LAPORAN KERJA PRAKTEK
SISTEM KERJA BOILER

M. ALFIS HAKBAR
3103191180

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI D-III TEKNIK ELEKTRONIKA
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
BENGKALIS-RIAU
2021

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN KERJA PRAKTEK DI PT. BUKIT BATU HUTANI ALAM

Ditulis sebagai Salah Satu syarat untuk menyelesaikan Kerja Praktek (KP)

M. Alfis Hakbar
NIM : 3103191180

31 Agustus 2021

HRD

PT. Bukit Batu Hutani Alam BBHA(BBHA)

Human Resouces Head

Suheri

Dosen Pembimbing,

Program Studi D3 Teknik Elekronika

M.Afridon,ST,.MT
NIP:197906262014041001

Disetujui/Disahkan

Ka.Prodi D-III Teknik Elektronika

Agustiawan,S.ST.,MT
NIP.198508012015041005

KATA PENGANTAR

Puji syukur bagi Allah yang maha pengasih dan penyanyang yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingg penulis dapat menyelesaikan Laporan Kerja Praktek (KP), Yang berjudul "Pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan Pada Mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bengkalis di PT. Bukit Batu Hutani Alam (BBHA)" Pada program study DIII – Teknik Elektronika.

Dalam Penyelesaian Kerja Praktek (KP) banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan serta petunjuk dari beberapa pihak atas bantuannya. pada kesempatan ini penulis mengucapkan ribuan terimakasih Khususnya kepada :

1. Bapak Jhony Custer,ST.,MT. selaku direktur Politeknik Negeri Bengkalis.
2. Bapak Agustiawan,S.ST.,MT. Ketua Program Studi Teknik Elektro Politeknik Negeri Bengkalis.
3. Bapak Afridon,ST.,MT selaku Dosen Pembimbing.
4. Bapak Suheri selaku Human Resquaces Head.
5. Bapak Hafiz Kurniadi selaku Pembimbing Lapangan.

Penulis menyadari akan kekurangan dan keterbatasan kemampuan ini, untuk itu mengharapkan adanya kritik dan saran yang dapat memberikan motivasi. Dengan demikian penulis berharap agar Laporan Kerja Praktek (KP) ini bermanfaat bagi pembaca yang akan datang.

Bengkalis,31 Agustus 2021
Penulis,

M. ALFIS HAKBAR
NIM. 3103191180

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ii
DAFTAR ISI iii
BAB I 1
GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN 1
1.1 Sejarah Singkat Perusahaan 1
1.2 Visi dan Misi Perusahaan 3
1.3 Struktur Organisasi Perusahaan 3
1.4 Ruang Lingkup Perusahaan 4
BAB II 5
DESKRIPSI KEGIATAN 5
SELAMA KERJA PRAKTEK 5
2.1 Spesifikasi Kegiatan Kerja Praktek 5
2.2 Target Yang Diharapkan 15
2.3 Peralatan Yang Digunakan 16
2.4 Data-Data Yang Diperlukan 16
2.5 Dokumen-Dokumen Yang Dihasilkan 17
2.6 Kendala Yang Dihadapi Selama Kerja Praktek 17
BAB III 18
Sistem Kerja Boiler 18
3.1 Pengertian Boiler 18
3.2 Klasifikasi Boiler 19
3.3 Bagian-Bagian Boiler 29
3.5 Pengolahan Air Umpan Boiler 41
3.6 Pengendalian Endapan 41
3.7 Kotoran Yang Menyebabkan Endapan 42
3.8 Silika 42
3.9 Tugas berkala dan pemeriksaan bagian luar boiler 50
3.10 Hal-hal lain untuk meningkatkan steam dan air panas boiler 50
3.11 Ruang boiler dan ruang plant 54
3.12 Air dan steam 56

3.13 Air boiler 56
3.14 Prosedur Blowdown (BD) 57
3.15 Hal yang Harus Dilakukan dan Tidak Dilakukan pada Boiler 58
BAB IV PENUTUP 60
4.1 Kesimpulan 60
4.3 Saran. 61
DAFTAR PUSTAKA 62

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Keuntungan Dan Kerugian Boiler Berdasarkan Tipe Pipa 21
Tabel 3. 2 Keuntungan Dan Kerugian Boiler Berdasarkan Bahan Bakar 23
Tabel 3. 3 Keuntungan Dan Kerugian Boiler Berdasarkan Kegunaan. 25
Tabel 3. 4 Keuntungan Dan Kerugian Boiler Berdasarkan Konstruksi. 28
Tabel 3. 5 Keuntungan dan Kerugian Boiler berdasarkan tekanan kerja 28

DAFTER GAMBAR

Gambar 1. 1 peta wilayah PT 4
Gambar 2. 1 Pengenalan Alat 7
Gambar 2. 2 Pengenalan Kontaktor 8
Gambar 2. 3 Merangkai Kontaktor 8
Gambar 2. 4 Memperbaiki Printer 9
Gambar 2. 5 Pengenalan Green House 9
Gambar 2. 6 Pengecekan Green House Day 1 9
Gambar 2. 7 Pengecekan Green House Day 2 10

Gambar 2. 8 Pengecekan Green House Day 3 10
Gambar 2. 9 Pengecekan Bibit Pohon Akasia 11
Gambar 2. 10 Pengenalan Elektromotor 3 Phasa Untuk Pengaliran Air 11
Gambar 2. 11 Pengenalan Area Water Treatment 12
Gambar 2. 12 Pengenalan Alat Penyiraman Bibit 12
Gambar 2. 13 Menjalankan Sistem Penyiraman Bibit 13
Gambar 2. 14 Pengecekan Pupuk Masuk..... 13
Gambar2. 15 Pengenalan Mesin Humber Drum Dari sisa Media Tanam..... 14
Gambar 2. 16 Menjalankan Mesin Humber Drum Dari sisa Media Tanaman. 14
Gambar 2. 17 Pengenalan Mesin Boiler (Katel Uap) 15
Gambar 2. 18 Gambar 2.17 Perpisahan. 15
Gambar 3. 1 fire tube boiler 19
Gambar 3. 2 Diagram sederhana Water Tube Boiler 20
Gambar 3. 3 Jenis Boiler 3 pass, bahan bakar minyak..... 27
Gambar 3. 4 Cerobong Asap 31
Gambar 3. 5 economizer 32
Gambar 3. 6 Gelas Penduga 33
Gambar 3. 7 Safety valve 33
Gambar 3. 8 Katup Uap Induk 34
Gambar 3. 9 Manometer 34
Gambar 3. 10 Blow Down Valve 35
Gambar 3. 11 De-aerasi mekanis 47
Gambar 3. 12 De-aerasi Kimiawi..... 48

BAB I

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

1.1 Sejarah Singkat Perusahaan

Seiring dengan paradigma baru pembangunan di bidang kehutanan Dapartemen Kehutanan Dan Perkebunan yakni pembangunan kehutanan yang berbasiskan pada masyarakat (*community based development)* dan sumber daya alam (*resources based development*) yang di kelola secara lestari dan berwawasan lingkungan, serta mendukung misi otonomi daerah yang terkandung dalam UU No. 22 dan 25 tahun 1999 untuk memperkuat posisi masyarakat didaerah terutama dari aspek perekonomian, maka PT. Mapala Rabda telah mengambil prakarsa untuk usaha dalam membangun kehutanan melalui pola kemitraan (HTPK). Diharapkan, melalui pembangunan kehutanan pola HTPK ini misi dan tujuan perusahaan untuk turut serta berperan dalam peningkatan kesejahteraan ekonomi masyarakat melalui pemberdayaan Koperasi Tani Hutan (KTH) sebagaimitra, akan terwujud. Sebagai timbal balik, dengan adanya keterlibatan masyarakat melalui KTH secara akif dalam usaha pembangunan kehutanan ini, akan semakin menumbuhkan rasa memiliki yanglebih dalam lagi pada masyarakat untuk mengelola hutannya secara lestari dan berpatisipasi ini pada gilirannya akan semakin memperlancar usaha perusahaan sebagai salah satu sumber peningkatan kesejahteraan masyarakat. Dengan menyadari bahwa pengelolaan Hutan pola Kemitraan ini masih merupakan hal yang baru dalam pembangun kehutanan, tentulah dalam perjalanannya masihmemerlukan penyempurnaan-penyempurnaan terutama segi yang menyangkut Sumber Daya Manusia. Namun demikian, kekurangan-kekurangan ini akan terus diminimisir melalui program-program peningkat managerial dimasa yang akan datang hingga pada tingkat yang kita semua harapkan.

Dalam mewujudkan program pengusahaan hutan pola kemitraan ini, secara kronologis, PT. MAPALA RABDA bersam-sama dengan mitra Koperasi Tani Hutan (KTH) Usaha Baru melakukan perikatan-perikatan hukum sebagai berikut:

- Tanggal 20 Februari 1999 : dilakukan penandatanganan Nota Kesepakatan (MoU).
- Tanggal 03 januari 2002 : dilakukan penandatanganan Surat Perjanjian Kerja sama.

Setelah mendapatkan kepastian kelayakan usaha perdasarkan study kelayakan dan studyamdal, maka terbentuk perusahaan patungan tersebut dengan nama : PT. BUKIT BATU HUTANI ALAM dimana wilayah operasional dan keanggotaan koperasi meliputi 3 (tiga) Desa yakni : Desa Sepahat, Desa tenggayun, dan Desa Parit I Api-api.

PT. BUKIT BATU HUTANI ALAM – merupakan perusahaan patungan antara PT. Mapala Rabda dengan KTH. Usaha Baru. Didirikan Berdasarkan akte No. 33 tanggal 22 Maret 2002 yang di buat di hadapan Notaris Darmansyah SH, dan terakhir dengan akte perubahan no 4 tanggal 12 September 2002 yang di buat oleh Notaris Nurhayati SH, Dengan susunan Komisaris dan Direksi sebagai berikut :

- Komisaris Utama : Muktar Widjaja.
- Komisaris : Ir. Subadjo.
- Komisaris : David Suwito .
- Komisaris : Pairan.
- Direktur utama : Mulyani Gani.
- Direktur : Gustaf Kuining.
- Direktur : Stanley Najoan.
- Direktur : Tengku Mustapa.

Dalam walaupun yang tidak terlalu lama lagi, di harapkantelah dapat di terbitkan pengesahaan atas pendirian perusahaan ini oleh Dapartemen Kehakiman dan HAM.

1.2 Visi dan Misi Perusahaan

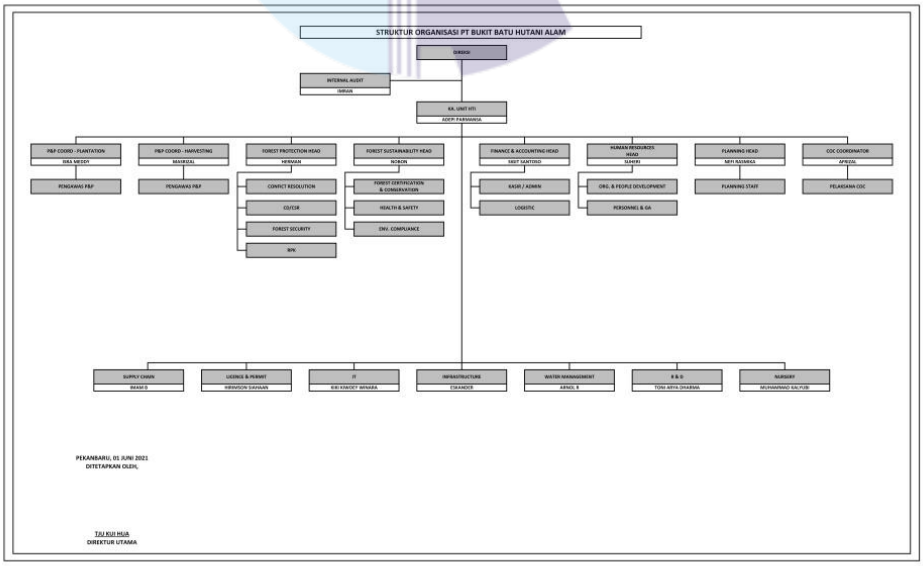
VISI

Menjadi perusahaan terbaik dalam bidang pengelolaan hutan tanaman industri yang lestari dengan memperhatikan nilai ekonomi, sosial dan lingkungan.

MISI

1. Membangun hutan tanaman secara lestari sebagai zona penyangga dari Cagar Bioasfer Giam Siak Kecil Bukit Batu untuk memasok kebutuhan industri pulp & kertas.
2. Meningkatkan kesejahteraan karyawan dan masyarakat sekitar hutan melalui program kemitraan.
3. Melindungi dan memperbaiki areal hutan yang mempunyai manfaat konservasi sebagai bagian dari landscape Cagar Biosfer GSK-BB.
4. Memberikan konstribusi dalam penerimaan pajak negara dan pendapatan daerah serta menghasilkan keuntungan perusahaan yang optimal.

