mm	
		Nippel Cover Scoop to Rod	SC45	1	Pc	Ø 70 x 10 mm	
		Axle Scoop to Rod	AISI 4140	1	Pc	Ø 120 x 275 mm	
		Pin Axle Scoop to Rod	SC45	1	Pc	Ø 32 x 146 mm	
		Block Traverse	SC45	1	Pc	250 100 mm	
		Gasket Traverse	SC45	1	Pc	Ø 350 x 9 mm	
		Bushing Scoop 220x78	SC45	1	Pc	Ø 220 x 78 mm	
		<b>Gasket Rope</b>					
		Gasket Rope Wire Lock	Manganese Steel	1	Pc	285x52.49x48 mm	
		Axle Gasket Rope	AISI 4340	1	Pc	Ø 80 x 154 mm	
		Gasket-Gasket Rope	SC45	1	Pc	120 X 16 mm	
		Bush Gasket Rope	SC45	1	Pc	Ø 88 x 50 mm	
		<b>Rope Guide Roller</b>					
		Axle Roller	AISI 4340	4	Pcs	Ø 54.50 x 136 mm	
		Trolley	AISI 4340	4	Pcs	Ø 150 x 64 mm	
		Ring Roller	AISI 4340	8	Pcs	Ø 50 x 12 mm	
		Bush Roller	AISI 4340	4	Pcs	Ø 59 x 24.80 mm	
		Rope Box	JIS G3125	1	Pc	272 x 272 mm	

## 5.2.5 Penyusunan Daftar Kebutuhan Material/Jasa

Perencanaan Kebutuhan Bahan atau *Material Requirement Planning* (MRP) adalah suatu pendekatan sistematis yang digunakan dalam manajemen produksi untuk mengidentifikasi, menghitung, dan merencanakan kebutuhan bahan yang diperlukan untuk memenuhi permintaan produksi. Tujuannya adalah untuk memastikan ketersediaan bahan yang tepat, dalam jumlah yang tepat, dan pada waktu yang tepat, sehingga proses produksi berjalan dengan lancar dan efisien. Di PT PLN PUSHARLIS

Setelah penyusunan *drawing* telah selesai kemudian diterima oleh Supervisor Produksi Mekanikal/Elektrikal dan menyusun daftar kebutuhan material/jasa yang diperlukan untuk penugasan sesuai format Daftar Kebutuhan Material/Jasa (DKMJ). Berikut adalah penjelasan lebih rinci tentang perencanaan kebutuhan material/jasa untuk penugasan Grab Bucket.

#### A. Daftar Kebutuhan Material/Jasa (DKMJ) Material Utama

**Tabel 5. 5** Daftar Kebutuhan Material/Jasa (DKMJ) Material Utama

No : <b>DAFTAR KEBUTUHAN MATERIAL DAN JASA (DKMJ)</b>			No. Dokumen : Revisi : Tanggal : Halaman : 1 dari 1	
			QUANTITY	
No	NAMA BARANG/JASA	SPEKIFIKASI	VOLUME	SATUAN
<b>A</b>	<b>Material Utama</b>			
	<b>Wear Resistance Plate</b>			
1	Wear Resistance Plate (Scoop samping)	HB 500, uk 8 mm x 2,5 m x 6 m		lembar
2	Wear Resistance Plate (Scoop Bawah)	HB 500, uk 10 mm x 2,5 m x 6 m		lembar
3	Wear Resistance Plate (Siding Edge)	HB 500, uk 25 mm x 2 m x 6 m		lembar
<b>II</b>	<b>Carbon Steel</b>			
1	Rectangle Hollow	Mild Steel 50x50x5 mm x 6 meter		lonjor
2	Pipa Support Bracket (2 set)	ASTMA 106 Sch. 80 dia. 9"x6 meter		lonjor
<b>III</b>	<b>Round Bar ( RB ) AISI 4340</b>			
1	RB ( Pin Upper Arm ) set	Ø 150 x 280 mm		pcs
2	RB ( Axle Roller & Bush Roller )	Ø 70 x 140 mm		pcs
3	RB ( Pin Balance Block )	Ø 70 x 360 mm		pcs
4	RB ( Ring Roller )	Ø 85 x 300 mm		Lonjor
5	RB Axle Gasket Rope (pin & bush rope wedges)	Ø 90 x 200 mm		pcs
6	RB ( Bush Gasket Rope )	Ø 90 x 60 mm		pcs
7	RB Axle chain (Pin Chain )	Ø 120 x 520 mm		pcs
8	RB Axle Scoop - Rod (Pin Lower Arm set)	Ø 150 x 290 mm		pcs
9	RB Axle Head - Rod (Pin upper Arm set)	Ø 150 x 250 mm		pcs
10	RB ( Trolley / Roller )	Ø 155 x 110 mm		pcs
11	RB Axle Scoop (Pin Grab Body)	Ø 230 x 525 mm		pcs
12	RB Axle with compensatton leverse (Lower Sheave Shaft )	Ø190 x 780 mm		pcs
13	RB Axle Head (Upper Sheave Shaft )	Ø 190 x 950 mm		pcs
14	RB ( Bush RL - Head )	Ø 225 x 160 mm		pcs
15	RB ( Bush Midle - Head )	Ø 225 x 125 mm		pcs
<b>IV</b>	<b>Plate Bar ( PL ) S45C</b>			
1	PL ( Nipple Cover - Axle Scoop to Rod )	Ø 80 x 16 mm		pcs
2	PL ( Nipple Cover - Axle Head )	Ø 90 x 16 mm		pcs
7	PL ( Nipple Cover - Axle With Compensation Leverse )	160 x 90 x 12 mm		pcs
3	PL ( Cover Bush - Traverse )	Outer Ø 330, Inner Ø 180 x 16 mm		pcs

4	PL ( Gasket Traverse )	Outer Ø 360, Inner Ø 200 x 16 mm		pcs
5	PL ( Cover Pulley 1 )	Outer Ø 470, Inner Ø 180 x 20 mm		pcs
6	PL ( Cover Pulley 2 )	Outer Ø 470, Inner Ø 180 x 30 mm		pcs
8	PL ( Rib - Rope Box )	1500 x 3000 x 15 mm		pcs
13	PL ( Base - Rope Box )	1500 x 3000 x 24 mm		pcs
9	PL ( Gasket - Gasket Rope )	130 x 70 x 20 mm		pcs
10	PL ( Block Ring 16x60x250 )	250 x 60 x 20 mm		pcs
11	PL ( Gasket Head )	180 x 60 x 30 mm		pcs
12	PL ( Block Traverse )	260 x 110 x 40 mm		pcs
14	PL ( Stopper Head )	240 x 70 x 45 mm		pcs
15	PL ( Block Scoop )	210 x 180 x 60 mm		pcs
16	PL ( Gasket Rope Wire Lock )	300 x 1010 x 60 mm		pcs
17	PL ( Stopper Scoop )	160 x 160 x 120 mm		pcs
18	PL ( Pressure Rod Right Top )	450 x 360 x 135 mm		bh
19	PL ( Pressure Rod Right Bottom )*	310 x 250 x 110 mm		pcs
20	PL ( Pressure Rod Left Top )*	500 x 400 x 135 mm		pcs
21	PL ( Pressure Rod Left Bottom )*	310 x 250 x 110 mm		pcs
22	PL ( Balance Block )	600 x 330 x 140 mm		pcs
<b>V</b>	<b>Bearing</b>			
1	SKF NNF 5036 - 2LSNRV ( Pulley Group )	Bore Dia : 180 mm Outer Dia : 280 mm Width : 136 mm		pcs
2	SKF 32008 ( Trolley / Roller )	Bore Dia : 40 mm Outer Dia : 68 mm Width : 19 mm		pcs
3	Lubront Graphite ( Bush_Grab Body Scoop)	<b>Outer Ø 225,5, Inner Ø 205 x 75 mm</b>		pcs
4	Bronze ( Bhusing Traverse 190x80 )	Outer Ø 215, Inner Ø 190 x 80 mm		pcs
5	Lubront Graphite ( Bush_Arm)	Outer Ø 140, Inner Ø 120,50 x 121 mm		pcs

## B. Daftar Kebutuhan Material/Jasa (DKMJ) Material Bantu

**Tabel 5. 6** Daftar Kebutuhan Material/Jasa (DKMJ) Material Bantu

No	NAMA BARANG/JASA	SPESIFIKASI	QUANTITY	
			VOLUME	SATUAN
<b>A</b>	<b>Material Bantu</b>			
1	Mata Bor	HSS ø 8mm		pcs
2	Mata Bor	HSS ø 10 x 400 mm		pcs
3	Mata Bor	HSS ø 17mm		pcs
4	Mata Bor	Carbide ø 25mm		pcs
5	Name Plate & Pin	230 x 170 x 3 mm		Set
6	Insert	APMT113508PDTR-YG602		box
7	Insert	TNMG 160404 - TF		box
8	Insert	CNMG 160408 - TF		box
9	Insert	CCMT 09T304-F1, TP2501		box
10	Insert	VNMG 160404-HS		box
11	Insert	LPHT 060310TR-MO6, F40M		box
12	Insert	LOEX080408TR-M08, F40M		box
13	Endmill	ø20/200 mm (Solid Carbide), 4 Flute		pcs
14	Endmill	ø16/200 mm (Solid Carbide), 4 Flute		pcs
	<b>Assy Grab Head</b>			
1	Plate Washer M24	JIS B 1251 No.2 24		bh
2	Hexbolt M24x80	DIN 6914 - M24 x 80 x 34-N (grade 8.8)		bh
3	Nipple PT 1/4"	Lubricating Nipple PT 1/4"		bh
4	Plate Washer M20	JIS B 1256 Small circular 20		bh
5	Spring Washer M20	JIS B 1251 No.2 20		bh
6	Hex Screw M20	B18.2.3.2M screw, M20 x 2.5 x 50 --50WN		bh
7	Washer M8	JIS B 1251 No.2 8		bh
8	Bolt L M8	JIS B 1176 M8 x 20 (20) -N		bh
	<b>Assy Rope Guide Box</b>			
1	Snap Ring (2 set)	B27.7M - 3BM1-68		bh
2	Lock Washer	GB_FASTENER_WASHER_NWF RN 35		bh
3	Lock Nut	DIN 1804 - M35x1.5 - N		bh
4	Nipple PT 1/4"	Lubricating Nipple PT 1/4"		bh
	<b>Assy Traverse Box</b>			
1	Nipple PT 1/4"	Lubricating Nipple PT 1/4"		bh
2	HexBolt M20 x 50	DIN 6914 - M20 x 50 x 31-N		bh
3	Plain Washer M24	B18.22M - Plain washer, 24 mm, narrow		bh
4	HexBolt M24 x 70	DIN 6914 - M24 x 70 x 34-N		bh
5	HexBolt M8 x 20	JIS B 1176 M8 x 20 (20) -		bh
6	Spring Washer	JIS B 1251 No.2 8		bh
	<b>Assy Traverse Box</b>			
1	Lubricating Nipple PT 1/4"			bh
2	Pin Balance Block			bh
3	Washer Pin Gasket Rope			bh
4	HexBolt M20 x 50	DIN 6914 - M20 x 50 x 31-N		bh
5	Plain Washer M24	B18.22M - Plain washer, 24 mm, narrow		bh
6	HexBolt M24 x 70	DIN 6914 - M24 x 70 x 34-N		bh
7	HexBolt M8 x 20	JIS B 1176 M8 x 20 (20) -		bh
8	Spring Washer	JIS B 1251 No.2 8		bh

C. Daftar Kebutuhan Material/Jasa (DKMJ) Jasa

**Tabel 5. 7** Daftar Kebutuhan Material/Jasa (DKMJ) Jasa

No	NAMA BARANG/JASA	SPESIFIKASI	QUANTITY	
			VOLUME	SATUAN
<b>A</b>	<b>Jasa Jasa</b>			
I	Assy Grab Head			
1	Machining			
	- Axle Head To Rod	AISI 4340		Pcs
	- Nipple Cover - Axle Head To Rod	Carbon Steel		Pcs
	- Axle Head	AISI 4340		Pcs
	- Axle Chain	AISI 4340		Pcs
	- Bush Axle Chain	Carbon Steel		Pcs
	- Trolley / Roller	AISI 4340		Pcs
	- Bush RL_Head	Carbon Steel		Pcs
	- Bush Middle_Head	Carbon Steel		Pcs
	- Side Bush Head Rod	AISI 4340		Pcs
	- Cover A	AISI 4130		Pcs
	- Cover B	AISI 4130		Pcs
	- Stopper Axle Head	Carbon Steel		Pcs
2	Casting			
	- Casting Pully Group Head	AISI 4130		unit
3	Roll dan Bending			
	- Rope Protection	Carbon Steel		Unit
II	Assy Traverse With Sheaves Box			
1	Machining			
	- Axle With Compensation Levers	AISI 4340		Pcs
	- Side Bush Axle Traverse	AISI 4340		Pcs
	- Cover A	AISI 4130		Pcs
	- Cover B	AISI 4130		Pcs
	- Balance Block	Carbon Steel		Pcs
	- Pin Balance Block	Carbon Steel		Pcs
	- Gasket Axle Traverse	Carbon Steel		Pcs
	- Bush Gasket Rop	AISI 4340		Pcs
2	Casting			
	- Pully Group Traverse	AISI 4130		unit
	- Gasket Rope + Gasket Rope Wire	AISI 1045		unit
3	Roll dan Bending			
	- Rope Protection	Carbon Steel		Unit
III	Assy Scoop			
1	Machining			
	- Axle Scoop To Rod	AISI 4340		Pcs
	- Nipple Cover - Axle Scoop To Rod	Carbon Steel		Pcs
	- Pin - Axle Scoop To Rod	AISI 4340		Pcs
	- Axle Scoop	AISI 4340		Pcs
	- Block	Carbon Steel		Pcs
	- Stoooper Scoop	Carbon Steel		Pcs
2	Roll dan Bending			
	- Scoop	HB 500 Tebal 12 mm		lot
IV	Assy Pressure Rod			
1	Machining			
	- Pressure Rod Right Top	Carbon Steel S45C		buah
	- Pressure Rod Right Bottom	Carbon Steel S45C		buah
	- Pressure Rod Left Top	Carbon Steel S45C		buah
	- Pressure Rod Left Bottom	Carbon Steel S45C		buah
V	Assembly			
	Overall Assembly Grab Bucket	-		lot