1.3 Struktur Organisasi Perusahaan



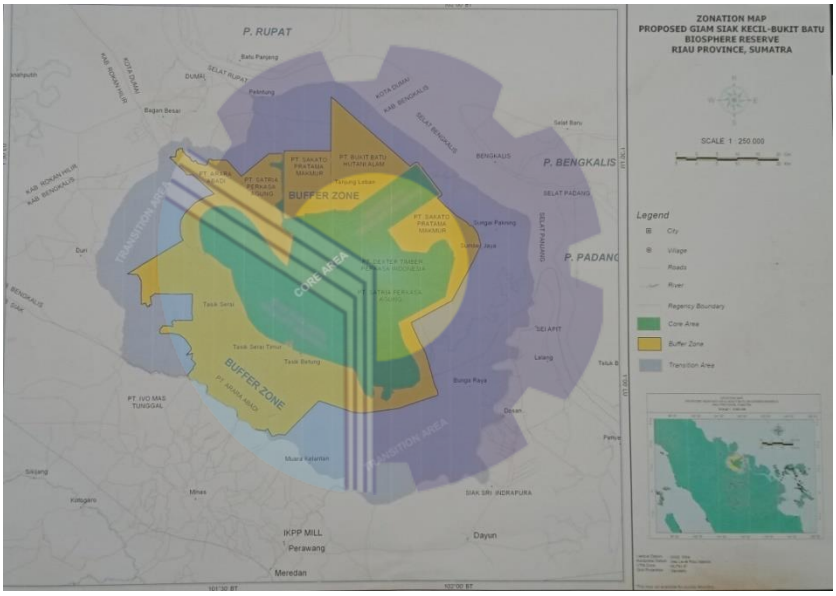
1.4 Ruang Lingkup Perusahaan

Lokasi Usaha Dan Kegiatan

1. Alamat : Kecamatan Bukit Batu, Bengkalis, Riau.
2. No. Telepon : -
3. Posisi Geografis : Antara 101°42’ - 101°30 LU dan 01°18’ - 01°30’ BT.

Batas Wilayah :

- Utara : Kebun Kelapa Sawit Masyarakat.
- Timur : HSAW Bukit Batu.
- Selatan : Eks. HPH PT. Dexter Timber Perkasa Indonesia.
- Barat : IUPHHK PT. Sekato Pratama Makmur dan Eks. HPH. PT. Dexter Timber Perkasa Indonesia.



Gambar 1. 1 peta wilayah PT

(Sumber:Dokumentasi 2021)

BAB II

DESKRIPSI KEGIATAN SELAMA KERJA PRAKTEK

2.1 Spesifikasi Kegiatan Kerja Praktek

Laporan Agenda kegiatan harian yang dilaksanakan selama pelaksanaan kerja praktek, Kegiatan penulis di PT. Bukit Batu Hutani Alam (BBHA) mulai tanggal 08 juli s/d tanggal 30 Agustus 2021 selengkapnya dapat di lihat pada tabel di bawah ini.

Tabbel 2. 1 Daftar kerja praktek untuk mahasiswa magang

Hari	Pagi
Senin – Jumat	07.00 - 17.00

Catatan: Untuk di PT. BUKIT BATU HUTANI ALAM mahasiswa magang tidak diwajibkan masuk setiap hari, kami mahasiswa hanya di beri masuk seminggu 3 kali.

Tabbel 2. 2 Kegiatan harian juli 2021

NO	Tanggal	Jam Kerja	Uraian Kegiatan
1	8 Juli 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Pengenalan
2	9 Juli 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Pengenalan Lapangan dan Alat
3	12 Juli 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Cleaning Area
4	14 Juli 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Pengenalan Kontaktor
5	16 Juli 2021	07-00 s/d17-00	Briefing, Cleaning Area
6	19 juli 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Merangkai Kontaktor
7	21 Juli 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Perbaikan Printer
8	23 Juli 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Cleaning Area

9	26 Juli 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Pengenalan Green House Bibit
9	28 Juli 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Pengecekan Green House Day 1
10	30 Juli 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Cleaning Area

Tabbel 2. 3 Kegiatan harian bulan Agustus 2021

NO	Tanggal	Jam Kerja	Uraian Kegiatan
1	2 Agustus 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Pengecekan Green House Day 2
2	4 Agustus 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Pengecekan Green House Day 3
3	6 Agustus 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Pengecekan Bibit
4	9 Agustus 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing Pengenalan Elektromotor 3 Phasa Untuk Pengaliran Air
5	12 Agustus 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Pengenalan Area Water Treatment
6	13 Agustus 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Cleaning Area
7	16 Agustus 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Pengenalan Alat Penyiraman Bibit
8	18 Agustus 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Menjalankan Alat Penyiraman Bibit
9	20 Agustus 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Pengecekan Pupuk Masuk
10	23 Agustus 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Pengenalan mesin Humber Drum dari sisa media

			tanam
11	25 Agustus 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Menjalankan mesin Humber Drum dari sisa media tanam
12	27 Agustus 2021	07-00 s/d 17-00	Briefing, Pengenalan Boiler
13	30 Agustus 2021	07-00 s/d Selesai	Perpisahan

2.1.1 Kegiatan harian pada bulan Juli 2021

1. Pada hari pertama yaitu tanggal 08 Juli 2021 mahasiswa KP melakukan pengenalan diri kepada supervisor yaitu bapak Suheri dan Anggota.
2. Kegiatan pada tanggal 09 Juli 2021 pada hari ini penulis melakukan pengenalan area dan alat di sekitar PT.

Gambar 2. 1 Pengenalan Alat
(Sumber: Dokumentasi 2021)

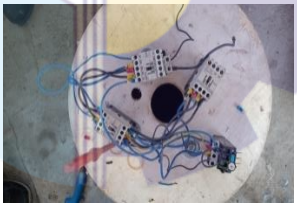
3. Kegiatan pada tanggal 12 Juli 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian melakuan Pembersihan Area PT Bukit Batu Hutani Alam.
4. Kegiatan pada tanggal 14 juli 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian penulis di arahkan untuk pengenalan kontaktor.

Gambar 2. 2 Pengenalan Kontaktor

(Sumber: Dokumentasi 2021)

5. Kegiatan pada tanggal 16 juli 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian melakuan Pembersihan Area PT Bukit Batu Hutani Alam.

6. Kegiatan pada tanggal 19 juli 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian penulis di arahkan untuk merangkai kontaktor.



Gambar 2. 3 Merangkai Kontaktor

(Sumber: Dokumentasi 2021)

7. Kegiatan pada tanggal 21 juli 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian penulis di arahkan untuk memperbaiki printer.

Gambar 2. 4 Memperbaiki Printer

(Sumber: Dokumentasi 2021)

8. Kegiatan pada tanggal 23 juli 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian melakuan Pembersihan Area PT Bukit Batu Hutani Alam.

9. Kegiatan pada tanggal 26 juli 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian di arahkan untuk Pengenalan Green House.

Gambar 2. 5 Pengenalan Green House

(Sumber: Dokumentasi 2021)

10. Kegiatan pada tanggal 28 juli 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian di arahkan untuk Pengecekan Green House Day 1.

Gambar 2. 6 Pengecekan Green House Day 1

(Sumber: Dokumentasi 2021)

11. Kegiatan pada tanggal 30 Juli 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian melakuan Pembersihan Area PT Bukit Batu Hutani Alam.

12. Kegiatan pada tanggal 2 Agustus 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian di arahkan untuk Pengecekan Green House Day 2.

Gambar 2. 7 Pengecekan Green House Day 2

(Sumber: Dokumentasi 2021)

13. Kegiatan pada tanggal 4 Agustus 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian di arahkan untuk Pengecekan Green House Day 3.

Gambar 2. 8 Pengecekan Green House Day 3

(Sumber: Dokumentasi 2021)

14. Kegiatan pada tanggal 6 Agustus 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian di arahkan untuk Pengecekan Bibit Pohon Akasia.

Gambar 2. 9 Pengecekan Bibit Pohon Akasia

(Sumber: Dokumentasi 2021)

15. Kegiatan pada tanggal 9 Agustus 2021 pada hari ini penulis melakukan Breafing pada pagi hari, kemudian di arahkan untuk Pengenalan Elektromotor 3 Phasa Untuk Pengaliran Air.

Gambar 2. 10 Pengenalan Elektromotor 3 Phasa Untuk Pengaliran Air

(Sumber: Dokumentasi 2021)

16. Kegiatan pada tanggal 12 Agustus 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian di arahkan untuk Pengenalan Area Water Treatment.

Gambar 2. 11 Pengenalan Area Water Treatment

(Sumber: Dokumentasi 2021)

17. Kegiatan pada tanggal 13 Agustus 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian melakuan Pembersihan Area PT Bukit Batu Hutani Alam.

18. Kegiatan pada tanggal 16 Agustus 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian di arahkan untuk Pengenalan Alat Penyiraman Bibit.

Gambar 2. 12 Pengenalan Alat Penyiraman Bibit

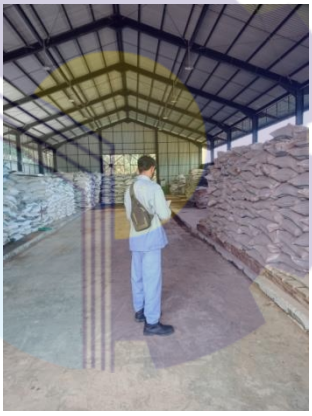
(Sumber: Dokumentasi 2021)

19. Kegiatan pada tanggal 18 Agustus 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian di arahkan untuk menjalankan Alat Penyiraman Bibit.

Gamba r2. 13 Menjalankan Sistem Penyiraman Bibit

(Sumber: Dokumentasi 2021)

20. Kegiatan pada tanggal 20 Agustus 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian diarahkan untuk Pengecekan Pupuk Masuk.



Gambar 2. 14 Pengecekan Pupuk Masuk

(Sumber: Dokumentasi 2021)

21. Kegiatan pada tanggal 23 Agustus 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian di arahkan untuk Pengenalan Mesin Humber Drum Dari sisa Media Tanam.

Gambar2. 15 Pengenalan Mesin Humber Drum Dari sisa Media Tanam

(Sumber: Dokumentasi 2021)

22. Kegiatan pada tanggal 25 Agustus 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian di arahkan untuk menjalankan Mesin Humber Drum Dari sisa Media Tanam.

Gambar 2. 16 Menjalankan Mesin Humber Drum Dari sisa Media Tanaman.

(Sumber: Dokumentasi 2021)

23. Kegiatan pada tanggal 27 Agustus 2021 pada hari ini penulis melakukan Briefing pada pagi hari, kemudian di arahkan untuk pengenalan Boiler.

Gambar 2. 17 Pengenalan Mesin Boiler (Katel Uap)

(Sumber: Dokumentasi 2021)

24. Kegiatan pada tanggal 30 Agustus 2021 pada hari ini merupakan hari terakhir berada di PT. BUKIT BATU HUTANI ALAM (BBHA) dan melakukan perpisahan.

Gambar 2. 18 Gambar 2.17 Perpisahan.

(Sumber: Dokumentasi 2021)

2.2 Target Yang Diharapkan

Target yang diharapkan dapat tercapai melalui Kerja Praktek (KP) berdasarkan spesifikasi kegiatan yang dilaksanakan adalah sebagai berikut :

1. Dapat melihat, mengetahui dan memahami secara langsungt penerapan ilmu yang di dapat pada jenjang perkuliahan.
2. Dapat megetahui prinsip kerja dari berbagai macam masin industri secara langsung.
3. Dapat mengetahui permasalahan-permasalahan yang timbul di industri serta mencari solusi penyelesaiannya.

4. Dapat menerapkan ilmu dalam kegiatan perawatan mesin Boiler sebagai katel uap untuk tanaman.
5. Membangun pola pikir mengenai prinsip ekonomis dalam manajemen industry.
6. Menambah pengalaman kerja dengan ilmu yang berbeda.
7. Membina kepribadian untuk bekerja profesional.
8. Membangun jalinan kerjasama yang baik antara Politeknik Negeri Bengkalis dengan dunia industri tersebut.

2.3 Peralatan Yang Digunakan

Peralatan merupakan suatu kebutuhan sekaligus alat bantu bagi teknisi ketika bekerja, diantaranya dalam menangani masalah berupa gangguan-gangguan yang terjadi dilapangan. Adapun peralatan yang sering digunakan pada Kerja Praktek (KP) adalah :

1. Alat pelindung diri (sepatu safety, masker).
2. Tespent.
3. Obeng plus (+) dan obeng minus (-).
4. Kunci pas.
5. dan lain-lainnya.