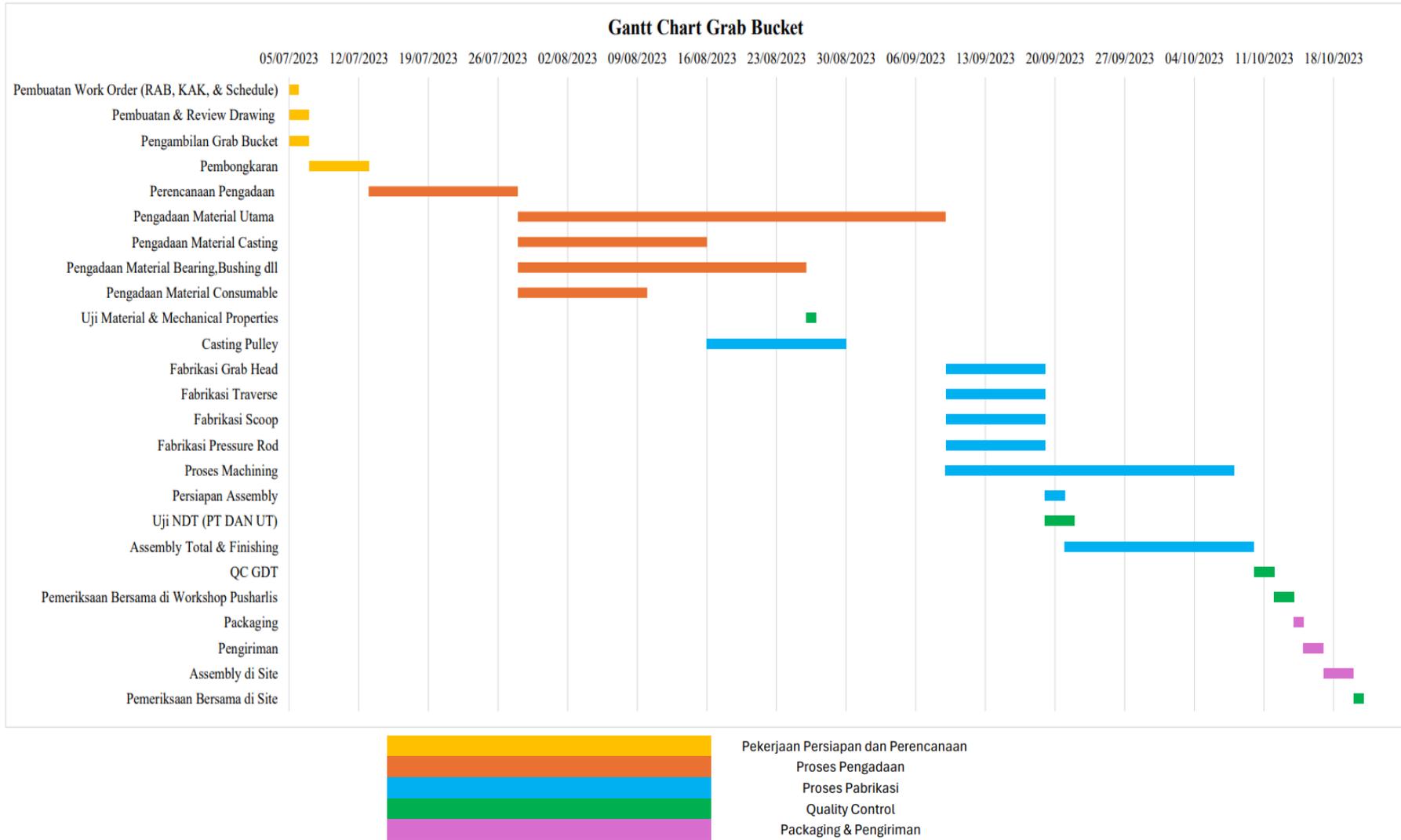
### 5.2.6 Membuat Jadwal Pekerjaan

Pada PT PLN PUSHARLIS, Manager Bagian Produksi yang melakukan pembuatan detail jadwal pekerjaan untuk setiap penugasan. Pada setiap *task* terdapat durasi pengerjaan yang telah ditentukan sesuai dengan kesepakatan. Pada *schedule* penugasan Grab Bucket dimulai dari pekerjaan persiapan dan perencanaan yang meliputi: pembuatan *Work Order* (RAB, KAK, dan *Schedule*), pengambilan Grab Bucket, pembuatan dan review *drawing*, pembongkaran, dan perencanaan pengadaan. Kemudian proses pengadaan yang meliputi: pengadaan material utama, material *casting*, material *bearing*, *bushing*, dan material *consumable*. Setelah material *ready* di *Workshop* kemudian dilakukan uji komposisi/*material properties* dari material dengan tujuan untuk mengetahui apakah barang yang dipesan sudah sesuai dengan yang dibutuhkan. Selanjutnya proses fabrikasi, dimana meliputi proses fabrikasi part utama, proses *casting*, *machining part*, dan proses *Assembly*. Pada proses *Assembly* dilakukan pengecekan yaitu dengan QC *Geometric Dimensioning and Tolerancing* (GDT) dan Uji NDT. Setelah lolos pengecekan oleh pihak QC, kemudian dilakukan pemeriksaan bersama di *Workshop* PT PUSHARLIS. Kemudian dilakukan *packing* dan pengiriman ke *site*, setelah sampai di *site* dilakukan *Assembly* Grab Bucket dan dilakukan pemeriksaan bersama dengan customer / *Accept Customer Test* (ACT).

Setelah dibuat jadwal pekerjaan (*schedule*) kemudian di upload ke AMP. AMP (Aplikasi Manajemen Penugasan) adalah aplikasi yang digunakan untuk perencanaan dan monitoring progress pekerjaan. Meliputi proses:

- a. Pembuatan penugasan *internal*
- b. Alokasi *Work Breakdown Structure* (WBS) penugasan
- c. Penjadwalan (*schedulling*) pekerjaan
- d. Update Progress Penugasan
- e. Perhitungan Tingkat utilisasi mesin/ *Over Equipment Effectiveness* (OEE) yang meliputi 3 matriks antara lain:
  - *Availability*: rasio jumlah jam operasi mesin, dibandingkan total potensi jam operasi normal; sumber data jumlah durasi proses produksi pada laporan harian seluruh penugasan pada bulan berjalan untuk mesin yang digunakan (sesuai kode mesin).
  - *Performance*: adalah rasio *actual duration* proses pekerjaan, dibandingkan *planned duration* proses pekerjaan s-curve terakhir pada bulan berjalan; sumber data: laporan harian atau s-curve pekerjaan
  - *Quality*: adalah *rasio good product*, dibandingkan total product; sumber data : total product dikurangi *product defect* pada bulan berjalan untuk mesin yang digunakan (sesuai kode mesin)

Berikut *Schedule* untuk pembuatan Grab Bucket dalam bentuk Gantt Chart dapat dilihat pada gambar 5.7



**Gambar 5. 7** Gantt Chart Grab Bucket Ship Unloader

Berikut tabel 5.8 menunjukkan Aplikasi Manajemen Penugasan (AMP) untuk penugasan Grab Bucket yang digunakan untuk perencanaan dan *monitoring progress* pekerjaan

**Tabel 5. 8** Aplikasi Manajemen Penugasan (AMP) Grab Bucket Ship Unloader

Unit	Progress	Task	Partname	Duration	Start	Finish	Check
		<b>Pembuatan Grab Bucket Ship Unloader</b>		<b>113 days</b>	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
		<b>Pekerjaan Persiapan dan Perencanaan</b>		<b>24 days</b>	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Pembuatan & Review Drawing		3 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Pengambilan Grab Bucket		3 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Pembuatan Work Order (RAB, KAK, & Schedule)		2 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Pembongkaran		7 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Perencanaan Pengadaan		15 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
		<b>Proses Pengadaan</b>		<b>45 days</b>	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Pengadaan Material Utama		45 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Pengadaan Material Casting		20 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Pengadaan Material Bearing,Bushing dll		30 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Pengadaan Material Consumable		14 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
		<b>Proses Pabrikasi</b>		<b>57 days</b>	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
		<b>Proses Pabrikasi Part Utama</b>		<b>10 days</b>	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Fabrikasi Grab Head		10 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Fabrikasi Traverse		10 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Fabrikasi Scoop		10 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Fabrikasi Pressure Rod		10 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
		<b>Proses Casting</b>		<b>20 days</b>	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Casting Pulley		15 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Finishing		5 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
		<b>Machining Part</b>		<b>30 days</b>	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Proses Machining		30 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
		<b>Proses Assembly</b>		<b>22 days</b>	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Persiapan Assembly		2 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Assembly Total & Finishing		20 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
		<b>Quality Control</b>		<b>59 days</b>	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	QC GDT		2 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Uji Material & Mechanical Properties		2 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Uji NDT (PT DAN UT)		3 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Pemeriksaan Bersama di Workshop Pusharlis		2 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Pemeriksaan Bersama di Site		1 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
		<b>Packaging &amp; Pengiriman</b>		<b>6 days</b>	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Packaging		1 day	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Pengiriman		2 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y
	0%	Assembly di Site		3 days	dd/mm/yy	dd/mm/yy	N / Y



BIAYA LANGSUNG - JASA											
PROSES FABRIKASI											
59	Jasa Bending		lot	-	-	Analisa			-	-	
60	Jasa Casting		lot	-	-	Analisa			-	-	
61	Jasa Machininng		lot	-	-	Analisa			-	-	
JUMLAH PROSES FABRIKASI									-	-	
TENAGA KERJA											
62	Supervisi		HO	-	-	Estimasi			-	-	
63	Welder		HO	-	-	Estimasi			-	-	
64	Fitter		HO	-	-	Estimasi			-	-	
65	Helper		HO	-	-	Estimasi			-	-	
JUMLAH TENAGA KERJA									-	-	
TOTAL BIAYA LANGSUNG - JASA									-	-	
TOTAL BIAYA LANGSUNG - MATERIAL + JASA									-	-	
C. OVERHEAD / BIAYA TIDAK LANGSUNG											
I. PERSIAPAN PEKERJAAN											
66	SPPD 2 orang x 2 hari		HO								
67	Transportasi darat										
68	Driver dan BBM										
69	Perlengkapan K3		Lot								
70	Konsumsi Witness		Lot								
JUMLAH PERSIAPAN PEKERJAAN									-	-	
II. LISTRIK, AIR DAN SEJENIS											
71	Pemakaian konsumsi listrik untuk mesin produksi		kWh								
72	Air dan sanitasi		m <sup>3</sup>								
JUMLAH LISTRIK & AIR									-	-	
III. PACKAGING & PENGIRIMAN											
73	Packaging & Pengiriman		lot								
74	Driver dan BBM										
JUMLAH PACKAGING & PENGIRIMAN									-	-	
IV. ADMINISTRASI DAN SUPERVISI											
75	Administrasi (BAPP & BASTP)										
76	SPPD 1 orang x 4 hari (BAPP)		HO								
77	Penginapan (1 orang x 1 malam)		Hari								
78	Transportasi Surabaya - Aceh (PP)		Trip								
79	Driver dan BBM		Hari								
80	SPPD 1 orang x 4 hari (BASTP)		HO								
81	Penginapan (1 orang x 3 malam)		Hari								
82	Transportasi Surabaya - Aceh (PP)		Trip								
83	Driver dan BBM		Hari								
84	Dokumen		Lot								
JUMLAH ADMINISTRASI DAN SUPERVISI									-	-	
TOTAL BIAYA - OVERHEAD									-	-	
TOTAL BIAYA									-	-	
Terbilang : Satu Milyar Tiga Ratus Delapan Puluh Dua Juta Empat Ratus Tujuh Puluh Tujuh Ribu Rupiah							TOTAL BIAYA + PPN 11%		1.382.477.000,00		

### 5.2.8 Proses Pengadaan Material/Jasa

Proses pengadaan material dan jasa dilaksanakan oleh Pejabat Pelaksana Pengadaan apabila harus menerbitkan PO/SPK/Kontrak/Perjanjian/SPBJ, sedangkan bila pengadaan langsung dengan kwitansi dapat dilaksanakan oleh bagian produksi. *Supply Chain Management* (SCM) berperan dalam pengendalian material atau jasa penyedia, melakukan input data realisasi biaya *accrual* berdasarkan data SPK atau Surat Perjanjian dengan pihak ketiga, dan SPPD berkaitan dengan pekerjaan ke AMP (Aplikasi Manajemen Penugasan).

### 5.2.9 Proses Pengendalian Kualitas (QC)

Tahapan proses *Quality Control* (QC) dilaksanakan sesuai dengan *Inspection Test Plan* (ITP) dimulai dengan pemeriksaan material utama (*incoming QC*). Selanjutnya pemeriksaan proses produksi (*inprocess QC*) dilaksanakan dari mulai produksi hingga menghasilkan produk jadi. Setelah proses produksi selesai selanjutnya diterbitkan *Final QC Report* oleh pengendalian produksi di bawah Manager Bagian Produksi yang akan dilakukan validasi oleh QA Kantor Induk. Selanjutnya jika hasil validasi *Final QC Report* dinyatakan lulus kualitas maka proses dapat dilanjutkan ke proses *Customer Acceptance Test*.

### 5.2.10 Monitoring Pekerjaan

Pada proses pelaksanaan *Work Order* (WO) Sub bagian produksi mekanikal/elektrikal melakukan *register* untuk memulai pekerjaan dengan menyertakan mesin yang digunakan, melakukan monitoring pekerjaan jasa yang dilaksanakan di *Workshop* eksternal maupun jasa di lokasi proyek, dan melakukan *update progress*

pekerjaan setiap hari di AMP (Aplikasi Manajemen Penugasan). Kemudian Supervisor Produksi Mekanikal/Elektrikal melakukan *approval progress* pekerjaan yang telah dilaksanakan setiap hari.

Manager Bagian Produksi melakukan *monitoring* progres pekerjaan *leading* atau *lagging* dan melakukan penyesuaian target penyelesaian penugasan sesuai kondisi pekerjaan. Selain itu Manager Bagian Produksi melakukan *review* terhadap progres pekerjaan dan realisasi biaya di AMP (Aplikasi Manajemen Penugasan), menyusun laporan bulanan progress kepada pemberi penugasan, melakukan evaluasi terhadap OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), melakukan review kendala kualitas produk dan metode optimalisasi mesin produksi.