2.4 Data-Data Yang Diperlukan

Data-data yang diperlukan untuk menyelesaikan spesifikasi kegiatan yang diharapkan adalah sebagai berikut:

1. Standard operational procedure (SOP) yang bertujuan untuk mengatur dan memberi petunjuk keselamatan kerja, pengoperasian, perawatan dan perbaikan mesin-mesin utama (Major Device) atau mesin pendukung (Auxiliaries Device) untuk mesin pembersih tube dari sisa media tanam
2. Struktur Organisasi PT. BUKIT BATU HUTANI ALAM (BBHA)
3. Sistem kontrol mesin Boiler.

2.5 Dokumen-Dokumen Yang Dihasilkan

Dokumen-dokumen yang dihasilkan setelah pelaksanaan Kerja Praktek (KP) di PT. BUKIT BATU HUTANI ALAM adalah sebagai berikut:

1. Standard operational procedure (SOP) PT. Bukit Batu Hutani Alam.
2. Pengenalan mesin Boiler
3. Struktur organisasi PT. Bukit Batu Hutani Alam.
4.Ruang lingkup PT. Bukit Batu Hutani Alam.

2.6 Kendala Yang Dihadapi Selama Kerja Praktek

Dalam pelaksanaan kerja praktek ini, ada beberapa kendala yang dihadapi oleh penulis, diantaranya:

1. Sulit mendapatkan data perusahaan sebagaimana yang diharapkan. Hal ini dikarenakan banyaknya pekerjaan yang harus diselesaikan oleh pembimbing lapangan.
2. Mesin Boiler merupakan mesin pesanan yang dirancang sendiri oleh pihak perusahaan, sehingga sangat sulit mendapatkan referensi dari luar mengenai mesin yang memiliki prinsip kerja yang serupa.

BAB III

Sistem Kerja Boiler

3.1 Pengertian Boiler

Boiler adalah bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau *steam*. Air panas atau *steam* pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Jika air didihkan sampai menjadi steam, volumenya akan meningkat sekitar 1.600 kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga boiler merupakan peralatan yang harus dikelola dan dijaga dengan sangat baik.

Sistem boiler terdiri dari: sistem air umpan, sistem *steam*, dan sistem bahan bakar. Sistem air umpan menyediakan air untuk boiler secara otomatis sesuai dengan kebutuhan *steam*. Berbagai kran disediakan untuk keperluan perawatan dan perbaikan. Sistem *steam* mengumpulkan dan mengontrol produksi *steam* dalam boiler. Steam dialirkan melalui sistem pemipaan ke titik pengguna. Pada keseluruhan sistem, tekanan steam diatur menggunakan kran dan dipantau dengan alat pemantau tekanan. Sistem bahan bakar adalah semua peralatan yang digunakan untuk menyediakan bahan bakar untuk menghasilkan panas yang dibutuhkan. Peralatan yang diperlukan dalam sistem bahan bakar tergantung pada jenis bahan bakar yang digunakan pada sistem.

Air yang disuplai ke boiler untuk dirubah menjadi *steam* disebut air umpan. Dua sumber air umpan adalah:

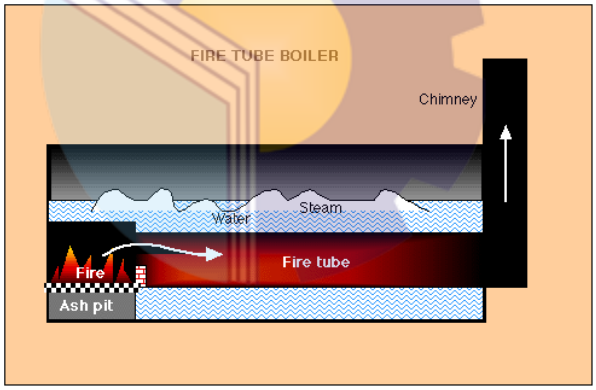
1. *Kondensat* atau *steam* yang mengembun yang kembali ke proses
2. Air *make up* (air baku yang sudah diolah) yang harus diumpankan dari luar ruang boiler ke *plant* proses.

Untuk mendapatkan efisiensi boiler yang lebih tinggi, digunakan *economizer* untuk memanaskan awal air umpan menggunakan limbah panas pada gas buang.

3.2 Klasifikasi Boiler

Setelah mengetahui proses singkat sistem boiler dan komponen pembentuk sitem boiler, selanjutnya kita perlu mengetahui jenis-jenis boiler. Berbagai jenis boiler yang telah berkembang mengikuti kemajuan teknologi dan evaluasi dari produk-produk boiler sebelumnya. Berikut adalah klasifikasi boiler:

- Berdasarkan tipe pipa:
  1. *Fire Tube Boiler*



Gambar 3. 1 fire tube boiler

(Sumber: Google)

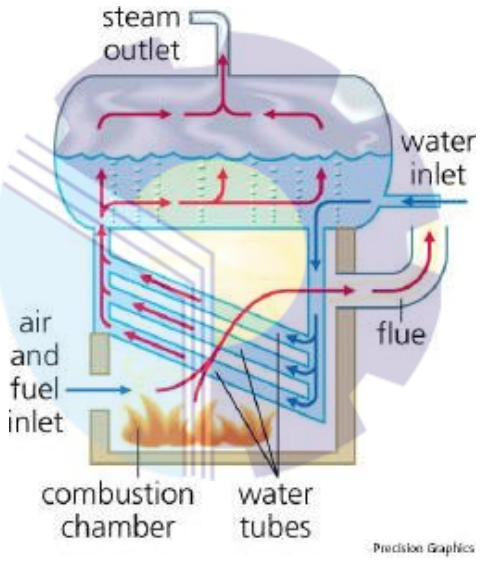
Cara kerja:

Proses pengapian terjadi di dalam pipa, kemudian panas yang dihasilkan dihantarkan langsung kedalam boiler yang berisi air. Besar dan konstruksi boiler mempengaruhi kapasitas dan tekanan yang dihasilkan boiler tersebut.

Karakteristik:

- Biasanya digunakan untuk kapasitas *steam* yang relatif kecil (12.000 kg/jam) dengan tekanan rendah sampai sedang (18 kg/cm^2).
- Dalam operasinya dapat menggunakan bahan bakar minyak, gas atau bahan bakar padat.
- Untuk alasan ekonomis, sebagian besar *fire tube boiler* dikonstruksi sebagai paket boiler (dirakit oleh pabrik) untuk semua bahan bakar

2. *Water Tube Boiler*



Gambar 3. 2 Diagram sederhana Water Tube Boiler

(Sumber: Google)

Cara kerja:

Proses pengapian terjadi di luar pipa. Panas yang dihasilkan digunakan untuk memanaskan pipa yang berisi air. Air umpan itu sebelumnya dikondisikan terlebih dahulu melalui *economizer*. *Steam* yang dihasilkan kemudian dikumpulkan terlebih dahulu di dalam sebuah *steam drum* sampai sesuai. Setelah melalui tahap *secondary*

superheater dan *primary superheater*, baru steam dilepaskan ke pipa utama distribusi.

Karakteristik:

- Tingkat efisiensi panas yang dihasilkan cukup tinggi.
- Kurang toleran terhadap kualitas air yang dihasilkan dari *plant* pengolahan air. Sehingga air harus dikondisikan terhadap mineral dan kandungan-kandungan lain yang larut dalam air.
- Boiler ini digunakan untuk kebutuhan tekanan *steam* yang sangat tinggi seperti pada pembangkit tenaga.
- Kapasitas steam antara 4.500-12.000 kg/jam dengan tekanan sangat tinggi.
- Menggunakan bahan bakar minyak dan gas untuk *water tube boiler* yang dirakit dari pabrik
- Menggunakan bahan bakar padat untuk *water tube boiler* yang tidak dirakit di pabrik.

Tabel 3. 1Keuntungan Dan Kerugian Boiler Berdasarkan Tipe Pipa

NO	Tipe boiler	Keuntungan	Kerugian
1	*Fire tube boiler*	Proses pemasangan mudah dan cepat. Tidak membutuhkan *setting* khusus	Tekanan operasi *steam* terbatas untuk tekanan rendah (18 bar)
		Investasi awal boiler ini murah	Kapasitas *steam* relatif kecil (13.5 TPH) jika dibandingkan dengan *water tube*
		Bentuknya lebih *compact* dan *portable*	Tempat pembakarannya sulit dijangkau untuk dibersihkan, diperbaiki dan diperiksa kondisinya.
		Tidak membutuhkan area	Nilai efisiensinya rendah,

		yang besar untuk 1 HP boiler	karena banyak energi kalor yang terbuang
2	*Water Tube Boiler*	Kapasitas *steam* besar sampai 450 TPH	Proses konstruksi lebih detail
		Tekanan operasi mencapai 100 bar	Investasi awal relatif lebih mahal
		Nilai efisiensinya relatif lebih tinggi dari *fire tube boiler*	Penanganan air yang masuk ke dalam boiler perlu dijaga, karena lebih sensitif untuk sistem ini. Perlu komponen pendukung untuk hal ini.
		Tungku mudah dijangkau untuk melakukan pemeriksaan, pembersihan, dan perbaikan	Karena mampu menghasilkan kapasitas dan *steam* yang lebih besar, maka konstruksinya membutuhan area yang lebih luas.

- Klasifikasi boiler berdasarkan bahan bakar yang digunakan.

  1. *Solid fuel*

     Pemanasan yang terjadi akibat pembakaran antara percampuran bahan bakar padat (batu bara, *baggase*, *rejected product*, sampah kota, kayu) dengan oksigen dan sumber panas.

     Karakteristik:

     - Harga bahan baku relatif lebih murah dari boiler yang menggunakan bahan bakar cair dan listrik
     - Nilai efisiensinya lebih baikdari boiler tipe listrik.

2. *Oil fuel*

   Pemanasan yang terjadi akibat pembakaran antara percampuran bahan bakar cari (solar, IDO, residu, kerosin) dengan oksigen dan sumber panas.

   Karakteristik:

   - Harga bahan baku pembakaran paling mahal dibandingkan dengan semua tipe boiler.
   - Nilai efisiensinya lebih baik dari boiler berbahan bakar padat dan listrik

3. *Gaseous Fuel*

   Pembakaran yang terjadi akibat percampuran bahan bakar gas (LNG) dengan oksigen dan sumber panas.

   Karakteristik:

   - Harga bahan baku pembakaran paling murah dibandingkan semua tipe boiler
   - Nilai efisiensi lebih baik jika dibandingkan dengan semua tipe boiler

4. Elektrik

   Pemanasan yang terjadi akibat sumber listrik yang menyuplai sumber panas.

   Karakteristik:

   - Harga bahan baku relatif lebih murah dibandingkan dengan boiler yang menggunakan bahan bakar cair
   - Nilai efisiensinya paling rendah dari semua tipe boiler

Tabel 3. 2 Keuntungan Dan Kerugian Boiler Berdasarkan Bahan Bakar

No	Tipe boiler	Keuntungan	Kerugian
1	*Solid fuel*	Bahan baku mudah didapatkan	Sisa pembakaran sulit dibersihkan
		Murah konstruksinya	Sulit mendapatkan bahan baku yang baik

2	*Oil fuel*	Sisa pembakaran tidak banyak dan lebih mudah dibersihkan	Harga bahan baku paling mahal
		Bahan bakunya mudah didapatkan	Mahan konstruksinya
3	*Gaseous fuel*	Harga bahan bakar paling murah	Mahal konstruksinya
		Paling banyak nilai efisiensinya	Sulit didapatkan bahan bakunya, harus ada jalur distribusi
4	*Electric*	Paling mudah perawatannya	Paling buruk nilai efisiensinya
		Mudah konstruksinya dan mudah didapatkan sumbernya	Temperatur pembakaran paling rendah

- Klasifikasi Boiler Berdasarkan Kegunaan Boiler

1. *Power Boiler*

   Steam yang dihasilkan boiler ini menggunakan tipe *water tube boiler*, hasil *steam* yang dihasilkan memiliki tekanan dan kapasitas yang besar, sehingga mampu memutar *steam* turbin dan menghasilkan listrik dari generator.

   Karakteristik:

   - Kegunaan utamanya sebagai penghasil *steam* untuk pembangkit listrik
   - Sisa steam digunakan sebagai proses industri.

2. Industrial Boiler

   Steam yang dihasilkan boiler ini dapat menggunakan *tipe water tube boiler* atau *fire tube boiler*.

   Karakteristik:

- Kegunaan steam utamanya untuk menjalankan proses industri dan sebagai tambahan panas.
- *Steam* memiliki kapasitas yang besar dan tekanan yang sedang.