#### **5.2.11 Finalisasi Pekerjaan**

Setelah proses produksi selesai, produk dilakukan *packaging* dengan dilengkapi *packing list* dan dilakukan pengiriman ke lokasi pemberi tugas. Sub Bagian Produksi Mekanikal/Elektrikal melakukan *update progress finish* di AMP (Aplikasi Manajemen Penugasan). Supervisor Produksi Mekanikal/Elektrikal menyerahkan *Work Order* ke Manager Bagian Produksi untuk melakukan *review* yang kemudian dilaksanakan *approval* penutupan *Work Order* oleh Manager Bagian Produksi.

### **5.3 Sistem *Quality Control* PT PLN PUSHARLIS**

Sistem *Quality Control* dilakukan untuk menjaga mutu dan kualitas suatu barang produksi. Pada PT PLN PUSHARLIS pengecekan mutu dilakukan dalam 4 tahap, yaitu *incoming inspection test*, *middle inspection test*, *final inspection test*, dan *accept user test*. Dimulai dari langkah awal pada saat inspeksi raw material hingga produk jadi yang menjalani berbagai proses *quality control*. Untuk mempertahankan mutu dari setiap produk yang dibuat, PT PLN PUSHARLIS selalu berkomitmen untuk mengurangi cacat pada setiap penugasan yang dijalankan. Mulai dari proses pengadaan bahan baku, perencanaan produksi, proses produksi, hingga produk sampai ke tangan *Customer* harus terkontrol dengan baik.

Pada setiap prosedur inspeksi memiliki standard kesesuaian produk tersendiri. Standard akan ditetapkan pada setiap proses pengecekan quality dengan mempertimbangkan *request* dari *customer*. Standard yang digunakan di PT PLN PUSHARLIS adalah standard ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) khususnya Article 6 Liquid Penetrant Examination ASME BPVC Section V – 2017 dan Standard Practice For Liquid Penetrant Examination For General Industry SE-165/SE-165M.

Standard ini harus bisa terpenuhi untuk bisa lanjut ke tahap produksi selanjutnya. Adapun 3 kemungkinan keadaan jika standard tidak terpenuhi diantaranya yaitu *reject*, *repair*, dan *us as is*. *Reject* menandakan proses produksi tidak dapat ke tahap selanjutnya dan diharuskan dilakukan penggantian yang sesuai standart. *Repair* menandakan proses produksi masih bisa dibenahi agar sesuai standart yang ada untuk bisa ke tahap produksi selanjutnya. Sedangkan untuk *Us as is* menandakan bahwa hasil produksi tidak sesuai standart yang ada. Namun, masih bisa untuk diambil tindakan lanjut dengan berbagai pertimbangan proses produksi yang ada. Semua, hasil *quality control* disini akan tercatat dalam sebuah MDR (*Manufacturing Data Report*) yang akan diserahkan juga ke Customer

#### 5.4 Proses Inspeksi Hasil Fabrikasi Pengelasan

Guna menjamin mutu dari hasil fabrikasi pengelasan yang umumnya dapat dikatakan proses utama dari proses produksi *Grab Bucket*, PT PLN PUSHARLIS mempunyai spesifikasi tersendiri untuk hasil fabrikasi pengelasan. Semua diatur dalam setiap dokumen produksi yang mempunyai aturan tersendiri. Aturan dibuat pada saat nanti sebelum proses fabrikasi pengelasan hingga nanti pasca hasil fabrikasi pengelasan.

Saat sebelum proses *welding* dilakukan, dalam dokumen *Inspection and Test Procedure* dimuat beberapa hal persiapan sebelum proses *welding* dilakukan. Yaitu proses *beveling* dari plat, dan komponen *Grab Bucket* lain lainnya. *Beveling* dilakukan sebagai alur las yang akan digunakan untuk proses pengelasan pada plat dan komponen lain pada *Grab Bucket*. Dalam prosedurnya juga dijelaskan bahwa *bevels* sudah rata dengan adanya proses *grinding*. Setiap *cutting* dari proses persiapan material harus bebas secara inspeksi. Terutama yang diperhatikan jarak antar *bevel* yang membentuk sudut yang sudah tertera dan merujuk pada WPS (*Welding Procedure Specification*) dan PQR (*Procedure Qualification Record*)

*Bevel* bebas dari retak takik, cacat atau kerusakan lainnya. Ketika sebuah pemotong termal diterapkan pada suatu proses pemotongan persiapan tepi, permukaan harus digerinda kembali menjadi logam yang rata. Bentuk dan dimensi tepi harus sesuai secara visual dan dimensi dengan gambar fabrikasi untuk bisa lanjut ke proses selanjutnya. Permukaan dari *groove* harus benar – benar dipastikan bersih dari segala kotoran seperti adanya korosi, debu, dan kontaminan lainnya.

Pengelasan yang dilakukan harus sesuai dengan WPS yang telah disetujui dari pihak *Customer*. Setelah semua proses selesai proses pengelasan bisa dilakukan. Pengelasan yang dilakukan harus sesuai dengan WPS (*Welding Procedure Specification*) dan PQR (*Procedure Qualification Record*) yang telah disetujui dari pihak *Customer*. WPS adalah dokumen yang berisikan berbagai parameter pengelasan yang digunakan acuan oleh welder dalam melakukan proses pengelasan. Sedangkan PQR adalah data rekaman hasil pengujian pengelasan yang telah dilaksanakan berdasarkan WPS. Proses selanjutnya dari hasil fabrikasi pengelasan adalah memeriksa adanya kecacatan dan defect yang terjadi sambungan. Proses yang dilakukan yaitu dengan *Non Destructive Test*.

#### 5.5 Metode Penetrant Test

*Penetrant Test* salah satu pengujian *Non-Destructive Test* (NDT) dengan cara merembeskan suatu fluida cair (*liquid penetrant*) ke material tersebut untuk mengetahui apakah ada cacat permukaan (*surface defect*) atau tidak pada suatu material. Teknik *penetrant test* ini berdasarkan pada kemampuan cairan melakukan aksi kapilaritas. Kapilaritas bertanggung jawab terhadap masuk dan keluarnya cairan *penetrant* dari dan ke dalam diskontinuitas. Sifat diskontinuitas yang terletak dibawah permukaan pada satu tahapan produksi dapat terbuka ke permukaan pada tahapan lainnya seperti akibat dari penggerindaan dan permesinan. Agar dapat terlihat, cairan *penetrant* diberi pewarna merah yang dapat dilihat dengan cahaya biasa atau pewarna *fluorescent* yang dapat dilihat dengan cahaya ultraviolet. Tiga cairan yang digunakan sebagai pendukung prosesnya diantaranya adalah *Cleaner*, *Penetrant*, dan *Developer*. Metode ini dapat digunakan di hampir semua jenis material dengan kriteria tidak terlalu kasar dan tidak

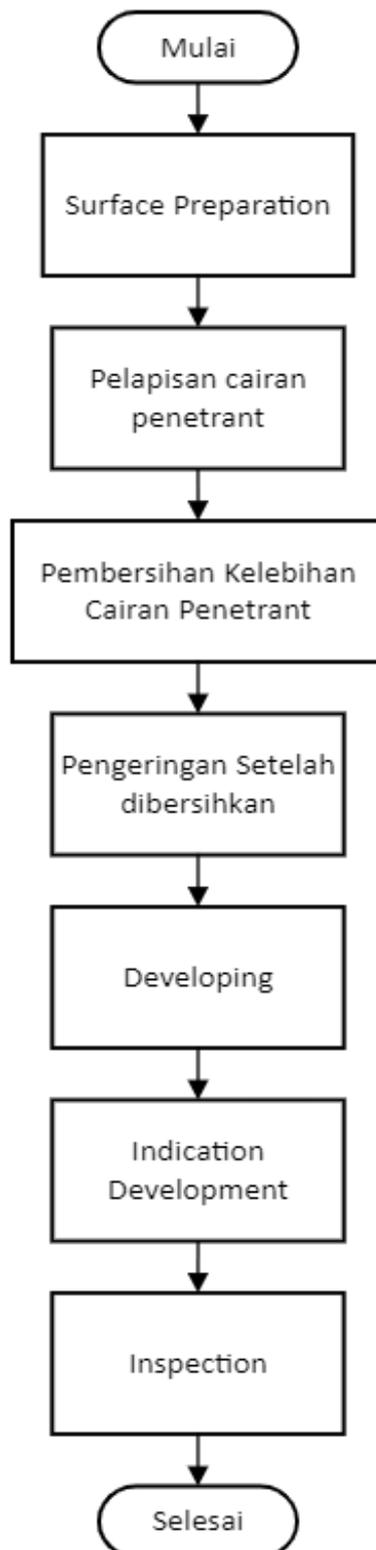
keropos. Biasa digunakan pada hasil kerja pengelasan, pengecoran, dan retak permukaan.

Dalam praktek penetrant test ada dua metoda dalam pelaksanaannya yaitu *visible (non-fluorescent)* dan *fluorescent*. Kemudian dipecah lagi berdasarkan sistem penetrant yang dipakai baik dari segi proses penetrasi dan proses pembersihan setelah diberi cairan penetrant. Untuk metoda *visible (non-fluorescent)* proses untuk melihat indikasi cacat dilakukan diluar ruang terbuka pada cahaya matahari dengan standar 1000 lux. Sedangkan untuk *fluorescent* dilakukan didalam ruangan yang terpapar sinar UV dengan standar cahaya 1000  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ .

Pada PT PLN PUSHARLIS, penetrant test banyak digunakan sebagai opsi dalam pengecekan cacat pada hasil kerja pengelasan. Biasa digunakan pada semua komponen yang di lakukan pengelasan. Metode ini dipilih dengan pertimbangan bahwa metode ini cepat untuk dilakukan dan hasil yang langsung menunjukkan adanya cacat. Sehingga akan langsung dilakukan *action repair*.

### 5.5.1 Diagram Alir *Penetrant Test*

Metode yang akan dilakukan dalam proses *penetrant test* dapat dilihat pada diagram alir berikut:



**Gambar 5. 8** Diagram Alir *Penetrant Test*

### 5.5.2 Surface Preparation

Sebelum benda uji dipakai untuk pengecekan cacat dengan metoda penetrant test dilakukan yang namanya proses pre-cleaning. Tujuannya untuk mempersiapkan agar permukaan benda uji bersih dari kotoran yang mungkin menyumbat celah/cacat atau mengganggu proses penetrasi serta menghilangkan kontaminan yang mungkin ada dipermukaan benda uji. Pembersihan permukaan sangat penting dalam pengujian cairan penetrant karena, jika spesimen tidak bersih secara fisika dan kimia, pengujian penetrant menjadi tidak efektif. Pengujian cairan penetrant bergantung pada kemampuan penetrant untuk menyusup ke dalam cacat permukaan. Semua cat, karbon, oli, pernis, oksida, lapisan, air, kotoran dan cat sejenisnya harus dihilangkan sebelum aplikasi penetrant. *Pre-cleaning* dapat dilakukan dengan menggunakan cairan pembersih atau cleaner (SKC-S) atau dengan menggunakan thinner. Untuk benda yang memiliki kerak dapat dibersihkan dengan cara *pickling* yaitu dengan cara pemberian larutan asam atau basa yang tidak bersifat korosif. Larutan dengan inhibitor asam biasanya digunakan pada suhu ruangan dengan konsentrasi 2-3%. Setelah permukaan bersih benda uji dikeringkan sehingga tidak ada air atau solven yang tertinggal didalam cacat/celah atau menutup celah. Karena bila celah tertutup atau berisi air atau *solven*, maka zat tersebut akan menghalangi masuknya cairan penetrant kedalam celah atau cacat.

Cara pembersihan permukaan dengan menggunakan *solvent* yaitu dilakukan dengan pencelupan, penyemprotan, penyikatan, atau pengusapan. Pada PT PLN PUSHARLIS untuk pengaplikasian cairan solvent/cleaner menggunakan Teknik penyemprotan. Pembersihan dengan solvent merupakan proses yang umum digunakan untuk pemeriksaan setempat.



**Gambar 5. 9** Proses *Surface Preparation*

Solvent pembersih hanya untuk menghilangkan kotoran organik dan tidak direkomendasikan untuk menghilangkan karat dan kerak, *flux* pengelasan, atau percikan las. Cairan *solvent* contohnya minyak tanah, thinner cat, alkohol, *benzol*, dan *trichloroethylene*. Jika ingin membersihkan permukaan yang terdapat karat dan kerak dapat menggunakan larutan penghilang kerak (basa atau asam), larutan *pickling* (asam), dan kadang kala sikat baja digunakan untuk menghilangkan karat dan kerak permukaan.

Penyikatan dilakukan dengan tekanan rendah untuk mencegah penutupan atau pengisian diskontinuitas permukaan oleh gram.

### 5.5.3 Pelapisan cairan *Penetrant*

Setelah benda uji menjadi bersih dan kering, cairan penetrant yang berwarna merah dapat dilapisi ke permukaan benda uji dengan cara menyemprotkan, dikuas, mengalirkannya pada benda uji atau benda uji dicelupkan ke dalam cairan penetrant. Kemudian proses agar cairan penetrant masuk ke celah cacat tergantung metoda uji dan proses fabrikasinya (*dwell time*).



**Gambar 5. 10** Proses *Penetrant Application*

Cairan penetrant yang dipakai di dalam NDT dapat dikategorikan berdasarkan jenis zat pewarna yang ditambahkan. Adapun jenis cairan penetran

1. *Visible penetrants* atau *color contrast*, mengandung zat pewarna merah yang tampak jelas dibawah kondisi pencahayaan normal.
2. *Fluorescent penetrants* atau *brightness contrast* mengandung zat pewarna fluorescent (hijau-kuning) yang akan memancarkan Cahaya tampak apabila dilihat dengan lampu ultraviolet
3. *Dual sensitivity penetrants*, mengandung kombinasi kedua zat pewarna, *visible dan fluorescent*. Kombinasi ini memungkinkan pengujian penetrant dilakukan di bawah Cahaya biasa dan indikasi yang meragukan diperiksa di bawah Cahaya ultraviolet

Cairan Penetrant dikelompokkan lebih lanjut berdasarkan proses pembersihan sisa penetrant dari permukaan spesimen.

1. *Water-washable penetrants*, mengandung zat pengemulsi atau dapat dibilas dengan air
2. *Post-emulsifiable penetrants*, memerlukan pengemulsi terpisah untuk menjadikan penetrant dapat dibilas dengan air.
3. *Solvent removable penerants*, harus dibersihkan dengan *solvent* khusus jika menggunakan *penetrant visible* dalam kaleng bertekanan

#### 5.5.4 Pembersihan Kelebihan Cairan *Penetrant*

Hanya bagian kecil penetrant dapat masuk ke dalam cacat. Setelah benda uji dilapisi dalam waktu Penetrasi yang cukup dan dikeringkan (*dwell time*), sisa penetrant yang terdapat dipermukaan benda uji harus dibersihkan sehingga hanya cairan penetrant yang berada dalam celah saja yang tertinggal dalam benda uji. Cara pembersihan tergantung sistem cairan penetrant yang dipakai.



**Gambar 5. 11** Proses *Excess Penetrant Removal*

#### 5.5.5 Pengeringan Setelah dibersihkan

Pengeringan setelah dibersihkan dimaksudkan untuk membuang sisa pembersih yang mungkin masih menempel pada permukaan benda uji. Pengeringan dilakukan dengan cara mengalirkan atau menyemprotkan udara kering yang panasnya antara 80° - 90° atau lebih rendah. Umumnya suhu benda uji tidak boleh melebihi 65°C. Pada praktek kali ini menggunakan *dryer* sebagai alat pengering

#### 5.5.6 *Developing*

*Developer* berfungsi menyedot cairan *penetrant* yang terdapat dalam celah sehingga akan menimbulkan indikasi pada lapisan *developer*. Indikasi ini akan menunjukkan adanya cacat.



**Gambar 5. 12** Proses *Developer Application*

Ada tiga macam *developer*:

1. *Developer* basah Berupa serbuk kering yang dilarutkan dalam air sehingga membentuk cairan suspensi. Proses pelapisan *developer* pada benda uji harus dilakukan segera setelah dibersihkan/dicuci dan dikeringkan dan dijaga agar tidak terlalu tebal.
  2. *Developer* kering dilapiskan pada permukaan benda uji setelah benda uji kering.
  3. *Developer* basal *nonaqueous* berupa serbuk kering yang dilarutkan dalam solven. *Developer* ini paling sensitif dibandingkan dengan kedua *developer* diatas
- Cara pemberian *developer* juga tergantung metode dan *system penetrant* yang digunakan
1. Metoda *Visible (Non Fluorescent)*: Untuk ketiga sistem *penetrant* yaitu *solvent removable, water washable, & post emulsi (pe)* proses *developer* pada benda uji menggunakan SKD-S2. Proses pelapisan *developer* ke permukaan benda uji dilakukan dengan cara disemprot. *Dwell time* dengan cara ini  $\pm 10$  menit.
  2. Metoda *Fluorescent*: dalam pemberian *developer* ke benda uji caranya sama dengan *metode visible* dengan *dwell time*  $\pm 10$  menit. Hanya saja yang membedakan dari segi cairan *developer* metoda *fluorescent* menggunakan ZP-9F

#### **5.5.7 Indication Development**

Setelah 10 menit berlalu, bercak merah akan timbul dipermukaan. Hal ini menandakan *liquid penetrant* yang terperangkap dalam celah cacat keluar ke atas permukaan. Sekaligus mengindikasikan adanya cacat. Semakin kecil titik yang muncul menandakan bahwa cacat yang terbentuk tidak terlalu dalam dan begitu juga sebaliknya.

#### **5.5.8 Inspection**

Inspeksi dilakukan di bawah cahaya yang sesuai untuk mendeteksi adanya cacat yang mungkin timbul. Pencahayaan yang bagus dibutuhkan mengingat, terkadang titik merah indikasi yang terbentuk sangat kecil sehingga sulit dilakukan di ruang gelap. Cacat yang terbentuk bisa ditandai untuk mengetahui bagian yang perlu *direpair*. Pada PT PLN PUSHARLIS ditandai bagian cacat dan pemberian *note repair* menggunakan spidol putih.



**Gambar 5. 13** Proses *Indication Development*

#### **5.5.9 Post Cleaning**

Langkah terakhir adalah menghilangkan sisa liquid secara menyeluruh untuk menghilangkan *liquid penetrant* atau *development liquid* yang tersisa. Pembersihan ini menggunakan *cleaner liquid* yang disemprotkan atau dikuaskan ke permukaan benda kerja. Pastikan tidak ada sisa *liquid* yang tersisa. Pengaplikasian dari *Cleaner* menggunakan kain lap yang sebelumnya telah disemprotkan oleh cairan *cleaner*. Tujuannya agar lebih mengangkat sisa pengerjaan *penetrant test*.

#### **5.5.10 Recording of Indication**

*Recording of Indication* mengacu pada proses dokumentasi atau pencacatan terhadap indikasi atau tanda-tanda yang muncul selama *penetrant test*. Proses tersebut juga dapat memberikan petunjuk untuk perawatan *preventif* atau perbaikan yang diperlukan

#### **5.5.11 Data Bahan dan Alat Ukur Penetrant Test**

##### **5.4.11.1 Liquid Penetrant**

Kriteria dari sebuah *liquid penetrant* diantaranya harus memiliki sifat mudah menyebar di atas permukaan material yang diperiksa untuk memberikan cakupan yang lengkap dan merata ke seluruh permukaan. Tetap berfasa *liquid* di kondisi suhu pengujian, sehingga mudah dilakukan tahap *developer* dan mudah dibersihkan. Sifat yang paling penting adalah memiliki warna yang mencolok untuk memudahkan visualisasi mata dan tidak bersifat merusak bahan yang diuji.



**Gambar 5. 14** *Penetrant Liquid*

#### **5.4.11.2** *Liquid Developer*

*Liquid developer* adalah untuk menarik bahan penetrant yang terperangkap keluar dari cacat dan menyebarkannya ke luar permukaan sehingga dapat dilihat oleh mata. Umumnya cairan ini berwarna putih, sehingga akan timbul kontras warna yang mudah dibedakan jika sudah terkena penetrant test. Pada dasarnya *developer* terdiri dari dua jenis yaitu berbasis *dry powder* dan berbasis *liquid*.



**Gambar 5. 15** *Developer Liquid*

#### **5.4.11.3** *Liquid Cleaner*

*Liquid cleaner* adalah cairan pembersih yang sifatnya dapat mengangkat semua lapisan yang awalnya telah diaplikasikan pada sebuah benda kerja. Berwarna transparan yang cepat meresap. Pada PT PLN PUSHARLIS, cairan yang digunakan adalah SKC-S. Yang memiliki suhu penyimpanan 10° - 30° C. Suhu pengaplikasiannya yaitu pada suhu -5° - 50° C.



**Gambar 5. 16** *Cleaner Liquid*

#### **5.4.11.4 Peralatan Pengujian *Penetrant Portable***

Baik *penetrant visible* maupun *fluorescent* tersedia dalam bentuk paket yang dapat dipakai memeriksa di lokasi terbuka, atau saat menguji bagian dari benda berukuran besar. Keduanya dikemas dalam bentuk kaleng semprot bertekanan.

- a. Paket *penetrant visible* terdiri dari:
  - Kaleng berisi *solvent*/pembersih
  - Kaleng berisi *penetrant*
  - Kaleng berisi *non aqueous wet developer*
  - Kain lap (majun) dan kuas
- b. Paket *penetrant fluorescent* terdiri dari:
  - Kaleng berisi *solvent*/pembersih
  - Kaleng berisi *penetrant*
  - Kaleng berisi *non aqueous wet developer*
  - Kain lap (majun) dan kuas
  - Lampu ultraviolet dan trafo
  - Tudung kain hitam untuk melakukan pemeriksaan

#### **5.5.12 *Quality Dan Proses Control Penetrant Test***

Kualitas kontrol dan proses pada *penetrant test* harus benar – benar dijaga untuk mendapatkan hasil yang baik dan konsisten. Beberapa factor harus dikendalikan untuk mendapatkan hasil yang maksimal, diantaranya *factor control* suhu, *control* kualitas liquid, *dwell time*, dan faktor pencahayaan.

Faktor kontrol suhu harus diperhatikan dalam proses penetrant test. Suhu yang optimal untuk dapat menghasilkan waktu yang optimal adalah 27-49 °C. Pengujian yang dilakukan pada suhu di atas temperatur tersebut dapat meningkatkan kecepatan penguapan penetrant, dan membuatnya mengering dengan cepat. Karena tegangan suatu material turun di suhu yang meningkat, kondisi pengujian yang berada pada suhu yang tinggi menyebabkan kekuatan aliran mereka menurun kekuatan kapilernya dan karakteristik alirnya.

Untuk menghindari deformasi pada *liquid penetrant test*, sebisa mungkin untuk meletakkan liquid penetrant pada tempat yang tertutup dan suhu kamar. Hindari panas yang tinggi atau tempat yang bersuhu dingin. Kontaminasi juga bisa terjadi karena berinteraksi dengan udara bebas di udara. Karena keterbukaan dari liquid Deformasi liquid lain yang bisa terjadi adalah memudarnya warna yang timbul. Sebelum diaplikasikan, usahakan untuk menggoncangkan larutan jika terbentuk spray. Hal yang sama bisa dilakukan pada semua jenis liquid untuk proses penetrant test.

*Dwell time* yang biasa digunakan direkomendasikan oleh seorang yang telah bersertifikat untuk melakukan penetrant test. Dalam aturan ASME pada section waktu *dwell time* berkisar 30 menit. Pada dasarnya lebih baik untuk melakukan *dwell time* selama mungkin, untuk memaksimalkan *liquid penetrant* untuk bisa sampai tembus ke celah cacat kecil yang terjadi. Namun tetap harus diperhatikan, agar liquid penetrant tidak sampai mengering, sehingga sulit diangkat dan bersarang di material. Waktu *development* kurang lebih bisa dibiarkan selama 10 menit. Hal ini memaksimalkan *penetrant liquid* yang masih terjebak di dalam cacat.

Pencahayaan yang tepat sangat dibutuhkan untuk memeriksa permukaan pasca dilakukan *penetrant test*. Hal ini guna memudahkan inspeksi secara visual. Pencahayaan bisa didapat dari pencahayaan alami di siang hari atau juga dapat menggunakan *head lamp* untuk bisa melihat hasil secara lebih jelas. Pewarna penetrant fluoresen sangat peka jika dirangsang oleh pencahayaan sinar UV pada siang hari. Karena kecerahan warna *fluoresensi linier* terhadap *eksitasi ultraviolet*.

#### **5.5.13 Indikasi Kecacatan Hasil Penetrant Test**

Dalam *penetrant test*, yang menjadi parameter terjadinya cacat adalah terjadinya bintik merah yang muncul pasca pengaplikasian *developer*. Sensitivitas pada penetrant test didefinisikan sebagai cacat terkecil yang dapat dideteksi oleh *liquid penetrant test*. Kedalaman retakan pada permukaan *sample* ditentukan oleh volume yang keluar pasca proses pengaplikasian *developer*. Ukuran cacat dan jenis cacat juga tercermin pada jumlah volume yang muncul pada permukaan. Semakin besar atau semakin dalam suatu cacat material, akan diisi oleh volume *liquid penetrant* yang banyak. Pada saat diangkat oleh *liquid developer*, maka volume yang keluar akan lebih banyak dan ditunjukkan oleh besarnya gumpalan titik yang terbentuk. Berlaku juga sebaliknya. Secara umum, metode ini sangat cocok untuk mengindikasikan jenis cacat dengan celah sempit dan dengan lubang yang dalam.

#### **5.5.14 Acceptance Criteria Penetrant Test**

*Standart* penerimaan cacat atau diskontinuitas yang diterapkan dalam PT PLN Pusharlis yang mengacu pada *Article 6 "Liquid Penetrant Examination ASME BPVC Section V – 2017 & Standard Practice For Liquid Penetrant Examination For General Industry SE-165/SE-165M"* yaitu semua permukaan harus bebas dari indikasi cacat linier yang lebih dari 1,5 mm, indikasi cacat *rounded* yang lebih besar dari 5 mm, dan empat atau lebih indikasi cacat *rounded* dengan jarak kurang dari 1,5 mm dari ujung satu ke ujung lainnya.

### 5.5.15 *Standart Operational Procedure Penetrant Test*

SOP atau *Standart Operasional Procedure* yang menjadi perhatian utama saat melakukan *Penetrant Test* adalah keamanan bahan kimia. Beberapa bahan *penetrant* mudah terbakar. Maka dari itu harus disimpan dalam jumlah kecil. Hanya boleh digunakan di area yang berventilasi udara yang baik dan jauh dari sumber api. Pelindung mata harus selalu digunakan, untuk mencegah kontak langsung bahan kimia dengan mata. Mengingat beberapa bahan yang masih berbentuk *spray*. Sarung tangan dan baju pelindung juga harus digunakan untuk menghindari kontak langsung dengan bahan.

### 5.6 Hasil dan Analisa Pengelasan dengan *Penetrant Test*

Penetrant test dilakukan berdasarkan sambungan pengelasan. Pengelasan yang digunakan dalam PT PLN PUSHARLIS adalah pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*). Pemilihan ini didasarkan pada kriteria ketebalan dan ketipisan suatu bahan yang dilas. Jika pelat yang tipis digunakan pengelasan SMAW maka akan rawan terjadi panas berlebihan yang membuat benda kerja berlubang dan rusak sehingga terjadi mekanisme *cutting*. Pengelasan SMAW akan dilakukan pada plat yang tebal karena panas yang dihasilkan cukup tinggi dan manik manik pengelasan yang dihasilkan juga besar. Pengelasan yang dilakukan mengacu pada WPS dan PQR yang diperuntukkan.