3. Komersial Boiler

   Steam yang dihasilkan boiler ini dapat menggunakan tipe *water tube boiler* atau *fire tube boiler*.

   Karakteristik:

   - Kegunaan *steam* utamanya untuk menjalankan proses operasi komersial.
   - *Steam* memiliki kapasitas yang besar dan tekanan rendah.

4. *Residential Boiler*

   Steam yang dihasilkan boiler ini menggunakan boiler tipe *fire tube boiler*. Karakteristik:

   - Memiliki tekanan dan kapasitas *steam* yang rendah
   - Kegunaan utamanya yaitu sebagai penghasil *steam* tekanan rendah yang digunakan untuk perumahan.

5. *Heat Recovery Boiler*

   Steam yang dihasilkan boiler ini menggunakan tipe *water tube boiler* atau *fire tube boiler*.

   Karakteristik:

   - *Steam* yang dihasilkan memiliki tekanan dan kapasitas yang besar
   - Kagunaan utamanya sebagai penghasil *steam* dari uap panas yang tidak terpakai
   - Hasil *steam* ini digunakan untuk menjalankan proses industri.

Tabel 3. 3 Keuntungan Dan Kerugian Boiler Berdasarkan Kegunaan.

No	Tipe Boiler	Keuntungan	Kerugian
1	*Power Boiler*	Dapat menghasilkan listrik dan sisa *steam* dapat untuk menjalankan proses industri	Konstruksi awal relatif mahal

		Steam yang dihasilkan memiliki tekanan tinggi	Perlu diperhatikan *factor safety*
2	*Industrial Boiler*	Penanganan boiler lebih mudah	*Steam* yang dihasilkan memiliki tekanan rendah.
		Konstruksi awal relatif murah	
3	*Commercial Boiler*	Penanganan boiler lebih mudah	*Steam* yang dihasilkan memiliki tekanan rendah
		Konstruksi awal relatif murah	
4	*Residential Boiler*	Penanganan boiler lebih mudah	*Steam* yang dihasilkan memiliki tekanan rendah
		Konstruksi awal relatif murah	
5	*Heat Recovery Boiler*	Penanganan boiler lebih mudah	*Steam* yang dihasilkan memiliki tekanan rendah
		Konstruksi awal relatif murah	

- Klasifikasi Boiler Berdasarkan Konstruksi Boiler

1. *Package Boiler*

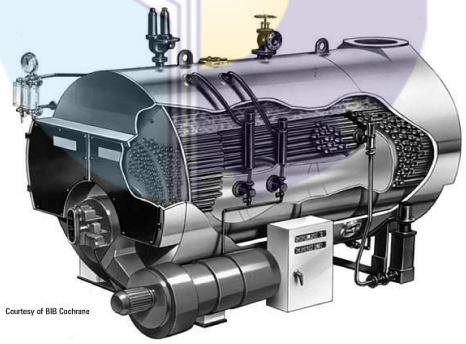
Disebut *package boiler* karena sudah tersedia sebagai paket yang lengkap pada saat dikirim ke pabrik. Hanya memerlukan pipa *steam*, pipa air, suplai bahan bakar dan sambungan listrik untuk dapat beroperasi. Paket boiler biasanya merupakan tipe *fire tube boiler* dengan transfer panas yang tinggi baik radiasi maupun konveksi.

Ciri-ciri *package boiler*:

- Kecilnya ruang pembakaran dan tingginya panas yang dilepas menghasilkan penguapan yang lebih cepat.

- Banyaknya jumlah pipa yang berdiameter kecil membuatnya memiliki perpindahan panas konvektif yang baik.
- Sistem *forced* atau *induced draft* menghasilkan efisiensi pembakaran yang baik.
- Sejumlah lintasan/pass menghasilkan perpindahan panas keseluruhan yang baik.
- Tingkat efisiensi thermisnya yang lebih tinggi dibandingkan dengan boiler lainnya.

Boiler tersebut dikelompokkan berdasarkan jumlah *pass* nya yaitu berapa kali gas pembakaran melintasi boiler. Ruang pembakaran ditempatkan sebagai lintasan pertama setelah itu kemudian satu, dua, atau tiga set pipa api. Boiler yang paling umum dalam kelas ini adalah unit tiga *pass* dengan dua *set fire tube* dan gas buangnya keluar dari belakang boiler.



Gambar 3. 3 Jenis Boiler 3 pass, bahan bakar minyak
(Sumber: Google)

2. Site Erected Boiler

Tipe *site erected boiler* perakitannya biasanya dilakukan ditempat akan berdirinya boiler tersebut. Pengiriman dilakukan perkomponen.

Tabel 3. 4 Keuntungan Dan Kerugian Boiler Berdasarkan Konstruksi.

No	Tipe Boiler	Keuntungan	Kerugian
1	*Package Boiler*	Mudah pengirimannya	Terbatas tekanan dan kapasitas kerjanya
		Dibutuhkan waktu yang singkat untuk pengoperasian setelah pengiriman	Komponen-komponen boiler tergantung pada produsen boiler
2	*Site Erected Boiler*	Tekanan dan kapasitas kerjanya dapat disesuaikan keinginan.	Sulit pengirimannya, memakan biaya yang mahal.
		Komponen-komponen boiler dapat dipadukan dengan produsen lain.	Perlu waktu yang cukup lama setelah boiler berdiri, setelah proses pengiriman.

- Klasifikasi Boiler Berdasarkan Tekanan Kerja Boiler

1. *Low Pressure Boilers*

   Tipe ini memiliki tekanan steam operasi kurang dari 15 psig, menghasilkan air panas dengan tekanan dibawah 160 psig atau temperatur dibawah 250^0 F

2. *High Pressure Boilers*

   Tipe ini memiliki tekanan steam operasi diatas 15 psig atau menghasilkan air panas dengan tekanan diatas 160 psig dan temperatur diatas 250^0 F

Tabel 3. 5Keuntungan dan Kerugian Boiler berdasarkan tekanan kerja

No	Tipe Boiler	Keuntungan	Kerugian
1	*Low Pressure*	Tekanan rendah sehingga penanganannya tidak	Tekanan yang dihasilkan rendah, tidak dapat membangkitkan listrik.

		terlalu rumit	
		Area yang dibutuhkan tidak terlalu besar, dan biaya konstruksi tidak lebih mahal dari high pressure boiler	
2	*High Pressure*	Tekanan yang dihasilkan tinggi sehingga dapat membangkitkan listrik dan sisanya dapat didaur ulang untuk mengoperasikan proses industry	Tekanan tinggi sehingga penanganannya perlu diperhatikan aspek keselamatannya
			Area yang dibutuhkan besar dan biaya konstruksi lebih mahal dari *low pressure boiler*

3.3 Bagian-Bagian Boiler

3.1.1 Bagian Utama Boiler

Boiler atau ketel uap terdiri dari berbagai komponen yang membentuk satu kesatuan sehingga dapat menjalankan operasinya, diantaranya:

1. Furnace

Komponen ini merupakan tempat pembakaran bahan bakar. Beberapa bagian dari furnace diantaranya: refractory, ruang perapian, burner, exhaust for flue gas, charge and discharge door.

Ruang bakar atau lorong api ini digunakan untuk memanaskan air. Diameternya kurang dari 1 meter. Api yang dihasilkan adalah hasil pengabutan dari bahan bakar, udara dan bahan lain yaitu LPG serta dengan bantuan elektroda untuk penyalaan awal. Api yang dihasilkan tersebut dihembuskan ke seluruh lorong api oleh motor blower dan melewati pipa-pipa api sampai terjadi proses penguapan.

Biasanya lorong pipa api di dalam boiler dibuat bergelembung memanjang dengan tujuan:

- Menghambat jalannya panas atau gas dari hasil reaksi pembakaran
- Memperluas bidang yang dipanaskan
- Pada saat pemuaian akibat pembakaran, lorong api dapat fleksibel

2. Steam Drum

Komponen ini merupakan tempat penampungan air panas dan pembangkitan steam. Steam masih bersifat jenuh (saturated steam).

Tangki atau drum sering disebut juga badan ketel uap yaitu tempat beroperasinya ketel uap di dalamnya terdapat instrument-instrumen yang menjalankan proses pemindah panas seperti lorong api dan pipa api, dalam badan ketel inilah sejumlah air ditampung untuk dipanaskan.

3. Superheater

Komponen ini merupakan tempat pengeringan steam dan siap dikirim melalui main steam pipe dan siap untuk menggerakkan turbin uap atau menjalankan proses industri.

4. Air Heater

Komponen ini merupakan ruangan pemanas yang digunakan untuk memanaskan udara luar yang diserap untuk meminimalisasi udara yang lembab yang akan masuk ke dalam tungku pembakaran.

5. Pipa Api

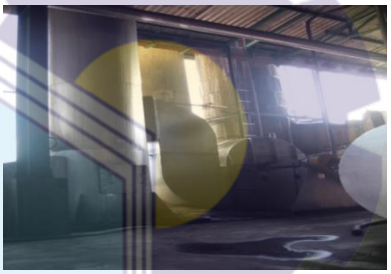
Adalah pipa-pipa dengan diameter 55 mm yang jumlahnya mencapai 1062 buah yang fungsinya untuk menguapkan air.

6. Burner

Yaitu perangkat dari ketel uap yang berfungsi menyemprot bahan bakar ke dalam ruang pembakaran sehingga pembakaran mudah terjadi.

7. Cerobong Asap

Yaitu perangkat dari ketel uap yang berfungsi meneruskan atau membuang asap sisa reaksi pembakaran yang terjadi di dalam boiler dengan tujuan menyalurkan gas asap bekas supaya tidak mengotori atau mengganggu lingkungan sekitar. Di dalam cerobong asap ini terdapat water spray yang fungsinya untuk menyemprotkan air di dalam cerobong supaya abu dari sisa pembakaran jatuh ke bawah dan mengalir ke bak sedimen.



Gambar 3. 4 Cerobong Asap
(Sumber: Google)

8. Economizer

Komponen ini merupakan ruangan pemanas yang digunakan untuk memanaskan air dari air yang terkondensasi dari sistem sebelumnya maupun air umpan baru sebelum masuk ke dalam ketel. *Economizer* terdiri dari pipa-pipa air yang ditempatkan pada lintasan gas asap sebelum meninggalkan ketel. Gas asap yang akan melewati cerobong temperaturnya masih cukup tinggi sehingga merupakan kerugian panas yang besar bila gas asap tersebut langsung dibuang lewat cerobong. Gas asap yang masih panas ini yang akan dimanfaatkan untuk memanaskan air isian ketel.

Adapun keuntungan menggunakan economizer antara lain:

- Menghemat bahan bakar sehingga biaya operasional lebih murah, karena air isian masuk ke dalam ketel sudah dalam keadaan panas.
- Memperbesar efisiensi ketel karena memperkecil kerugian panas yang dialami ketel uap.

Gambar 3. 5 economizer
(Sumber: Google)

1.1.2 Alat Bantu Ketel Uap

Appendages adalah alat-alat perlengkapan ketel uap/boiler yang dapat bekerja sendiri dan dipasang dengan maksud untuk menjamin agat ketel uap/boiler dapat bekerja dengan aman. Adapun yang termasuk alat bantu ketel uap sebagai berikut:

1. Gelas Penduga

Gelas penduga adalah suatu alat yang digunakan untuk mengetahui ketinggian permukaan air dalam pesawat ketel uap. Pemasangan gelas penduga pada pesawat ketel uap sekurang-kurangnya 2 buah dan tentang pemasangannya dengan ketinggian maksimum 100 mm dibawah garis api.

Gambar 3. 6 Gelas Penduga
(Sumber: Google)

2. Katup Pengaman (*Safety Valve*)

Katup pengaman mempunyai fungsi untuk menjaga tekanan kerja ketel uap agar tidak melebihi tekanan maksimum.

Katup pengaman ini akan bekerja dengan sendirinya apabila terjadi kelebihan tekanan kerja yaitu uap akan dikeluarkan sehingga ketel bekerja sesuai dengan tekanan yang diinginkan. Namun apabila melebihi tekanan maksimal dan katup ini tidak berfungsi maka akan menyebabkan peledakan.

Gambar 3. 7 Safety valve
(Sumber: Google)

3. Katup Uap Induk

Katup ini berfungsi untuk mengalirkan uap hasil dari pesawat ketel uap. Katup ini diletakkan tepat di atas tangki ketel. Pengaturan kapasitas uap yang disalurkan dapat dilakukan dengan mengatur kran katup uap induk.