Hasil inspeksi cacat menggunakan metode Penetrant Test pada pengelasan SMAW ditunjukkan sebagai berikut:

**Tabel 5. 10** Hasil Pengujian Penetrant Test

No	Hasil Pengujian	Keterangan
1.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada hasil pengujian terdapat jenis cacat dengan <i>rounded indication</i>. Dengan jarak antar cacat sangat dekat dan cukup dalam</li> <li>• Cacat jenis ini harus lakukan perbaikan pada sambungan las, karena sudah melewati batas kriteria keberterimaan</li> <li>• Jenis cacat <i>Porosity</i> “Empat atau lebih indikasi <i>rounded</i> yang relevan dalam satu garis lurus dengan jarak <math>\leq 1.5</math> mm, dari ujung indikasi satu ke ujung indikasi yang lainnya.”</li> </ul>
2.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada hasil pengujian terdapat jenis cacat dengan dua <i>rounded indication</i> dengan jarak antar cacat cukup dekat dan cukup dalam. Selain itu terdapat beberapa</li> </ul>

		<p><i>rounded indication</i> tetapi tidak dalam.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cacat jenis ini harus lakukan perbaikan pada sambungan las, karena sudah melewati batas kriteria keberterimaan</li> <li>• Jenis cacat <i>Porosity</i></li> </ul> <p>“Indikasi <i>rounded</i> relevan (&gt; 5 mm).”</p>
3.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada hasil pengujian terdapat jenis cacat dengan <i>rounded indication</i>. Dengan jarak antar cacat cukup dekat dan cukup dalam</li> <li>• Cacat jenis ini harus lakukan perbaikan pada sambungan las, karena sudah melewati batas kriteria keberterimaan</li> <li>• Jenis cacat <i>Undercut</i></li> </ul> <p>“Indikasi <i>rounded</i> relevan (&gt; 5 mm).”</p>
4.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada hasil pengujian terdapat jenis cacat dengan <i>rounded indication</i> cukup lebar dan dalam</li> <li>• Cacat jenis ini harus lakukan perbaikan pada sambungan las, karena sudah melewati batas kriteria keberterimaan</li> <li>• Jenis cacat <i>Undercut</i></li> </ul> <p>“Empat atau lebih indikasi <i>rounded</i> yang relevan dalam satu garis lurus dengan jarak <math>\leq 1.5</math> mm, dari ujung indikasi satu ke ujung indikasi yang lainnya.</p>
5.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada hasil pengujian terdapat jenis cacat dengan <i>linear indication</i></li> </ul>

		<p>yang tegak lurus terhadap sambungan las. Dengan panjang cacat yang cukup panjang</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cacat jenis ini harus lakukan perbaikan pada sambungan las, karena sudah melewati batas kriteria keberterimaan</li> <li>• Jenis cacat <i>Crack</i></li> </ul> <p>“Indikasi <i>linier</i> relevan (<math>&gt; 1,5</math> mm).”</p>
6.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada hasil pengujian terdapat jenis cacat dengan <i>linier indication</i> cukup panjang dan dalam</li> <li>• Cacat jenis ini harus lakukan perbaikan pada sambungan las, karena sudah melewati batas kriteria keberterimaan</li> <li>• Jenis cacat <i>Crack</i></li> </ul> <p>“Indikasi <i>linier</i> relevan (<math>&gt; 1,5</math> mm).”</p>
7.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada hasil pengujian terdapat jenis cacat dengan <i>rounded indication</i>. Dengan lebar cacat yang cukup lebar dan dalam, jarak antar indikasi cacat sangat dekat.</li> <li>• Cacat jenis ini harus lakukan perbaikan pada sambungan las, karena sudah melewati batas kriteria keberterimaan</li> <li>• Jenis cacat <i>Incomplete Penetration</i></li> </ul> <p>“Empat atau lebih indikasi <i>rounded</i> yang relevan dalam satu garis lurus dengan jarak <math>\leq 1.5</math> mm, dari ujung indikasi satu ke ujung indikasi yang lainnya.”</p>

Dari data pengelasan SMAW pada scoop Grab Bucket yang didapatkan adanya cacat rounded indication dan linear indication. Semua hasil data dalam table 5.1 merupakan indikasi cacat yang tidak bisa masuk acceptance criteria dan harus dilakukan *repair*. *Rounded indication* jenis ini merupakan jenis cacat *porosity*, *undercut*, dan *incomplete penetration*. Jenis cacat dengan *rounded indication* ini terjadi pada permukaan dengan kedalaman yang cukup dalam mengingat cairan penetrant yang keluar volumenya cukup banyak. Sedangkan linear indicationnya menunjukkan adanya cacat *crack*. Cacat *crack* ini terjadi cukup panjang secara melintang.

## 5.7 Analisis Diagram Sebab Akibat

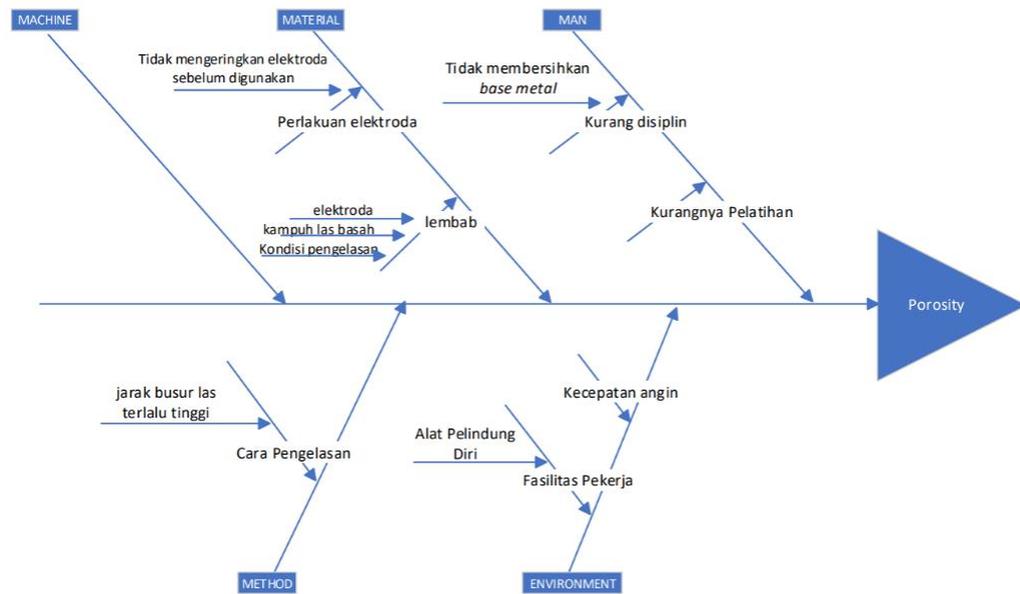
Pada tahap ini dilakukan analisis dan identifikasi mengenai sebab timbulnya masalah sehingga dapat melakukan tindakan penanggulangan terhadap sebab-sebab yang ada. Diagram sebab akibat memperlihatkan hubungan antara permasalahan yang dihadapi dengan kemungkinan penyebabnya serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi dan menjadi penyebab kerusakan hasil las secara umum dapat digolongkan sebagai berikut:

- a. *Man* (manusia)  
Para juru las yang melakukan pekerjaan dalam proses pengelasan.
- b. *Material* (bahan baku)  
Segala sesuatu yang dipergunakan oleh Perusahaan sebagai komponen dalam proses pengelasan seperti bahan baku dan bahan penunjang lainnya.
- c. *Machine* (mesin)  
Mesin-mesin dan berbagai peralatan yang digunakan dalam proses produksi pengelasan.
- d. *Method* (metode)  
Instruksi kerja atau perintah kerja yang harus diikuti dalam proses produksi pengelasan.
- e. *Environment* (lingkungan)  
Keadaan sekitar perusahaan secara langsung atau tidak mempengaruhi perusahaan secara umum dan mempengaruhi proses produksi atau pengelasan secara khusus

Setelah diketahui jenis-jenis cacat las yang terjadi, maka PT PLN PUSHARLIS perlu mengambil langkah-langkah perbaikan untuk mencegah timbulnya kerusakan yang serupa. Hal penting yang harus dilakukan dan ditelusuri adalah mencari penyebab terjadinya cacat las tersebut, maka digunakanlah diagram sebab-akibat atau yang disebut juga dengan *fishbone diagram*. Berkaitan dengan analisis *defect* pengelasan secara statistik, diagram sebab-akibat digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan adanya masalah kualitas. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat *cause-effect* diagram di bawah

### 5.7.1 Diagram Sebab Akibat Cacat *Porosity*

Berikut diagram sebab akibat cacat *porosity*



**Gambar 5. 17** Fishbone Diagram Cacat *Porosity*

Dari diagram diatas, dapat dijelaskan factor-faktor cacat *porosity* adalah sebagai berikut,

a. Manusia

- Pelatihan karyawan/*operator* perlu dilakukan pada setiap periode kerja. Kemudian setiap juru las yang telah diberi pelatihan harus memahami dan mengimplementasikan aturan dan cara kerja pengelasan yang benar di Perusahaan.
- Operator mungkin kurang teliti pada saat membersihkan base metal sebelum melakukan pengelasan. Selain itu peralatan yang digunakan untuk membersihkan tidak dipelihara dengan baik sehingga mengakibatkan kurangnya efisiensi dalam membersihkan *base metal*.

b. Material

- Adanya kondisi yang lembab antara elektroda dan kampuh las. Hal tersebut yang mengakibatkan terciptanya gas hidrogen akibat panas las.
- Tidak adanya perlakuan khusus pada elektroda dengan mengeringkan elektroda sebelum digunakan, yaitu dengan dikeringkan menggunakan oven atau *dryer*. Selain itu penyimpanan elektroda pada tempat yang lembab dapat menjadi faktor terjadi cacat *porosity*.

c. Metode

- Posisi pengelasan tiap operator tentu tidak sama sesuai dengan kenyamanan operator pada tiap kali mengelas. Posisi pengelasan cukup menjadi acuan hasil produksi nantinya. Bahan yang tipis akan mudah mencair terkena panas busur api las daripada bahan yang tebal dan sebagainya.

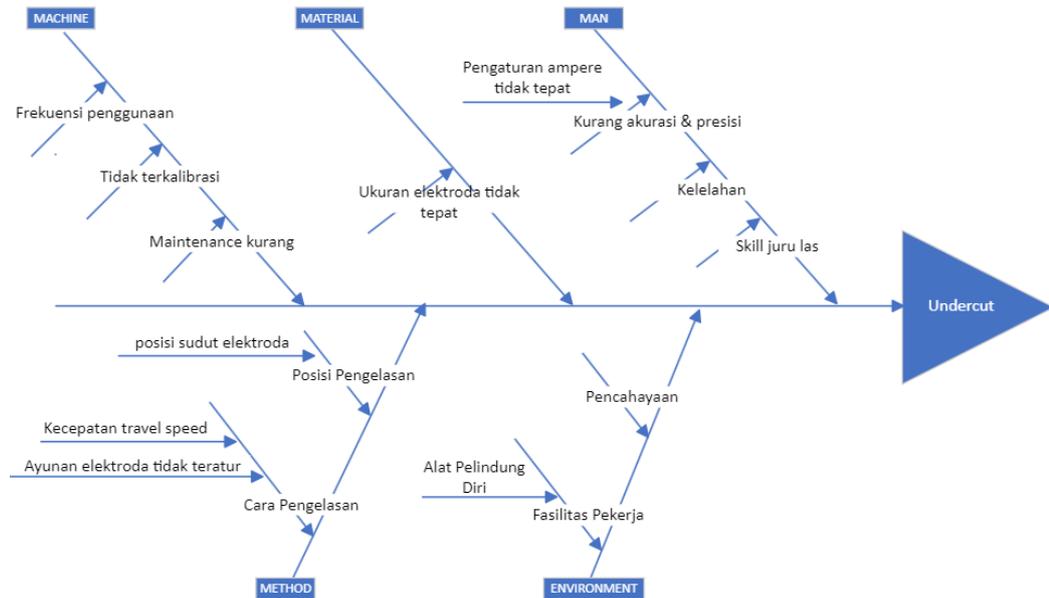
d. Lingkungan

- Fasilitas karyawan merupakan sarana pendukung selama operator melakukan operasi produksi pengelasan. Pemakaian fasilitas karyawan ditujukan untuk memenuhi standar keselamatan kerja operator. Alat

pelindung diri operator bisa saja menghalangi jarak pandang mata operator terhadap obyek yang akan dilas.

- Lingkungan kerja pada workshop yang terbuka membuat hasil pengelasan kurang bagus dikarenakan adanya angin, debu, dan kotoran lainnya akan menempel pada base metal.

### 5.7.2 Diagram Sebab Akibat Cacat *Undercut*



**Gambar 5. 18** Fishbone Diagram Cacat *Undercut*

Dari diagram diatas, dapat dijelaskan factor-factor cacat *undercut*, adalah sebagai berikut,

a. Manusia

- Pelatihan karyawan/*operator* perlu dilakukan pada setiap periode kerja. Kemudian setiap juru las yang telah diberi pelatihan harus memahami dan mengimplementasikan aturan dan cara kerja pengelasan yang benar di Perusahaan. *Skill* operator tidak sama sehingga perlunya pengawasan yang dapat meningkatkan motivasi pekerja
- Kelelahan kerja mempengaruhi terjadinya produk *defect* karena proses pengelasan dilakukan tidak ergonomis. Jam kerja yang panjang mengurangi ketahanan tubuh operator hal ini mengakibatkan efektifitas kerja menurun.
- Akurasi dan presisi pada saat persiapan hingga proses pengelasan dari tiap-tiap operator berbeda-beda. ketidakpresisian dalam pengaturan *ampere* menjadi faktor terjadinya *defect* dikarena persiapan awal yang tidak sesuai dengan aturan yang ada.

b. Material

- Kesesuaian bahan baku terhadap proses pengelasan menjadi faktor penting dalam pengelasan. Ukuran elektroda yang dipilih pada saat pengelasan harus sesuai. Diameter elektroda yang terlalu besar dapat memiliki potensi untuk membawa lebih banyak arus, sehingga dapat menyebabkan

pencairan/pengikisan *base metal* secara berlebihan dan menghasilkan *undercut*.

c. Mesin

- Mesin yang digunakan belum terkalibrasi atau sudah habis masa berlaku sertifikat kalibrasi. Dimungkinkan dari alat ukur yang terdapat dalam mesin tidak valid.
- *Set up* dan cara penggunaan mesin pada setiap operator berbeda sesuai dengan pengalaman kerja.
- Frekuensi penggunaan mesin pada unit welding cukup tinggi terhitung dari jam 07.30 – 16.00 WIB dan dilakukan setiap hari.

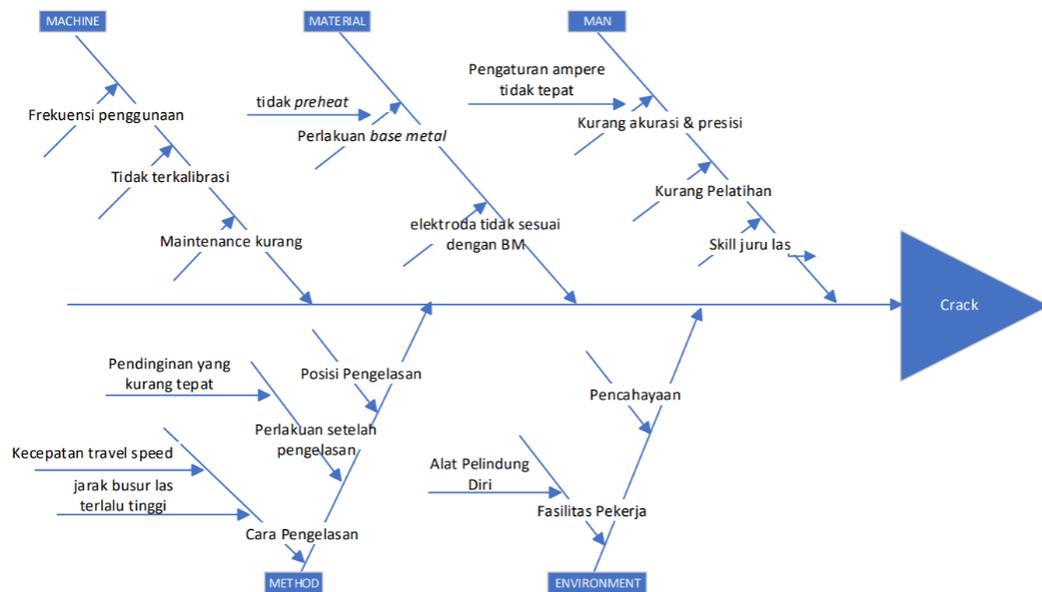
d. Metode

- Cara pengelasan tiap operator tidak sama walaupun pada dasarnya samasama mengelas logam. Posisi elektroda yang tidak tepat atau sudut kemiringan yang salah dapat menyebabkan base metal akan terkikis, selain itu kecepatan pengelasan yang tinggi dapat menyebabkan base metal tidak memiliki cukup waktu untuk mengisi dan membeku sepenuhnya, sehingga akan meninggalkan celah atau *undercut*. Bahan yang tipis akan mudah mencair terkena panas busur api las daripada bahan yang tebal dan sebagainya.

e. Lingkungan

- Fasilitas karyawan merupakan sarana pendukung selama *operator* melakukan operasi produksi pengelasan. Pemakaian fasilitas karyawan ditujukan untuk memenuhi standar keselamatan kerja *operator*. Alat pelindung diri *operator* bisa saja menghalangi jarak pandang mata *operator* terhadap obyek yang akan dilas.
- Lingkungan kerja pada workshop diruangan *indoor* membuat hasil pengelasan kurang bagus dikarenakan kurang adanya pencahayaan yang maksimal, belum lagi jika proses pengelasan dilakukan pada bagian dalam dari Grab Bucket.

### 5.7.3 Diagram Sebab Akibat Cacat *Crack*



**Gambar 5. 19** Fishbone Diagram Cacat *Crack*

Dari diagram diatas, dapat dijelaskan factor-faktor cacat crack, adalah sebagai berikut,

a. Manusia

- Pelatihan karyawan/operator perlu dilakukan pada setiap periode kerja. Kemudian setiap juru las yang telah diberi pelatihan harus memahami dan mengimplementasikan aturan dan cara kerja pengelasan yang benar di Perusahaan.
- Akurasi dan presisi pada saat persiapan hingga proses pengelasan dari tiap-tiap operator berbeda-beda. ketidakpresisian dalam pengaturan arus menjadi faktor utama terjadinya *defect* dikarenakan persiapan awal yang tidak sesuai dengan aturan yang ada.
- *Skill* operator tidak sama sehingga perlunya pengawasan yang dapat meningkatkan motivasi pekerja.

b. Material

- Kesesuaian bahan baku terhadap proses pengelasan menjadi faktor penting dalam pengelasan. Antara elektroda dan base metal yang siap difabrikasi mempunyai karakteristik yang berbeda-beda dan hal ini mempengaruhi hasil pengelasan.
- Tidak adanya perlakuan khusus pada base metal yaitu *preheat* sesuai WPS untuk mengurangi adanya tegangan sisa yang berlebih antar *filler* dan *base metal*.

c. Mesin

- Mesin yang digunakan belum terkalibrasi atau sudah habis masa berlaku sertifikat kalibrasi. Dimungkinkan dari alat ukur yang terdapat dalam mesin tidak valid.

- *Set up* dan cara penggunaan mesin pada setiap operator berbeda sesuai dengan pengalaman kerja.
- Frekuensi penggunaan mesin pada unit *welding* cukup tinggi terhitung dari jam 07.30 – 16.00 WIB dan dilakukan setiap hari.

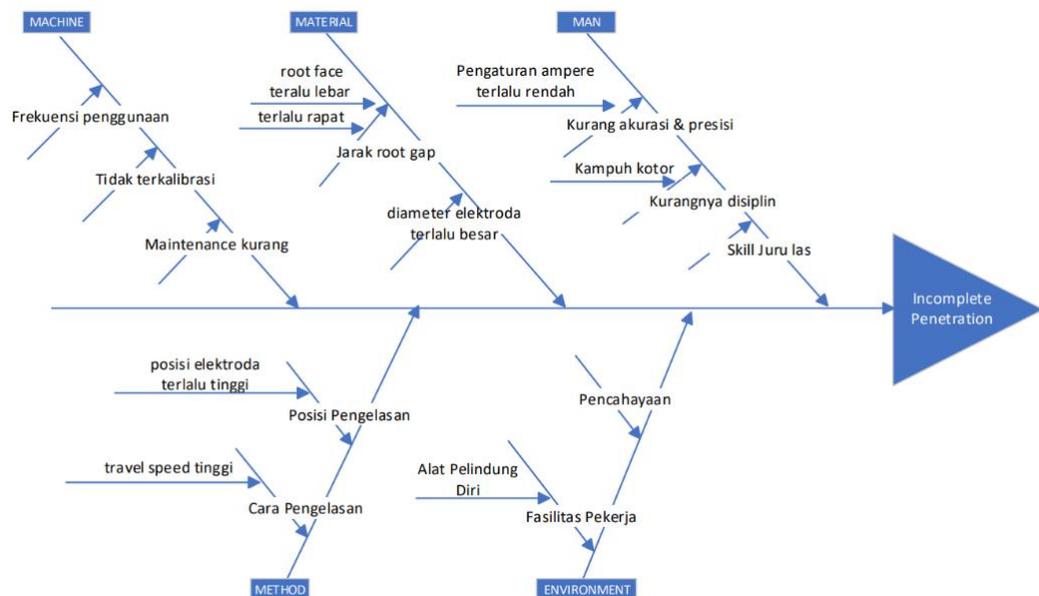
d. Metode

- Cara pengelasan tiap operator tidak sama walaupun pada dasarnya samasama mengelas logam. Kesalahan dalam menentukan atau mempertahankan posisi sudut elektroda dapat menyebabkan ketegangan yang tidak merata pada sambungan las. Bahan yang tipis akan mudah mencair terkena panas busur api las daripada bahan yang tebal dan sebagainya.
- Perlakuan setelah pengelasan yang salah dengan melakukan pendinginan yang memiliki perbedaan suhu yang besar antara daerah las dan base metal dan kecepatan pendingin yang terlalu cepat atau terlalu lambat dapat menimbulkan tegangan yang memicu *crack*.

e. Lingkungan

- Fasilitas karyawan merupakan sarana pendukung selama *operator* melakukan operasi produksi pengelasan. Pemakaian fasilitas karyawan ditujukan untuk memenuhi standar keselamatan kerja *operator*. Alat pelindung diri *operator* bisa saja menghalangi jarak pandang mata *operator* terhadap obyek yang akan dilas.
- Lingkungan kerja pada *workshop* diruangan *indoor* membuat hasil pengelasan kurang bagus dikarenakan kurang adanya pencahayaan yang maksimal, belum lagi jika proses pengelasan dilakukan pada bagian dalam dari Grab Bucket.

5.7.4 Diagram Sebab Akibat Cacat *Incomplete Penetration*



Gambar 5. 20 Fishbone Diagram Cacat *Incomplete Penetration*

Dari diagram diatas, dapat dijelaskan faktor-faktor cacat *incomplete penetration*, adalah sebagai berikut,

a. Manusia

- Pelatihan karyawan/operator perlu dilakukan pada setiap periode kerja. Kemudian setiap juru las yang telah diberi pelatihan harus memahami dan mengimplementasikan aturan dan cara kerja pengelasan yang benar di Perusahaan. *Skill* operator tidak sama sehingga perlunya pengawasan yang dapat meningkatkan motivasi pekerja
- Operator mungkin kurang teliti pada saat membersihkan kampuh las sebelum melakukan pengelasan. Selain itu peralatan yang digunakan untuk membersihkan tidak dipelihara dengan baik sehingga mengakibatkan kurangnya efisiensi dalam membersihkan kampuh las.
- Akurasi dan presisi pada saat persiapan hingga proses pengelasan dari tiap-tiap operator berbeda-beda. ketidakpresisian dalam pengaturan ampere menjadi faktor terjadinya *defect* dikarena persiapan awal yang tidak sesuai dengan aturan yang ada.

b. Material

- Kesesuaian bahan baku terhadap proses pengelasan menjadi faktor penting dalam pengelasan. Ukuran elektroda yang dipilih pada saat pengelasan harus sesuai, elektroda yang terlalu besar dapat menyebabkan kesulitan dalam mengarahkan panas dengan baik ke sambungan las, hal tersebut dapat menimbulkan kegagalan dalam menembus hingga ke akar base metal.
- Jarak *root gap* yang terlalu rapat dapat mengakibatkan kesulitan bagi logam cair untuk mengisi seluruh sambungan las, selain itu *root face* yang terlalu lebar akan menimbulkan logam cair kesulitan untuk mengalir dan menembus base metal secara menyeluruh.

c. Mesin

- Mesin yang digunakan belum terkalibrasi atau sudah habis masa berlaku sertifikat kalibrasi. Dimungkinkan dari alat ukur yang terdapat dalam mesin tidak valid.
- *Set up* dan cara penggunaan mesin pada setiap operator berbeda sesuai dengan pengalaman kerja.
- Frekuensi penggunaan mesin pada unit *welding* cukup tinggi terhitung dari jam 07.30 – 16.00 WIB dan dilakukan setiap hari.

d. Metode

- Posisi pengelasan tiap operator tentu tidak sama sesuai dengan kenyamanan operator pada tiap kali mengelas. Posisi pengelasan yang kurang tepat, seperti sudut yang tidak benar atau kesalahan dalam memposisikan elektroda dapat menyulitkan aliran logam cair untuk menembus dan mengisi seluruh sambungan las dengan baik.
- Kecepatan pengelasan yang terlalu cepat atau lambat dapat mempengaruhi waktu untuk logam cair melakukan penetrasi. Kecepatan yang terlalu cepat mungkin tidak memberikan cukup waktu untuk penetrasi, sementara

kecepatan yang terlalu lambat dapat menyebabkan *overheating* dan kekurangan penetrasi. Bahan yang tipis akan mudah mencair terkena panas busur api las daripada bahan yang tebal dan sebagainya.

e. Lingkungan

- Fasilitas karyawan merupakan sarana pendukung selama *operator* melakukan operasi produksi pengelasan. Pemakaian fasilitas karyawan ditujukan untuk memenuhi standar keselamatan kerja *operator*. Alat pelindung diri *operator* bisa saja menghalangi jarak pandang mata *operator* terhadap obyek yang akan dilas.
- Lingkungan kerja pada *workshop* diruangan *indoor* membuat hasil pengelasan kurang bagus dikarenakan kurang adanya pencahayaan yang maksimal, belum lagi jika proses pengelasan dilakukan pada bagian dalam dari Grab Bucket.

## 5.8 Perbaikan dan Solusi

Berdasarkan hasil *penetrant test* pada proses pengelasan *scoop Grab Bucket* maka perlu adanya perbaikan atau repair pada las-lasan, dan sousi untuk mencegah cacat las tersebut terulang kembali.

*Repair* yang diterapkan pada jenis cacat *porosity* adalah dengan di *grinding* dan dilakukan pengelasan kembali pada spot yang terdapat indikasi cacat *porosity*. Solusi untuk mengatasi cacat *porosity* terjadi adalah dengan memastikan elektroda disimpan di tempat yang kering dan memastikan saat penggunaan elektroda juga dalam kondisi kering. Hal ini bertujuan untuk menghindari elektroda bereaksi dengan uap air sehingga menambah bertambahnya kadar Hidrogen yang terkandung. Karena unsur hydrogen yang terkandung dalam elektroda akan memicu terbentuknya gelembung gas yang mudah terperangkap pada permukaan ataupun dalam hasil pengelasan. Selain itu, benda kerja juga harus dipastikan terbebas dari minyak, debu, atau unsur lembap lainnya.

*Repair* yang diterapkan pada jenis cacat *undercut* adalah dengan di *grinding* dan dilakukan pengelasan ulang pada area yang mengalami undercut dengan menggunakan teknik dan parameter pengelasan yang benar. Pastikan proses pengelasan dilakukan dengan baik untuk mengisi dan menghilangkan area yang terkena undercut. Gunakan filler metal yang sesuai dengan material dasar untuk memastikan sifat mekanis dan kekuatannya sebanding. Pantau suhu selama proses pengelasan untuk mencegah *overheat*. Sesuaikan arus dan tegangan pengelasan sesuai dengan WPS, kontrol kecepatan pengelasan dan ayunan elektroda untuk memastikan pengisian material las yang merata.