Gambar 3. 8 Katup Uap Induk
(Sumber: Google)

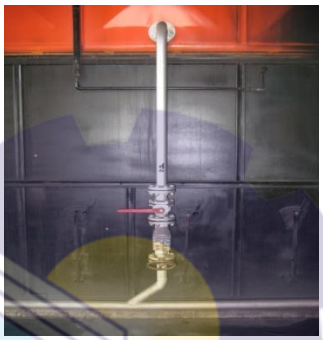
4. Manometer

Manometer ini digunakan sebagai alat untuk menunjukkan tekanan uap pada ketel uap. Pemasangan manometer ini ditujukan agar besar kecilnya tekanan di dalam ketel uap dapat diketahui sehingga memudahkan untuk mengontrolnya. Penempatan manometer adalah pada bagian dimana uap hampir tidak mengalir, kebanyakan manometer yang dipasang adalah manometer *bourdon.*

Gambar 3. 9 Manometer
(Sumber: Google)

5. Katup Buang (*Blow Down Valve*)

Katup buang adalah katup untuk membuang segala kotoran-kotoran yang mengendap pada dasar tangki, endapan ini apabila tidak dibersihkan atau dibuang maka akan menyebabkan aliran buntu dan akhirmya membahayakan boiler tersebut. Katup ini juga berfungsi untuk membuang sebagian air dari dalam ketel karena permukaan terlalu tinggi. Permukaan air yang terlalu tinggi menyebabkan uap yang dihasilkan terlalu banyak mengandung air.



Gambar 3. 10 Blow Down Valve
(Sumber: Google)

6. Garis Api

Garis api adalah garis horizontal pada plat logam yang ditempelkan pada permukaan luar dinding ketel uap yang merupakan batas tertinggi bagian ketel uap yang mendapatkan pemanasan gas asap. Permukaan air di dalam ketel tidak boleh turun sampai di bawah garis api. Jika hal itu terjadi maka temperatur dinding ketel di atas pemukaan air akan turun sehingga bagian ini akan pecah Karena tidak kuat menahan kerja ketel uap.

7. Lubang Laluan Orang (*Man Hole*) dan Lubang Tangan (*Hand Hole*)

Man hole adalah suatu lubang laluan orang dengan ukuran tubuh manusia berfungsi untuk memeriksa bagian dalam ketel dengan cara masuk ke dalam ketel dan melihat bagian dalam ketel. *Man hole* ini dibuka hanya pada saat boiler ini tidak beroperasi atau *overhaule.*

Sedangkan *handhole* berfungsi untuk memeriksa bagian dalam ketel dengan cara meraba melalui luar ketel. Letak dari *manhol*e biasanya di atas dari badan ketel dan *hand hole* terletak pada bagian samping badan ketel.

8. Tanda Bahaya/Peluit Bahaya

Tanda bahaya ini berfungsi sebagai tanda bila ada peralatan-peralatan elektronik *kontrol* dan pengaman-pengaman lainnya yang tidak bekerja sebagaimana mestinya, kecuali itu alat ini juga berfungsi sebagai pemberi tandas apabila pesawat ketel uap kekurangan air isian.

3.1.3 Perlengkapan Elektronik Boiler

Pada sebuah boiler kegunaan dari sistem elektronik sangatlah penting sekali karena sebuah boiler tidak akan beroperasi bila tidak ada sistem elektroniknya. Instrument elektronik yang ada pada boiler digunakan untuk sistem kontrol operasional boiler. Sistem kontrol pada boiler dengan pola elektrik diantaranya:

1. Sensor

Sensor adalah instrument untuk member informasi bahwa kondisi yang kita inginkan telah tercapai dan sekaligus menginstruksikan agar sistem itu bekerja. Macam-macam sensor yang ada pada boiler diantaranya: *Floater switch, elektrik floater switch*, foto elektrik *floater switch,* sensor temperatur dan *thermostat*, *pressure controller*, dan *flame detector*

.

2. Monitor

Monitor adalah alat pemantau kondisi suatu proses karena dengan indera manusia tidak dapat mengetahui kondisi tersebut. Pada ketel uap, lingkup kerja monitor diantaranya: memonitor tinggi permukaan air, monitor aliran, monitor tekanan, monitor suhu, monitor fungsi instrument, monitor peringatan fungsi kerusakan sistem dan monitor langkah kerja.

3. *Actuator*/*Servo Motor*

Adalah alat gerak yang berfungsi untuk mengerjakan instruksi dan sumber gerak untuk alat lain. Jenis actuator ini diantaranya: *actuator elektro magnetic*, *actuator motor listrik*, dan *actuator* tenaga angin.

4. Kontaktor

Adalah alat yang digunakan untuk mengalirkan arus listrik dari satu jaringan ke jaringan yang lain.

5. *Recorder*

Adalah instrument yang digunakan untuk mengetahui debit yang mengalir pada suatu saluran, hal ini sangat dibutuhkan guna mengetahui efisiensi dan biaya produksi. Macam dari recorder ini diantaranya: *flow rate recorder*, *flow recorder* jarak jauh, temperatur jarak jauh, dan recorder terpadu.

6. *Vacum flame*

Adalah alat yang berfungsi untuk mensensor rangkaian api yang ada di ruang bakar.

7. *Timer/Program Relay*

Yaitu komponen yang mengatur *sequence* operasi instrument lainnya sesuai dengan rangsangan yang diterima.

8. *Safety Relay*

Safety relay ini berupa 2 buah kontak relay yang bekerja memutuskan atau menghubungkan 2 buah terminal bila waktu kerja *relay* terlampaui yang dapat disebut dengan pembatas waktu kerja.

9. *Power Supply*

Power supply ini berfungsi untuk menyesuaikan tegangan listrik untuk mengerjakan peralatan lainnya.

3.1.4 Perlengkapan Boiler Lainnya

1. *Blower*

Adalah instrument yang berbentuk kipas yang digunakan untuk menghasilkan udara yang bertekanan dari motor listrik juga berfungsi sebagai penghisap udara luar sebagai udara pembakaran yang diteruskan ke dalam ruang bakar boiler sebagai penekan bahan bakar yang telah membara sehingga pembakaran berlangsung dengan cepat.

2. *Header*

Adalah sebuah tabung atau pipa yang digunakan untuk terminal uap hasil dari ketel uap yang kemudian dari header ini uap akan dibagi ke bagian-bagian yang memerlukan dengan melakukan pengaturan tekanan yang sesuai dengan kebutuhan.

3. *Thermometer*

Thermometer ini digunakan untuk mengetahui temperatur pada air pengisi ketel uap yang dihasilkan, temperatur asap keluar cerobong, temperatur ruang bakar dan lain sebagainya.

4. Pompa Air

Pompa air ini digunakan untuk menaikkan air pengisi dari tangki cadangan yang berada di sisi yang airnya berasal dari tangki induk bila terjadi keterlambatan pengisian air umpan dari tangki induk.

5. *Safety Test*

Adalah suatu bejana/tabung yang akan dipanaskan pada boiler yang sesuai dengan tekanan pada ketel uap yang baru di *overhaule*. Masih normalkah dan masih amankah *safety valve* itu digunakan untuk operasi lagi.

3.4 Pengoperasian Ketel Uap

Pada umumnya setiap mesin yang diproduksi oleh pabrik selalu dilengkapi dengan *handbook*/ buku petunjuk cara pemasangan, perawatan dan pengoperasiannya. Begitu juga dengan ketel uap yang ada di PT. KIMIA FARMA Unit Manfaktur Semarang terdapat buku petunjuk tentang spesifikasi pengoperasian, perawatan, pemasangan dan lain-lain.

Secara garis besar penulis akan menjelaskan pengoperasian boiler berdasarkan petunjuk yang ada dari buku petunjuk dan penjelasan dari operator, diantaranya:

❖ Ketentuan Umum

Sebelum mengoperasikan boiler ada beberapa hal yang harus diperhatikan demi kelancaran dan keselamatan kerja, diantaranya:

- Tekanan ketel uap maksimum yang dijinkan
- Tekanan uap yang diperlukan
- Kapasitas produksi uap maksimum
- Luas pemanasan boiler
- Pemeriksaan visual pada bagian luar dan dalam
- Hydrostatis test atau pamadatan dengan air dingin
- Percobaan alat perlengkapan dan pengaman
- Mengecek ulang gambar konstruksi dengan pesawat uapnya

- Percobaan jalan atau pemanasan
- *Steam test* atau uji dengan uap

❖ Prosedur Operasional Boiler

Sebelum mengoperasikan boiler hal yang harus diperhatikan oleh seorang operator adalah:

1. Ketel uap tersebut sudah diperiksa oleh tim K-3 atau ahli K-3 bidang uap dengan nilai baik.
2. Alat-alat perlengkapan dan pengamannya sudah terpasang dengan baik dan telah dicoba serta dapat bekerja sebagaimana mestinya dan khusus manometer harus dikalibrasi lebih dahulu untuk menentukan nilainya.
3. Instalasi pipa-pipa air, pipa buang harus dalam kondisi baik. Jangan sampai bocor atau kerusakan lainnya.
4. Diadakan pengecekan instalasi listrik pada tahanan isolasinya dan panel sampai instrument-instrumennya, juga dengan sambungan kabel diperhatikan bilamana kendor.
5. Persediaan air pengisi ketel uap harus memadai sesuai dengan kapasitas produksi uapnya dan kondisi uap harus memenuhi syarat.
6. Bahan bakar harus tersedia cukup
7. Kondisi ketel uap agar di cek ulang kembali tentang lubang-lubang laluan orang dan sebagainya.
8. Selanjutnya ketel diisi dengan air sebatas normal *water leave* dan dalam pengisian air ini keran udara harus dalam keadaan terbuka dengan tujuan agar udara di dalam ketel uap keluar dengan desakan air itu.

9. Cek kembali semua kran yang menghubungkan indicator tekanan atau manometer, gelas penduga, dan kondisi stop pada kran *blow down* dan keran induk uap keluar.

3.5 Pengolahan Air Umpan Boiler

Memproduksi steam yang berkualitas tergantung pada pengolahan air yang benar untuk mengendalikan kemurnian *steam*, endapan dan korosi. Sebuah boiler merupakan bagian dari sistem boiler, yang menerima semua bahan pencemar dari sistem di depannya. Kinerja boiler, efisiensi dan umur layanan merupakan hasil langsung dari pemilihan dan pengendalian air umpan yang digunakan dalam boiler. Jika air umpan masuk boiler, kenaikan suhu dan tekanan menyebabkan komponen air memiliki sifat yang berbeda. Hampir semua komponen dalam air umpan dalam keadaan terlarut. Walau demikian dibawah kondisi panas dan tekanan hampir seluruh komponen terlarut keluar dari larutan sebagai padatan partikuat, kadang-kadang dalam bentuk Kristal dan pada waktu yang lain dalam bentuk amorph. Jika kelarutan komponen spesifik dalam air terlewati, maka akan terjadi pembentukan kerak dan endapan. Air boiler harus cukup bebas dari pembentukan endapan padat supaya terjadi perpindahan panas yang cepat dan efisien dan harus tidak korosif terhadap logam boiler.

3.6 Pengendalian Endapan

Endapan dalam boiler dapat diakibatkan dari kesadahan air umpan dan hasil korosi dari sistem kondensat dan air umpan. Kesadahan air umpan dapat terjadi karena kurangnya sistem pelunakan.

Endapan dan korosi menyebabkan kehilangan efisiensi yang dapat menyebabkan kegagalan dalam pipa boiler dan ketidakmampuan memproduksi steam. Endapan bertindak sebagai isolator dan memperlambat perpindahan panas. Sejumlah besar endapan diseluruh boiler dapat mengurangi perpindahan panas yang secara signifikan dapat menurunkan

efisiensi boiler. Berbagai jenis endapan akan mempengaruhi efisiensi boiler secara berbeda-beda, sehingga sangat penting untuk menganalisis karakteristik endapan. Efek pengisolasian terhadap endapan menyebabkan naiknya suhu logam boiler dan mungkin dapat menyebabkan kegagalan pipa karena pemanasan berlebih.

3.7 Kotoran Yang Menyebabkan Endapan

Bahan kimia yang paling penting dalam air yang mempengaruhi pembentukan endapan dalam boiler adalah garam kalsium dan magnesium yang dikenal dengan garam sadah.

Kalsium dan magnesium bikarbonat larut dalam air membentuk larutan basa/kali dan garam-garam tersebut dikenal dengan kesadahan alkali. Garam-garam tersebut terurai dengan pemanasan, melepaskan karbondioksida dan membentuk lumpur lunak, yang kemudian mengendap. Hal ini dikenal dengan kesadahan sementara. Kesadahan sementara adalah kesadahan yang dapat dibuang dengan pendidihan. Kalsium dan magnesium sulfat, klorida dan nitrat, dan lain-lain. Jika dilarutkan dalam air secara kimiawi akan menjadi netral dan dikenal dengan kesadahan non alkali. Bahan tersebut disebut bahan kimia sadah permanen dan membentuk kerak yang keras pada permukaan boiler yang sulit dihilangkan. Bahan kimia sadah non-alkali terlepas dari larutannya karena penurunan daya larut dengan meningkatnya suhu, dengan pemekatan karena penguapan yang berlangsung dalam boiler, atau dengan perubahan bahan kimia menjadi senyawa yang kurang larut.