*Repair* yang diterapkan pada jenis cacat *incomplete penetration* adalah dilakukan pengelasan ulang dengan di *grinding* pada area yang terindikasi cacat. Solusi untuk menghindari cacat *incomplete penetration* adalah dengan memastikan ketepatan parameter pengelasan seperti arus, tegangan, kecepatan pengelasan, dan jenis elektroda atau filler yang digunakan. Sesuaikan jarak elektroda atau torch dengan logam dasar untuk memastikan penetrasi yang optimal. Lakukan pemantauan dan control pada arus dan tegangan selama proses pengelasan untuk mencegah *overheat* atau *underheat* yang dapat mempengaruhi penetrasi. Penggunaan Teknik seperti pengelasan multipas atau variasi posisi pengelasan dapat membantu penetrasi. Terapkan *preheat* pada material dasar sebelum melakukan

pengelasan, *preheat* dapat membantu meningkatkan penetrasi dan mengurangi risiko cacat. Selain itu, benda kerja juga harus dipastikan terbebas dari minyak, debu, atau unsur lembap lainnya.

*Repair* yang diterapkan pada jenis cacat *crack* adalah dengan di *grinding* pada spot yang terindikasi cacat *crack*. Solusi untuk menghindari cacat *crack* adalah dengan melakukan *preheat* dan menaikkan *cooling rate*. *Preheat* adalah langkah awal memanaskan benda kerja yang akan dilas untuk mendapatkan temperatur yang diinginkan. Tujuannya yaitu menurunkan *gradient temperature*. *Gradient temperature* yang tinggi akan menjadikan tegangan sisa yang berlebih antar filler dan base plat, sehingga rawan timbul *crack*.

## BAB VI

### KESIMPULAN

#### 6.1 Kesimpulan

Dalam aktivitas produksi Grab Bucket di PT PLN PUSHARLIS proses perencanaan dan pengendalian produksi memiliki peran sangat penting untuk merencanakan dasar proses produksi dan aliran bahan, sehingga menghasilkan produk yang dibutuhkan pada waktunya, dengan biaya yang seminimal mungkin, serta mengatur dan menganalisis organisasi dan koordinasi bahan-bahan, mesin-mesin dan peralatan, tenaga manusia, dan tindakan-tindakan lain yang dibutuhkan. *Production Planning Control (PPC)* mengatur aliran material dari proses produksi mulai bahan mentah sampai produk jadi bahkan sampai produk diterima konsumen. Alur dalam proses perencanaan dan pengendalian produksi dalam melakukan pengerjaan Grab Bucket meliputi beberapa tahapan yaitu: pengelolaan pesanan, membuat jadwal pekerjaan, Menyusun Rencana Anggaran Biaya (RAB), pembuatan drawing, penyusunan daftar kebutuhan material/jasa, proses pengadaan material/jasa, proses pengendalian kualitas (QC), *monitoring* pekerjaan, dan finalisasi pekerjaan.

Proses pengendalian kualitas (QC) dilakukan untuk menjaga mutu dan kualitas suatu barang produksi. Dalam PT PLN PUSHARLIS. Mutu dilakukan dalam 4 tahap, yaitu *incoming inspection test, middle inspection test, final inspection test, dan accept user test*. Mulai dari proses pengadaan bahan baku, perencanaan produksi, proses produksi, hingga produk sampai ke tangan *Customer* harus terkontrol dengan baik. Pada Analisa hasil pengelasan SMAW pada Grab Bucket dengan metode penetrant test didapatkan sebuah hasil pada keduanya sangat rawan untuk timbul cacat berupa *rounded indication* dan *linear indication*. Semua hasil cacat yang dihasilkan nanti perlu dilakukan proses *repair*.

Metode *repair* yang biasa digunakan adalah berupa pengelasan ulang atau dengan penggerindaan. Setelah *repair* dilakukan, proses penetrant test akan dilakukan lagi untuk memastikan tidak ada lagi cacat. Hal ini terus dilakukan sampai memenuhi suatu *acceptance criteria* yang telah ada dalam ASME Section VIII Divisi 1. Analisa cacat pengelasan menggunakan *fishbone diagram* dapat menjadi masukan bagi PT PLN PUSHARLIS untuk bisa melakukan proses pengelasan dengan metode yang lebih baik dengan langkah – langkah pencegahan agar tidak terjadi cacat pengelasan.

#### 6.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran dan rekomendasi yang dapat disampaikan kepada Perusahaan:

1. Perusahaan diharapkan dapat memperkuat sistem perencanaan dan pengendalian produksi yaitu AMP (Aplikasi Manajemen Penugasan) yang semula menggunakan Excel dengan memanfaatkan teknologi terkini dan sistem informasi yang lebih canggih.
2. Perusahaan perlu melakukan pengujian terkait material yang digunakan untuk komponen Grab Bucket yang telah dilakukan proses manufaktur agar dapat mencegah beberapa kecacatan dalam proses manufaktur selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwer, N., & Mathieu, L. (2016). From reverse engineering to shape engineering in mechanical design. *CIRP Annals*, 65(1), 165–168.  
<https://doi.org/10.1016/j.cirp.2016.04.052>
- Aufa Atila. (2021, February 17). *Mengenal Tentang Pengertian Product Planning Control*.
- Bedworth, David D., Bailey, & James E. (1987). *Intregated Production Control Systems*. .
- Cahyadi, F. P. (2023). *PENGARUH SUDUT SINGLE V JOINT TERHADAP LAJU KOROSI, KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO PELAT BAJA A36 DENGAN PENGELASAN SMAW MENGGUNAKAN ELEKTRODA E7018 PADA LINGKUNGAN LAUT*.
- Doanh Do. (2017, August 5). *The Five Principles of Lean*.
- Firmansyah. (2021). *Pengelasan SMAW*. <https://www.allpro.co.id/pengelasan/smaw/>
- Fogarty, DW Blackstoner, & Hoffman. (1991). *Production & Inventory Management 2edition*.
- Gide, A. (1967). PT. PLN (Persero) adalah sebuah BUMN yang menangani. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 5–24.
- Hotimah, H., Khotimah, K., & Utami, M. (2021). *Production Planning and Control (PPC)*.  
<https://pln-pusharlis.co.id/>. (n.d.). *PT PLN Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan UP2W VI*. Retrieved December 27, 2023, from <https://pln-pusharlis.co.id/>
- <https://slv.co.id/>. (2021). *Jenis-Jenis NDT (Non-Destructive Test)-Cilegon-SLV*.
- <https://web.pln.co.id/>. (n.d.). *PT. PLN*. Retrieved December 27, 2023, from <https://web.pln.co.id/>
- <https://www.bumn.go.id/>. (n.d.). *Kementerian Badan Usaha Milik Negara Republik Indonesia*.
- Jeffus, L. (2011). *Principles and Applications* (Seven). [www.cengage.com/highered](http://www.cengage.com/highered)
- Khan, & Md. Ibrahim. (2007). *Welding Science and Technology* (Seventh).
- Slamet, W. (2013). Proses Manufaktur Dan Integrasi Struktur Inasat-1. In *Berita Dirgantara 14(1)* (pp. 35–43).
- Suwandi, A., Hermanto, A., Zariatina, D. L., Sulaksono, B., & Prayogi, D. E. (2019). Proses Manufaktur Dan Estimasi Biaya Produksi Untuk Produk Kelos. *Teknologi*, 11(2), 127–138. . <https://dx.doi.org/10.24853/jurtek.11.2.127-138>

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Surat Pengantar Magang Industri di PT PLN PUSHARLIS UP2W VI Surabaya



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
Gedung VOKASI AA dan BB,R. Sekretariat AA Lt.2, Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111  
Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275  
Fax: 5932625  
<https://www.its.ac.id/tmi/> email: mesin\_fvokasi@its.ac.id

Nomor : 1563/IT2.IX.7.1.2/B/PM.02.00/2023

Lampiran : -

Perihal : Permohonan Magang Industri

Kepada Yth.:

PT PLN PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan)

Jl. Ngagel Timur No. 16, Surabaya 60825

Dalam rangka untuk meningkatkan kompetensi diri, membuka wawasan & pengalaman dalam dunia usaha dan untuk memenuhi kewajiban kurikulum bagi mahasiswa Departemen Teknik Teknik Mesin Industri Prodi Teknologi Rekayasa Manufaktur Fakultas Vokasi ITS, maka bersama ini Kami bermaksud mengajukan permohonan program magang dan kiranya mahasiswa tersebut dapat diizinkan untuk melaksanakan magang di PT PLN PUSHARLIS (Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan)

Pelaksanaan magang yang Kami rencanakan adalah:

Lama magang selama : 4 (Empat) bulan

Yang akan dimulai tanggal : 17 Juli 2023 – 17 November 2023

Adapun data nama mahasiswa tersebut sebagai berikut:

No.	Nama	NRP	No. Hp	Email
1	Naura Gusti Damarant	2038201027	082334827340	nauragustid@gmail.com
2	Muhammad Ahsan Khitam	2038201069	085735400756	khitamahsan15@gmail.com
3	Adyatma Eka Baruna	2038201081	082257483971	adyeka46@gmail.com

Besar harapan Kami untuk bisa diterima dan mohon untuk jawaban atas surat permohonan Kami ini dapat dikirimkan melalui email: mesin\_fvokasi@its.ac.id.

Demikian permohonan Kami, atas perhatian dan kerjasamanya yang baik Kami sampaikan terima kasih



Surabaya, 07 Maret 2023  
Kepala Departemen Teknik Mesin Industri

Dr. Ir. Heru Mirmanto, M.T.  
NIP . 196202161995121001

**Lampiran 2.** Surat Penerimaan Magang Industri di PT PLN PUSHARLIS UP2W VI Surabaya



PUSHARLIS  
UP2W VI

Nomor : 0157/STH.01.04/F27060000/2023  
Lampiran : -  
Sifat : Segera  
Hal : Jawaban Permohonan Kerja Praktek

27 Maret 2023

Kepada

Yth. Kepala Departemen Teknik Mesin Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Noverber Fakultas Vokasi  
Gedung Vokasi AA dan BB,R,  
Sekretariat AA Lt.2, Kampus ITS  
Sukolilo SURABAYA 60111

Menunjuk :

1. Surat Kepala Departemen Teknik Mesin Industri nomor : 1563/IT2.IX.7.1.2/B/PM.02.00/2023 tanggal 7 Maret 2023 perihal Praktek Kerja.

Dengan ini kami memberikan kesempatan kepada mahasiswa tersebut di bawah ini :

NO	NAMA	NRP	WAKTU PELAKSANAAN MAGANG
1	Naura Gusti Damarant	2038201027	17 Juli s/d 17 November 2023
2	Muhammad Ahsan Khitam	2038201069	
3	Adyatma Eka Baruna	2038201081	

Untuk melaksanakan Kerja Praktek di PT PLN (Persero) PUSHARLIS UP2W VI Jl. Ngagel Timur No. 16 Surabaya dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Mengikuti peraturan yang berlaku dan kegiatan yang dilaksanakan perusahaan.
2. Mematuhi dan melaksanakan protokol kesehatan dengan benar.
3. Melampirkan hasil rapid tes antigen saat akan memulai kerja praktek apabila belum divaksinasi lengkap yaitu vaksinasi ke-1 dan ke-2.
4. Menyiapkan perlengkapan APD (Wearpack dan Sepatu Safety) jika diperlukan.

Apabila terdapat hal-hal yang belum jelas dapat menghubungi bagian administrasi dan umum (Wahyu Arianto / 0853 2500 4595).

Demikian kami sampaikan, atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

MANAGER UNIT PELAKSANA  
PRODUKSI DAN WORKSHOP VI,



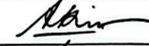
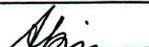
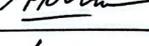
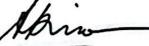
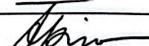
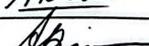
Paraf

Jl. Ngagel Timur No. 16 SURABAYA 60285  
T (031) 5023731 F (031)5042449  
E p...@pln.co.id W www.pln.co.id

**BIG**  
Art.8113

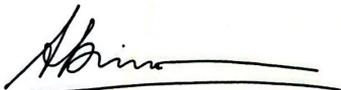
**Lampiran 2. Form Bukti Pembimbing Laporan Magang (Dosen Departemen)**

Nama Mahasiswa : Naura Gusti Damaranti  
NRP : 2038201027  
Nama Mitra : PT PLN Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan  
(PUSHRALIS) UP2W VI Surabaya  
Nama Pembimbing Lapangan : Deni Eko Purwanto  
Nama Pembimbing Departemen : Bapak Ir. Arino Anzip, MEngSc.  
Waktu Magang : 17 Juli – 17 November 2023

NO	TANGGAL	MATERI YANG DIBAHAS	TTD PEMBIMBING
1	24 Juli 2023	Pembahasan, pengenalan perusahaan PT PLN PUSHARLIS UP2W VI Surabaya	
2	7 Agustus 2023	Penyampaian progress magang industri di PT PLN PUSHARLIS UP2W VI Surabaya	
3	20 Desember 2023	Diskusi dan Asistensi Laporan Magang Industri di PT PLN PUSHARLIS UP2W VI Surabaya	
4	27 Desember 2023	Diskusi dan Asistensi Laporan Magang Industri di PT PLN PUSHARLIS UP2W VI Surabaya	
5	4 Januari 2024	Asistensi Laporan Magang Industri di PT PLN PUSHARLIS UP2W VI Surabaya	
6	8 Januari 2024	Asistensi Laporan Magang Industri di PT PLN PUSHARLIS UP2W VI Surabaya	
7	12 Januari 2024	Asistensi Laporan Magang Industri di PT PLN PUSHARLIS UP2W VI Surabaya	

\*) Minimal bimbingan laporan MAGANG dilakukan sebanyak 5x

Surabaya,  
Dosen Pembimbing Magang



Ir. Arino Anzip, MEngSc.  
NIP. 19610714198803100

**Lampiran 4.** Form Penilaian dari Pembimbing Lapangan/Mitra

Nama Mahasiswa : Naura Gusti Damaranti NRP : 2038201027  
 Nama Mitra/Industri : PLN PUSHARLIS UP2W 6 Unit Kerja : Surabaya  
 Nama Pembimbing Lapangan: Deni Eko Purwanto Waktu Magang : 17 Juli-17 November 2023

NO	KOMPONEN	NILAI	KRITERIA PENILAIAN					
			<56	56-60	61-65	66-75	75-85	≥86
1	Kehadiran	56	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%
2	Ketepatan waktu kerja*	56	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%
3	Bekerja sesuai Prosedur dan K3**	85	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	93-95%	>95%
4	Sikap positif terhadap atasan/pembimbing	85	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
5	Inisiatif dan solusi kerja	85	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
6	Hubungan kerja dengan pegawai/lingkungan	85	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
7	Kerjasama tim	85	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
8	Mutu pelaksanaan pekerjaan	85	SKB	KB	CB	B	BS	SBS
9	Target pelaksanaan pekerjaan	85	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%
10	Kontribusi peserta terhadap pekerjaan	85	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%
11	Kemampuan mengimplementasikan Alat	100	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%
	Jumlah Nilai	81	Nilai Akhir PL = $\sum \text{Nilai}/11$					

\*)Kehadiran \*\*) Ketepatan Waktu  
 SKB : sangat kurang baik; KB: kurang baik ; CB: cukupbaik; B: baik ; BS: Baik sekali; SBS: sangat baik sekali

ABSENSI KEHADIRAN MAGANG

a. Izin : .....14.....hari b. Sakit : .....2.....hari c. Tanpa Izin : .....0.....hari

Surabaya, .....19 Desember.....2023

Pembimbing Magang

(Deni Eko Purwanto)

NIP. 87101136

Keterangan:

1. Apabila mitra /instansi tidak menyediakan stempel, maka lembaran ini harus dicetak pada kertas dengan KOP Mitra/Instansi
2. Mohon nilai dimasukkan pada amplop tertutup dengan dibubuhkan stempel pada atas amplop.