3.8 Silika

Keberadaan silika dalam air boiler dapat meningkatkan pembentukan kerak silika yang keras. Silika juga berinteraksi dengan garam kalsium dan magnesium, membentuk silikat kalsium dan magnesium dengan

daya konduktivitas panas yang rendah. Silika dapat meningkatkan endapan padasirip turbin, setelah terbawa dalam bentuk tetesan air dalam steam, atau dalam bentuk yang mudah menguap dalam steam pada tekanan tinggi.

Dua jenis utama pengolahan air boiler adalah pengolahan air internal dan eksternal.

1. Pengolahan Air Internal

   Pengolahan air internal adalah penambahan bahan kimia ke boiler untuk mencegah pembentukan kerak. Senyawa pembentuk kerak diubah menjadi lumpur yang mengalir bebas, yang dapat dibuang dengan blowdown. Metode ini terbatas pada boiler dimana air umpan mengandung garam sadah yang rendah, dengan tekanan rendah, kandungan TDS tinggi dalam boiler dapat ditoleransi, dan jika jumlah airnya sedikit. Jika kondisi tersebut tidak terpenuhi, maka laju blowdown yang tinggi diperlukan untuk membuang lumpur. Hal tersebut menjadi tidak ekonomis sehubungan dengan kehilangan air dan panas.

   Jenis sumber air yang berbeda memerlukan bahan kimia yang berbeda pula. Senyawa seperti sodium karbonat, sodium aluminat, sodium fosfat, sodium sulfit, dan senyawa organic dan anorganik seluruhnya dapat digunakan untuk maksud ini. Untuk setiap kondisi air diperlukan bahan kimia tertentu. Harus dikonsultasikan dengan seorang spesialis dalam menentukan bahan kimia yang paling cocok untuk digunakan pada setiap kasus. Pengolahan air hanya dengan pengolahan internal tidak direkomendasikan.

2. Pengolahan Air Eksternal

   Pengolahan eksternal digunakan untuk membuang padatan tersuspensi, padatan terlarut (terutama ion kalsium dan magnesium yang merupakan penyebab utama pembentukan kerak) dan gas-gas terlarut (oksigen dan karbondioksida)

   Proses perlakuan eksternal yang ada adalah:

a. Pertukaran ion
b. De-aerasi (mekanis dan kimia)
c. Osmosis balik
d. Penghilangan mineral/demineralisasi

Sebelum digunakan cara diatas, perlu untuk membuang padatan dan warna dari bahan baku air, sebab bahan tersebut dapat mengotori resin yang digunakan pada bagian pengolahan selanjutnya.

Metode pengolahan awal adalah sedimentasi dalam tangki pengendapan atau pengendapan dalam clarifiers dengan bantuan koagulan dan flokulan. Penyaring pasir bertekanan, dengan aerasi untuk menghilangkan karbondioksida dan besi, dapat digunakan untuk menghilangkan garam-garam logam dari air sumur.

Tahap pertama pengolaha adalah menghilangkan garam sadah garam non sadah. Penghilangan hanya garam sadah disebut pelunakan, sedangkan penghilangan total garam dari larutan disebut penghilangan mineral atau demineralisasi.

Proses pengolahan air eksternal antara lain:

a. Proses Pertukaran Ion (Plant Pelunakan)

Pada proses pertukaran ion, kesadahan dihilangkan dengan melewatkan air pada bed zeolit alam atau resin sintetik dan tanpa pembentukan endapan. Jenis paling sederhana adalah “pertukaran basa” dimana ion kalsium dan magnesium ditukar dengan ion sodium. Setelah jenuh, dilakukan regenerasi dengan sodium klorida. Garam sodium mudah larut, tidak membentuk kerak dalam boiler. Dikarenakan penukar basa hanya menggantikan kalsium dan magnesium dengan sodium, maka tidak mengurangi kandungan TDS, dan besarnya blowdown. Penukar basa ini juga tidak menurunkan alkalinya.

Demineralisasi merupakan penghilangan lengkap seluruh garam. Hal ini dicapai dengan menggunakan resin “kation”, yang

menukar kation dalam air baku dengan ion hydrogen menghasilkan asam hidroklorida, asam sulfat dan asam karbonat. Asam karbonat dihilangkan dalam menara degassing dimana udara dihembuskan melalui air asam. Berikutnya, air melewati resin "anion", yang menukar anion dengan asam mineral (misalnya asam sulfat) dan membentuk air. Regenerasi kation dan anion perlu dilakukan pada jangka waktu tertentu dengan menggunakan asam mineral dan soda kaustik. Penghilangan lengkap silika dapat dicapai dengan pemilihan resin anion yang benar. Proses pertukaran ion, jika diperlukan, dapat digunakan untuk demineralisasi yang hampir total, seperti untuk boiler pembangkit tenaga listrik.

Reaksi pelunakan:

$Na_2R + Ca(HCO_3) \rightarrow CaR + 2\ Na(HCO_3)$

Reaksi regenerasi

$CaR + 2\ NaCl \rightarrow Na_2R + CaCl_2$

b. Deaerasi

Dalam de-aerasi, gas terlarut seperti oksigen dan karbondioksida dibuang dengan pemanasan awal air umpan masuk ke boiler. Seluruh air alam mengandung gas terlarut dalam larutannya. Gas-gas tertentu seperti karbondioksida dan oksigen sangat meningkatkan korosi. Bila dipanaskan dalam sistem boiler, karbondioksida (CO_2) dan oksigen (O_2) dilepaskan sebagai gas dan bergabung dengan air (H_2O) membentuk asam karbonat (H_2CO_3).

Penghilangan oksigen, karbondioksida dan gas lain yang tidak dapat terembunkan dari air umpan boiler sangat penting bagi umur peralatan boiler dan juga keamanan operasi. Asam karbonat mengkorosi logam menurunkan umur peralatan dan pemipaan. Asam ini juga melarutkan besi (Fe) yang jika kembali ke boiler akan mengalami pengendapan dan menyebabkan terjadinya

pembentukan kerak pada boiler dan pipa. Kerak ini tidak hanya berperan dalam penurunan umur peralatan tapi juga meningkatkan jumlah energi yang diperlukan untuk mencapai perpindahan panas.

De-aerasi dapat dilakukan dengan de-aerasi mekanis dan de-aerasi kimiawi, atau juga dua-duanya.

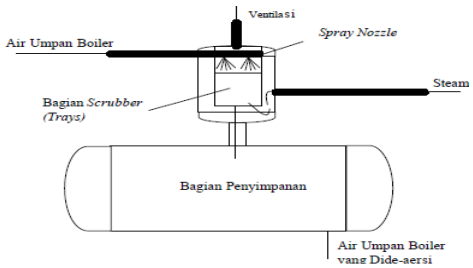
- De-aerasi mekanis

De-aerasi mekanis untuk menghilangkan gas terlarut digunakan sebelum penambahan bahan kimia untuk oksigen. De-aerasi mekanis didasarkan pada hukum fisika Charles dan Henry. Secara ringkas, hukum tersebut menyatakan menyatan bahwa penghilangan oksigen dan karbondioksida dapat disempurnakan dengan pemanasan air umpan boiler yang akan menurunkan konsentrasi oksigen dan karbondioksida di sekitar atmosfer air umpan. De-aerasi mekanis dapat menjadi yang paling ekonomis, beroperasi pada titik didih air pada tekanan dalam de-aerator. Deaerasi mekanis dapat berjenis vakum atau bertekanan.

De-aerator jenis vakum beroperasi dibawah tekanan atmosfer, pada suhu sekitar 82^0C, dan dapat menurunkan kandungan oksigen dalam air hingga kurang dari 0,02 mg/liter. Pompa vakum atau steam ejectors diperlukan untuk mencapai kondisi vakum. De-aerator jenis bertekanan beropasi dengan membiarkan steam menuju air umpan melalui klep pengendali tekanan untuk mencapai tekanan operasi yang dikehendaki, dan dengan suhu minimum 105^0C. Steam menaikkan suhu air menyebabkan pelepasan gas oksigen dan karbondioksida yang dikeluarkan dari sistem. Jenis ini dapat mengurangi kadar oksigen hingga 0,005 mg/liter.

Bila terdapat kelebihan steam tekanan rendah, tekanan operasi dapat dipilih untuk menggunakan steam ini sehingga akan meningkatkan ekonomi bahan bakar. Dalam sistem boiler, steam

lebih disukai untuk de-aerasi sebab steam pada dasarnya bebas dari O_2 dan CO_2, steam tersedia dengan mudah, steam menambah panas yang diperlukan untuk melengkapi reaksi



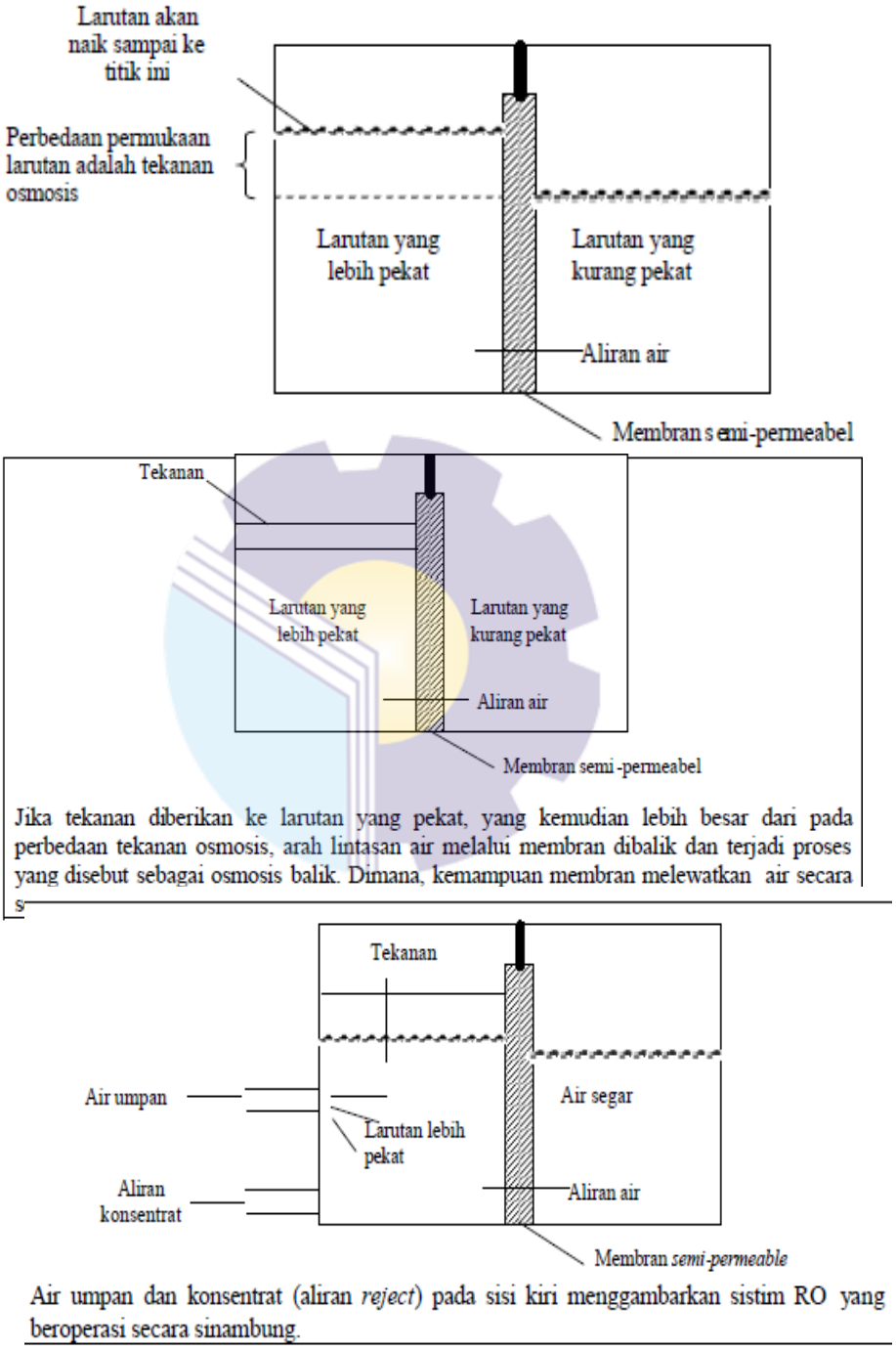
Gambar 3. 11 De-aerasi mekanis

(Sumber: Google)

- De-aerasi kimiawi

Sementara deaerators mekanis yang paling efisien menurunkan oksigen hingga ke tingkat yang sangat rendah (0,005 mg/liter), namun jumlah oksigen yang sangat kecil sekalipun dapat menyebabkan bahaya korosi terhadap sistem. Sebagai akibatnya, praktek pengoperasian yang baik memerlukan penghilangan oksigen yang sangat sedikit tersebut dengan bahan kimia pereaksi oksigen seperti sodium sulfit atau hidrasin. Sodium sulfit akan bereaksi dengan oksigen membentuk sodium sulfat yang akan meningkatkan TDS dalam air boiler dan meningkatkan blowdown dan kualitas air make-up. Hydrasin bereaksi dengan oksigen membentuk nitrogen dan air. Senyawa tersebut selalu digunakan dalam boiler tekanan tinggi bila diperlukan air boiler

dengan padatan yang rendah, karena senyawa tersebut tidak meningkatkan TDS air boiler.



Gambar 3. 12 De-aerasi Kimiawi

(Sumber: Google)

c. Osmosis Balik

Osmosis balik menggunakan kenyataan bahwa jika larutan dengan konsentrasi yang berbeda-beda dipisahkan dengan sebuah membran semi-permeable, air dari larutan yang berkonsentrasi lebih kecil akan melewati membran untuk mengencerkan cairan yang berkonsentrasi tinggi. Jika cairan yang berkonsentrasi tinggi tersebut diberi tekanan, prosesnya akan dibalik dan air dari larutan yang berkonsentrasi tinggi mengalir ke larutan yang lebih lemah. Hal ini dikenal dengan osmosis balik.

Membran semi-permeable lebih mudah melewatkan air daripada bahan mineral yang terlarut. Air pada larutan yang kurang pekat mengalir melalui membran kea rah larutan yang lebih pekat menghasilkan perbedaan head yang nyata diantara dua larutan. Perbedaan head ini merupakan ukuran perbedaan konsentrasi dua larutan dan menunjukkan perbedaan tekanan osmosis.

3.1 Rekomendasi untuk boiler dan kualitas air umpan

Kotoran yang ditemukan dalam boiler tergantung pada kualitas air umpan yang diolah, proses pengolahan yang digunakan dan prosedur pengoperasian boiler. Sebagai aturan umum, semakin tinggi tekanan operasi boiler akan semakin besar sensitivitas terhadap kotoran.

REKOMENDASI BATAS AIR UMPAN (IS 10392, 1982)			
Faktor	**Hingga 20 kg/cm2**	**21 - 39 kg/cm2**	**40- 59 kg/cm2**
Total besi (maks.) ppm	0,05	0,02	0,01
Total tembaga (maks.) ppm	0,01	0,01	0,01
Total silika (maks.) ppm	1,0	0,3	0,1
Oksigen (maks.) ppm	0,02	0,02	0,01
Residu hidrasin ppm	-	-	-0,02-0,04
pH pada 25^0C	8,8-9,2	8,8-9,2	8,2-9,2
Kesadahan, ppm	1,0	0,5	-

REKOMENDASI BATAS AIR BOILER (IS 10392, 1982)			
Faktor	**Hingga 20 kg/cm2**	**21 - 39 kg/cm2**	**40- 59 kg/cm2**
TDS, ppm	3000-3500	1500-2500	500-1500
Total padatan besi terlarut ppm	500	200	150
Konduktivitas listrik spesifik pada 25^{0}C (mho)	1000	400	300
Residu fosfat ppm	20-40	20-40	15-25
pH pada 25^{0}C	10-10,5	10-10,5	9,8-10,2
Silika (maks.) ppm	25	15	10

3.9 Tugas berkala dan pemeriksaan bagian luar boiler

- Seluruh pintu masuk dan sambungan plat harus dijaga kedap udara dengan *gasket* yang efektif
- Seluruh sistim sambungancerobong harus tertutup secara efektif dan diisolasi bila perlu
- Dinding boiler dan bagian-bagiannya harus diisolasi secara efektif. Apakah isolasi yang ada mencukupi? Jika dilakukan pengisolasian terhadap boiler, pipa-pipa dan silinder air panas beberapa tahun yang lalu, isolasi ini tentunya sudah terlalu tipis sekalipun isolasi terlihat dalam kondisi yang baik. Ingat, isolasi ini dipasang ketika harga bahan bakar masih rendah. Menambah ketebalan mungkin diperlukan.
- Pada ahir dari waktu pemanasan, boiler harus ditutup secara seksama, permukaan bagian dalam yang terbuka selama musim panas ditutupi dengan lembaran yang berisipkan *desiccant*. (Hanya dapat diterapkan terhadap boiler yang tidak beroperasi diantara musim pemanasan).

3.10 Hal-hal lain untuk meningkatkan steam dan air panas boiler

- Memeriksa secara teratur pembentukan kerak atau lumpur dalam tangki boiler atau memeriksa TDS air boiler setiap sift, namun tidak kurang dari sekali per hari. Kotoran dalam air boiler terkonsentrasi didalam

boiler dan batasnya tergantung pada jenis boiler dan bebannya. *Blowdown* boiler harus diminimalkan, namun harus tetap menjaga kualitas airnya tetap pada batas yang benar. Memanfaatkan kembali panas dari air *blowdown*.

- Pada steam boiler, apakah perlakuan air sudah cukup untuk mencegah *foaming* atau *priming* dan apakah penggunaan bahan kimianya tidak berlebih?
- Untuk steam boiler: apakah pengendali ketinggian air beroperasi? Adanya pipa-pipa yang saling bersambungan dapat sangat membahayakan.
- Apakah dilakukan pengecekan secara berkala terhadap kebocoran udara disekitar pintu pemeriksaan boiler, atau diantara boiler dan cerobong ? Yang pertama dapat menurunkan efisiensi, yang berikutnya dapat mengganggu sirkulasi dan dapat mendorong terjadinya pengembunan, korosi dan kotoran.
- Kondisi pembakaran harus diperiksa dengan menggunakan alat analisis gas buang paling tidak dua kali per musim dan perbandingan bahan bakar/udara harus diset bila diperlukan.
- Tempat yang dideteksi dan dikontrol harus diberi label yang efektif dan diperiksa secara teratur.
- Kunci pengaman harus memiliki penyetel ulang manual dan alarm.
- Harus tersedia titik uji, atau alat indikator permanen harus dipasang pada *burner* untuk melihat kondisi operasi tekanan/suhu.
- Pada boiler yang berbahan bakar minyak atau gas, sebaiknya dibuat kotak sekering untuk kabel sistim sambungan yang dapat mematikan jika terjadi kebakaran atau panas yang berlebihan pada beberapa jalan lintasan yang dilewati karyawan; kotak sekering tersebut harus dipasang setinggi diatas tinggi kepala.
- Fasilitas untuk mematikan dalam keadaan darurat ditempatkan pada pintu keluar ruang boiler.

- Untuk mengurangi korosi, harus dijaga supaya terjadinya suhu air kondensat kembali yang jauh dibawah titik embun seminimal mungkin, terutamanya pada boiler berbahan bakar minyak dan batubara.
- Pengguna bahan bakar yang sangat besar kemungkinan memiliki jembatan timbang sendiri sehingga dapat mengoperasikan pemeriksaan langsung terhadap pengiriman. Jika tidak ada jembatan timbang, penimbangan dapat dilakukan di jembatan timbang umum (atau ke pabrik sekitar yang memiliki jembatan timbang) hanya untuk pemeriksaan? Untuk pengiriman bahan bakar cair dapat dicek dengan tongkat pengukuir pada kendaraan.
- Pada *plant* boiler, harus dipastikan bahwa bahan bakar yang digunakan sesuai dengan kebutuhan. Pada bahan bakar padat, kualitas atau ukuran yang benar adalah penting, dan kadar abu dan uap air harus direncanakan sejak awal oleh perancang pabrik. Pada bahan bakar minyak, harus dipastikan bahwa viskositas pada *burner* sudah benar, dan diperiksa juga suhu bahan bakar minyak.
- Pemantauan terhadap penggunaan bahan bakar harus seteliti mungkin. Pengukuran terhadap persediaan bahan bakar harus realistik.
- Pada *burner* minyak, sebaiknya diperiksa setiap bagiannya dan perbaiki. Nosel pada *burner* harus diganti secara teratur dan dibersihkan dengan hati-hati untuk mencegah kerusakan pada ujung *burner*.
- Prosedur pemeliharaan dan perbaikan harus ditinjau terutama untuk peralatan burner, peralatan pengendalian dan pemantauan.
- Pembersihan secara teratur permukaan perpindahan panas menjaga efisiensi pada tingkat yang setinggi mungkin.
- Harus diyakinkan bahwa para operator boiler mengenal prosedur operasi terutama terhadap peralatan kendali yang baru.
- Sebaiknya diteliti kemungkinan memanfaatkan kembali panas dari gas-gas yang keluar dari boiler? Alat penukar panas/ *recuperators* tersedia untuk hampir semua jenis dan ukuran *boiler*.

- Tangki umpan dan *header* harus diperiksa untuk setiap kebocoran pada kran *make up*, isolasi yang benar atau kehilangan air dalam pengurasan
- Pabrik pembuat alat kemungkinan telah memasang isolasi pada boiler *plant.* Apakah isolasi masih cukup untuk kondisi biaya bahan bakar saat ini? Diperiksa juga ketebalan optimumnya.
- Jika jumlah *steam* yang dihasilkan terlalu besar, investasikan sebuah alat pengukur *steam*.
- Ukur keluaran *steam* dan bahan bakar yang masuk. Perbandingan *steam* terhadap bahan bakar merupakan ukuran utama efisiensi pada *boiler*.
- Gunakan sistim pemantauan yang disediakan: akan menampilkan berbagai tanda kerusakan..
- Air umpan harus diperiksa secara teratur untuk kuantitas dan kemurnian.
- Alat pengukur *steam* harus secara berkala terhadap kemungkinan kerusakan karena erosi pada lubang pengukuran atau *pilot head*. Harus diperhatikan bahwa pengukur *steam* hanya memberikan pembacaan yang benar pada tekanan *steam* yang sudah dikalibrasi. Kalibrasi ulang mungkin diperlukan.
- Periksa seluruh pekerjaan pipa, sambungan-sambungan dan *steam traps* dari kebocoran, bahkan dalam ruang yang tidak dapat dimasuki sekalipun.
- Pipa-pipa yang tidak digunakan harus dipisahkan dan pipa-pipa yang berlebihan harus dikurangi
- Harus ditunjuk seseorang untuk mengoperasikan dan memelihara setelah pemasangan yang harus diikutsertakan dalam spesifikasi pekerjaan.
- Catatan dasar harus tersedia pada orang yang ditunjuk dalam bentuk gambar, perintah operasi dan pemeliharaan secara rinci.
- Buku pencatat data harian harus mencatat secara rinci tentang perawatan yang dilakukan, pembacaan gas hasil pembakaran, konsumsi bahan bakar mingguan atau bulanan, dan keluhan-keluhan yang ada.

- Harus dijaga agar tekanan steam tidak lebih dari yang dibutuhkan untuk pekerjaan. Bila beban bahan pada malam hari lebih kecil daripada beban pada siang hari, perlu dipertimbangkan pemasangan sebuah saklar tekanan untuk tekanan beragam dengan rentang yang lebih luas pada malam hari untuk mengurangi frekuensi matinya *burner*, atau membatasi laju maksimum pembakaran *burner*.
- Diperiksa kebutuhan pemeliharaan boiler dalam kondisi *standby* – disini sering terjadi kehilangan panas yang tidak terduga. *Boiler* yang sedang tidak bekerja harus dijauhkan dari fluida dan gas.
- Harus tersedia data harian yang baik untuk kegiatan ruang *boiler* sehingga kinerjanya dapat diukur terhadap target. Pemeriksaan pembakaran, dll. dengan instrumen *portable*, harus dilakukan secara reguler, kondisi beban boiler seperti: persen CO_2 pada nyala beban penuh/separuh, dll. Harus dicatat dalam buku data harian.
- Dilakukan pemeriksaan untuk meyakinkan bahwa fluktuasi beban yang parah tidak diakibatkan oleh pengoperasian alat pembantu yang tidak tepat dalam uang boiler, sebagai contoh, Kontrol ON/OFF untuk umpan, sistim pengatur umpan yang rusak atau rancangan *header* yang tidak benar.
- Diperiksa dosis bahan aditif anti korosi pada sistim pemanasan air panas setiap tahun untuk melihat bahwa konsentrasinya masih tepat. dipastikan bahwa bahan aditif ini TIDAK tidak dimasukkan ke tangk i pemanas air panas domestik, karena hal ini akan mencemari air kran.
- Dilakukan kemanfaatan kembali seluruh kondensat jika memungkinan didalam praktek dan jika memungkinkan mendapatkan penghematan.