**Lampiran 4. Form Penilaian dari Pembimbing Departemen**

Nama Mahasiswa : Naura Gusti Damaranti  
 NRP : 2038201027  
 Nama Mitra/Industri : PT PLN Pushartis UP2W/VI Surabaya  
 Nama Pembimbing lapangan : Deni Eko Purwanto  
 Waktu Magang : 17 Juli 2023 – 17 November 2023

No	Keterangan	Nilai	Bobot SKS	<56	56-60	61-65	66-67	75-85	≥ 86	
1	Luaran 1		3	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%	
2	Luaran 2		3	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%	
3	Luaran 3		3	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%	
4	Proposal Penelitian		2	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
5	Ringkasan Eksekutif		2	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
6	Presentasi Akhir		1	SKB	KB	CB	B	BS	SBS	
	Jumlah Nilai		14	$\text{Nilai Akhir Dosen} = \frac{\sum \text{Nilai} \times \text{Bobot}}{14}$						

SKB : sangat kurang baik; KB : kurang baik; CB : cukup baik; B : baik; BS : baik sekali; SBS : sangat baik sekali

URAIAN NILAI ANGKA AKHIR : NILAI :

Nilai Akhir Pembimbing Lapangan	87
Nilai Akhir Dosen	92
Nilai Angka Magang =	
Nilai Akhir Pembimbing Lapangan + Nilai Akhir Dosen	87

Surabaya, 10 Januari 2024  
 Dosen Pembimbing Magang.

Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc.  
 NIP. 196107141988031003

**Lampiran 6.** Dokumentasi Kegiatan Magang Industri PT PLN PUSHARLIS UP2W VI Surabaya

**Pengenalan dan Observasi Lingkungan Magang**



**Studi Literatur dan mempelajari Mesin CNC**







### Penugasan Repair Nozzle Sealpot

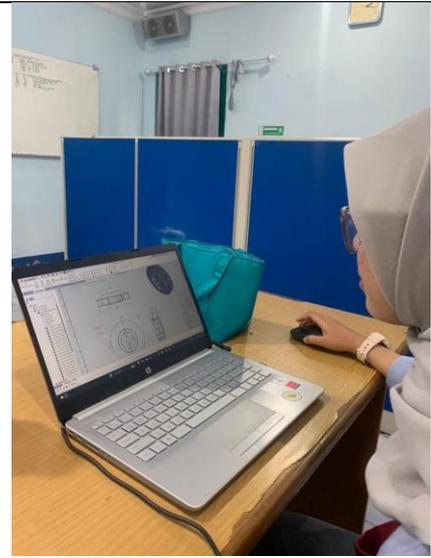
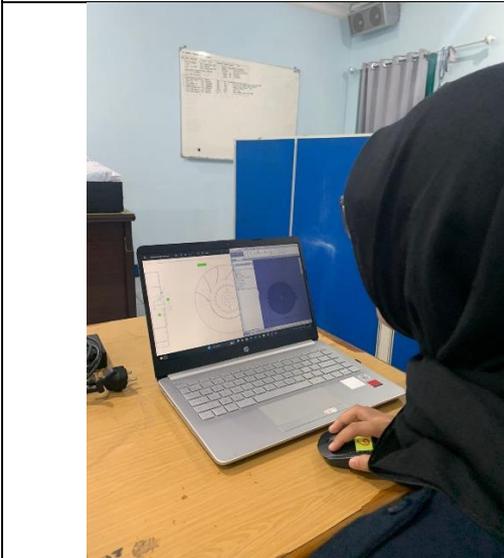


### Pengarahan K3L oleh Tim PMI Kota Surabaya





### Mempelajari Redrawing dan 3D Scanning



## Pembuatan MRIR dan Pengecekan Barang Datang



## Mempelajari dan Praktik Penetrant Test





**Melakukan Uji komposisi, Uji Kekerasan Brinell, Uji Ketebalan Coating, dan Pengecekan Sand Blasting**





**Pengarahan K3 tentang Sirene Kebakaran dan Inspeksi Peralatan yang Berisiko Terjadi Kebakaran**



### Membuat dan Mempresentasikan Flowchart BPM K3



### Praktik Penggunaan APAR



### Pelepasan dan Pemberian Kenang-Kenangan di Hari Terakhir Magang



## Lampiran 7. Curriculum Vitae Peserta Magang

### CURRICULUM VITAE

Phone : +62 851 6127 8440 (Mobile)

e-Mail : [nauragustid@gmail.com](mailto:nauragustid@gmail.com)

**NAURA GUSTI DAMARANTI**



---

**Personal Profile:** 3<sup>rd</sup> Year of Mechanical Engineering, Sepuluh Nopember Institute of Technology Student

---

#### Personal Information

Name : Naura Gusti Damaranti  
Birth of Date : January 6<sup>th</sup> 2002  
Place of Birth : Surabaya  
Address : Jl. Tengger Kandangan 1 No. 1 Kec. Benowo  
City : Surabaya  
Province : Jawa Timur  
Residence Location : Indonesian  
Nationality : Indonesian  
e-Mail Address : [nauragustid@gmail.com](mailto:nauragustid@gmail.com)  
Phone : +62 851 6127 8440 (Mobile)

---

#### Education

1. SDN Manukan Kulon Kawasan Surabaya (2008-2014)
2. SMPN 26 Surabaya (2014-2017)
3. SMAN 1 Surabaya (2017-2020)
4. Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya (2020-sekarang)

---

### **Training Experience**

1. OKKBK HMDM ITS 2020
2. LKMM Pra- TD Vokasi ITS 2020
3. LKMW TD HMDM ITS 2020
4. Pelatihan Spiritual dan Kebangsaan ITS 2020
5. PKTI TD HMDM ITS 2020
6. LKMM TD HMDM ITS 2021

---

### **Organization Experience**

1. Staff Magang Nogogeni ITS Team 2022
2. Staff Divisi Administrasi Nogogeni ITS Team 2022-2023
3. Staff Ahli Divisi Administrasi Nogogeni ITS Team 2023-2024

---

### **Committee Experience**

1. Staff SMAN 1 Surabaya di UBS Zetizen Avenue 2017
2. Kestari OKKBK 2021
3. Staff Divisi LO SEC 3.0 2021
4. Kestari Gerigi ITS 2021
5. Divisi Acara LKMM Pra-TD Fakultas Vokasi ITS 2021
6. Mentor Gerigi ITS 2022

---

### **Competition**

1. Finalis TEKNOFEST (*Efficiency Challenge Electric Vehicle Races*) 2022
2. Juara 1 *Urban Electric* Kontes Mobil Hemat Energi 2022
3. Juara 1 *Urban Electric* Kontes Mobil Hemat Energi 2023
4. Juara 2 *Urban Ethanol* Kontes Mobil Hemat Energi 2023

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenar –benarnya.

Surabaya, 17 November 2023

Naura Gusti Damaranti

## Lampiran 8. Transkrip Sementara Peserta Magang

### INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER TRANSKRIP SEMENTARA / TEMPORARY ACADEMIC TRANSCRIPT



**FAKULTAS VOKASI**  
**FACULTY OF VOCATIONAL**

Departemen / *Department* : Teknologi Rekayasa  
Manufaktur /  
*Manufacturing*  
Engineering Technology  
Nama / *Name* : Naura Gusti Damaranti  
NRP / *ID No* : 2038201027  
Tempat, Tanggal Lahir /  
*Place, Date of Birth* : Surabaya,  
6 Januari 2002

Indeks Prestasi / *GPA* : 3.56  
Tahun Masuk /  
*Entrance Year* : 2020

No	Kode	Mata Kuliah	Sem	Kr	Nilai	No	Kode	Mata Kuliah	Sem	Kr	Nilai	Catatan Nilai / <i>Grade Explanation (Points)</i>	
	<i>Code</i>	<i>Subject</i>	<i>Sem</i>	<i>Cr</i>	<i>Grade</i>		<i>Code</i>	<i>Subject</i>	<i>Sem</i>	<i>Cr</i>	<i>Grade</i>		
1	UG191901	Agama Islam	1	2	AB	22	UG191914	Bahasa Inggris	4	2	AB	A Istimewa / <i>Excellent (4)</i>	
		<i>Islamic Studies</i>						<i>English</i>				AB Baik Sekali / <i>Very Good (3.5)</i>	
2	VM191101	Ilmu Bahan	1	2	A	23	VM191416	Pesawat Pengan	4	2	AB	B Baik / <i>Good (3)</i>	
		<i>Materials Science</i>						<i>Materials Handling</i>				BC Cukup Baik / <i>Sufficient (2.5)</i>	
3	VM191102	Statika	1	3	A	24	VM191417	Proses Manufakt	4	4	AB	C Cukup / <i>Fair (2)</i>	
		<i>Statics</i>						<i>Manufacturing P</i>				D Kurang / <i>Poor (1)</i>	
4	VM191103	MK3L	1	2	AB	25	VM191418	Mekanika Getar	4	3	B	E Kurang Sekali / <i>Very Poor (0)</i>	
		<i>QHSSSE</i>						<i>Mechanic of Vibr</i>					
5	VM191104	Menggambar Tek	1	3	AB	26	VM191419	Teknik Pembentu	4	3	AB		
		<i>Engineering Draw</i>						<i>Metal Forming</i>					
6	VW191901	Matematika Tekn	1	3	A	27	VM191420	CAD-CAE	4	3	AB		
		<i>Engineering Math</i>						<i>CAD-CAE</i>					
7	VW191902	Fisika Terapan	1	3	AB	28	VM191421	Mekatronika	4	3	A		
		<i>Applied Physics</i>						<i>Mechatronics</i>					
8	UG191911	Pancasila	2	2	AB	29	VM191522	Teknologi Penge	5	3	BC		
		<i>Pancasila</i>						<i>Casting Technol</i>					
9	VM191205	Bahan Teknik	2	3	A	30	VM191523	Tool Design	5	3	AB		
		<i>Materials Engine</i>						<i>Tool Design</i>					
10	VM191206	Termodinamika	2	2	A	31	VM191524	Pemesinan Non	5	3	A		
		<i>Thermodynamics</i>						<i>Non Convension</i>					
11	VM191207	Mekanika Kekuat	2	2	AB	32	VM191525	Teknologi Penge	5	4	BC		
		<i>Mechanics of Ma</i>						<i>Welding Technol</i>					
12	VM191208	Elemen Mesin 1	2	3	AB	33	VM191526	Instrumentasi Ma	5	2	AB		
		<i>Machine Elemen</i>						<i>Manufacturing In</i>					
13	VM191209	Menggambar Me	2	3	A	34	VW191904	Aplikasi Teknolog	5	3	A		
		<i>Machine Drawing</i>						<i>Smart Technolog</i>					
14	VW191903	Kimia Terapan	2	3	AB	35	UG191913	Kewarganegaraa	6	2	AB		
		<i>Applied Chemist</i>						<i>Civics</i>					
15	UG191912	Bahasa Indonesi	3	2	AB	36	VM191627	Pneumatik dan H	6	3	B		
		<i>Indonesian</i>						<i>Pneumatics and</i>					
16	VM191310	Mekanika Fluida	3	2	AB	37	VM191628	Teknik dan Mana	6	3	B		
		<i>Fluids Mechanics</i>						<i>Maintenance Ma</i>					
17	VM191311	Metrologi dan St	3	3	A	38	VM191629	Teknologi Penge	6	2	AB		
		<i>Metrology and St</i>						<i>Welding Technol</i>					
18	VM191312	Proses Manufakt	3	3	AB	39	VM191630	CAD-CAM dan C	6	4	AB		
		<i>Manufacturing Pr</i>						<i>CAD-CAM and C</i>					
19	VM191313	Kinematika dan D	3	3	AB	40	VM191631	Sistem Pengend	6	3	AB		
		<i>Kinematics &amp; Dyn</i>						<i>Control Systems</i>					
20	VM191314	Elemen Mesin 2	3	3	A	41	VM231733	Perfakuan Panas	7	3	A		
		<i>Machine Elemen</i>						<i>Heat Treatment</i>					
21	VM191315	Computer Aided	3	3	AB	42	VM231735	Penulisan Ilmiah	7	2	A		
		<i>Computer Aided</i>						<i>Scientific Writing</i>					
										<b>Jumlah Kredit / <i>Total of Credits</i></b>		115	



Surabaya, 22 Januari 2024  
Direktur Pendidikan,  
*Director of Education*

Prof.Dr.Eng. Siti Machmudah, S.T., M.Eng.  
NIP. 197305121999032001

- This document is only use for: student exchange, short program; internship program; scholarship; joint/double degree; and registration to master degree.
- Should any data differences occur, then the valid data will refer to Online Academic Information System.