3.11 Ruang boiler dan ruang plant

- Pembukaan ventilasi harus dijaga agar bebas dan bersih sepanjang waktu dan area pembukaan harus diperiksa apakah sudah mencukupi.

- Ruang plant jangan digunakan untuk tempat keperluan penyimpanan, untuk angin-angin atau pengeringan.
- Apakah pemeliharaan pompa dan klep otomatis telah dilakukan sesuai dengan petunjuk pabrik pembuatnya?
- Apakah unit pompa yang jalan dan *standby* bergantian kurang lebih sekali per bulan?
- Apakah tersedia klep pengisolasi pompa?
- Apakah disediakan titik uji tekanan/ panas dan/atau indikator pada setiap sisi pompa?
- Apakah pada *casings* pompa disediakan fasilitas pelepasan udara?
- Apakah bagian yang bergerak (misal kopling) dilindungi?
- Yakinkan bahwa ketelitian instrumen diperiksa secara teratur.
- Periksa secara visual seluruh pekerjaan pipa dan klep dari berbagai kebocoran.
- Periksa bahwa seluruh peralatan keamanan beroperasi secara efisien.
- Periksa seluruh kontak listrik untuk melihat bahwa semuanya bersih dan aman.
- Yakinkan bahwa seluruh instrumen tertutup dan pelindung keselamatan berada pada tempatnya.
- Periksa seluruh alat sensor, yakinkan dalam kondisi bersih, tidak terhalangi dan tidak terbuka kearah kondisi yang perlu, sebagai contoh sensor suhu harus tidak terbuka ke cahaya matahari langsung, juga tidak ditempatkan dekat pipa panas atau *plant* proses.
- Yakinkan bahwa hanya karyawan resmi yang diperbolehkan masuk ke peralatan kendali.
- Setiap bagian di *plant* harus beroperasi bila perlu sekali, dan sebaiknya dikendalikan secara otomatis.
- Pengendalian waktu harus saling tersambung dan operasi seluruh *plant* sebaiknya otomatis.

- Pada pemasangan beberapa boiler, jauhkan *boiler* yang tidak diperlukan pada sisi air dan, jika aman dan memungkinkan, pada sisi gas. Yakinkan boiler-boler tersebut tidak dapat terbakar.
- Pengisolasian sistim gas buang (untuk perlindungan) juga menurunkan kehilangan panas.
- Pada pemasangan banyak boiler, kontrol kemajuan/keterlambatan harus memiliki fasilitas pergantian.
- Bila memungkinkan, penurunan suhu operasi sistim harus dibuat menggunakan peralatan eksternal ke boiler dan dengan pengoperasian boiler dibawah kisaran suhu konstan yang normal.

3.12 Air dan steam

- Air yang diumpankan ke boiler harus memenuhi spesifikasi yang diberikan oleh pabrik pembuatnya. Air harus bersih, tidak berwarna dan bebas dari kotoran yang tersuspensi.
- Kesadahan nol. Maksimum 0,25 ppm $CaCO_3$.
- pH 8 hingga 10 memperlambat aksi atau korosi. pH kurang dari 7 mempercepat korosi dikarenakan aksi asam.
- O_2 terlarut kurang dari 0,02 mg/l. Adanya SO_2 mengakibatkan korosi.
- CO_2 harus dijaga rendah. Keberadaannya dengan O_2 menyebabkan korosi, terutama pada tembaga dan bearing dengan bahan campuran tembaga.
- Air harus bebas dari minyak – hal ini akan menyebabkan *priming.*

3.13 Air boiler

- Air harus bersifat basa –dibawah 150 ppm $CaCO_3$ dan diatas 50 ppm $CaCO_3$ pada pH 8,3. Nilai alkalinitas/kebasaannya harus lebih kecil dari 120. Padatan totalnya harus dijaga dibawah nilai dimana pencemaran steam menjadi berlebihan, untuk menghindari pendinginan berlebih dan

bahaya pengendapan pada pemanasan berlebih, pipa saluran steam dan sistim penggerak.

- Posfat harus tidak lebih dari 25 ppm P_2O_5.
- Kandunga silika pada air umpan *make up* harus kurang dari 40 ppm dalam air boiler dan 0,02 ppm dalam steam, sebagai SiO_2. Jumlah yang besar dapat terbawa ke sudu-sudu turbin.

Konsentrasi air boiler maksimum yang direkomendasikan oleh gabungan produsen boiler amerika	
Tekanan steam pada boiler (ata)	Konsentrasi air boiler maksimum (ppm)
0 – 20	3500
20 – 30	3000
30 – 40	2500
40 – 50	2000
50 – 60	1500
60 – 70	1250
70 - 100	1000

- Plant pengolahan air yang tepat harus dipasang untuk menjamin kemurnian air, dan sejumlah bahan kimia harus ditambahkan untuk pengendalian kualitas air boiler selanjutnya. *Blowdown* harus diatur ulang bila terjadi kenaikan konsentrasi melebihi batas yang diperbolehkan seperti yang sudah ditetapkan oleh pabrik pembuatnya.
- Alkalinitas tidak boleh melebihi 20 persen dari konsentrasi total. Ketinggian air boiler harus dijaga dengan benar. Biasanya disediakan 2 buah kaca pemantau untuk meyakinkan hal ini.
- Para operator harus mem-*blowdown* secara teratur pada setiap sift nya, atau paling tidak sekali per hari jika boiler dioperasikan kurang dari 24 jam sehari.

3.14 Prosedur Blowdown (BD)

Prosedur konvensional dan yang dapat diterima untuk *blowdown* adalah sebagai berikut:

1. Tutup kran air
2. Buka kran pembuangan (supaya steam keluar dengan bebas)
3. Tutup kran pembuangan
4. Tutup kran steam
5. Buka keran air
6. Buka kran pembuangan (supaya steam keluar dengan bebas)
7. Tutup kran pembuangan
8. Buka kran steam
9. Buka kemudian tutup kran pembuangan untuk akhir proses *blowdown*. Air yang pertama muncul biasanya mewakili air boiler. Jika airnya berwarna, harus dicari tahu penyebabnya.

3.15 Hal yang Harus Dilakukan dan Tidak Dilakukan pada Boiler

Dilakukan dan Tidak Dilakukan pada Boiler	
Lakukan	**Tidak Lakukan**
1. Tiup jelaga secara teratur	1. Jangan nyalakan pemantik api secara mendadak setelah api habis (pembersihan)
2. Bersihkan pengukur gelas *blowdown* sekali tiap satu sift	**2.** Jangan lakukan *blowdown* jika tidak perlu
3. Periksa klep keamanan seminggu sekali	3. Jangan biarkan pintu tungku terbuka jika tidak perlu
4. *Blowdown* pada setiap sift, sesuai keperluan	4. Jangan sering menghembus klep pengaman (kendali operasi)
5. Jaga seluruh pintu tungku tertutup	5. Jangan memberikan aliran berlebih pada *hopper* abu
6. Kendalikan sirkulasi tungku	6. Jangan menaikan laju pembakaran melebihi yang diperbolehkan
7. Bersihkan, hopper pembuangan abu setiap sift	**7.** Jangan mengumpankan air baku
8. Jaga asap cerobong dan pengendali api	8. Jangan mengoperasikan boiler pada aliran tertutup
9. Periksa pengendali otomatis pada bahan bakar dengan menghentikan sekali waktu air umpan untuk jangka waktu pendek	**9.** Jangan memberi beban berlebih pada boiler

10. Perhatikan kebocoran secara berkala	10. Jangan membiarkan ketinggian air terlalu tinggi atau terlalu rendah
11. Periksa seluruh klep, *damper*, dll untuk operasi yang benar seminggu sekali	11. Jangan mengoperasikan penghembus jelaga pada beban tinggi
12. Beri pelumas seluruh alat mekanik untuk berfungsi mulus	12. Jangan jalankan kipas ID manakala sedang dalam operasi
13. Jaga switchboards rapi dan bersih dan sistim penunjuk sesuai dengan perintah pekerjaan	13. Jangan melihat langsung api dalam tungku, gunakan kacamata keamanan yang berwarna
14. Jaga kebersihan area, bebas debu	**14.** Hindarkan *bed* bahan bakar yang tebal
15. Jaga alat pemadam kebakaran selalu dalam keadaan siap. Lakukan latihan yang diselenggarakan sebulan sekali	15. Jangan biarkan boiler diserahkan ke operator/ teknisi yang tidak terlatih
16. Seluruh lembar data harian harus diisi secara sungguh-sungguh	16. Jangan mengabaikan pengamatan yang tidak biasa (perubahan suara, perubahan kinerja, kesulitan pengendalian), periksa
17. Jalanan fan FD jika fan ID mati	**17.** Jangan melewatkan pemeliharaan tahunan
18. Perekam CO2 atau O2 harus diperiksa /dikalibrasi tiga bulan sekali	**18.** jangan mencat boiler
19. *Traps* harus diperiksa dan diurus secara berkala	19. Jangan biarkan terjadinya pembentukan steam pada *economizer* (jaga suhu.)
20. Kualitas steam, air harus diperiksa sehari sekali, atau sekali tiap sift	20. Jangan biarkan *grate* terbuka (sebarkan secara merata)
21. Kualitas bahan bakar harus diperiksa seminggu sekali	21. Jangan mengoperasikan boiler dengan pipa air yang bocor

BAB IV
PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dijelaskan didalam bab-bab sebelumnya, maka penulis dapat menyimpulkan bahwa mesin uap adalah mesin yang menggunakan energi panas dalam uap air dan mengubahnya menjadi energi mekanis. Mesin uap menggunakan air sebagai media penghantar kalor, yakni menggunakan uap yang dipanaskan oleh minyak. Mesin uap atau biasa disebut ECE. Mesin uap digunakan dalam pompa, yakni mesin uap tipe bolak balikdalam mesin uap turbin (turbin uap). Dan sangat penting dalam revolusi industri.

4.1 Manfaat dari kerja praktek(KP)

Menurut pandangan penulis, kerja praktek di industri adalah sangat penting bagi seorang mahasiswa yang notabenenya adalah pencari ilmu. Di bangku kuliah memang sudah diajarkan teori-teori keilmuan yang sudah menjurus ke bidang industri tertentu. Namun untuk memperbanyak pengalaman kerja secara langsung, melakukan kerja praktek di industri adalah langkah tepat yang harus ditempuh mahasiswa. Melalui kerja praktek, seorang mahasiswa akan mendapatkan beberapa keuntungan, yaitu:

1. Mendapatkan ilmu yang tidak pernah penulis dapatkan semasa kuliah
   Ilmu yang diajarkan di bangku kuliah sangat berbeda dengan apa yang penulis peroleh ketika kerja praktek di industri. Ilmu yang diajarkan dibangku kuliah cenderung mengarah ke teoritis, sedangkan kalau kerja praktek tentunya banyak prakteknya.
2. Mendapatkan pengalaman kerja
   penulis dapat memanfaatkan pengalaman kerja ketika penulis melakukan praktek kerja di industri ini.

3. Berinteraksi dengan orang lain

   Berkomunikasi dengan antar karyawan tidak dapat penulis hindari dalam melakukan pekerjaan di industri. Bagaimana cara menyelesaikan permasalahan yang terjadi di indutri jika tidak ada komunikasi yang baik antar karyawannya? Padahal permasalahan di industri pasti ada. Sehingga mau atau tidak pasti akan mengadakan interaksi dengan sesama karyawan atau atasan. Menerapkan ilmu yang penulis dapatkan semasa kuliah

   Dengan praktek di industri, inilah waktu yang tepat penulis pergunakan untuk mempraktekkan ilmu yang sudah penulis kuasai semasa kuliah.

4. Mengukur Kemampuan penulis

   Setelah penulis terjuan di dunia kerja industri lambat laun penulis akan mengetahui seberapa kemampuan kemampuan dalam penguasaan pekerjaan. Dengan bekal pengalaman kerja di industri ini dapat menambah kepercayaan diri penulis

4.3 Saran.

Kepada pihak PT. Bukit Batu Hutani Alam diharapkan bisa selalu bekerja sama dengan Politeknik Negeri Bengkalis untuk menerima mahasiswa yang ingin melaksanakan kerja praktek di perusahaan tersebut. Dengan adanya kerja sama tersebut, banyak keuntungan yang bisa didapatkan seperti: Perusahaan mendapatkan bantuan tenaga kerja dari mahasiswa tersebut, Mahasiswa dapat mengembangkan ilmu pengetahuannya mengenai sistem-sistem mesin industri yang ada di PT. Bukit Batu Hutani Alam

DAFTAR PUSTAKA

Politeknik Negeri Bengkalis, 2017. *Pedoman kerja praktek (KP)* Bengkalis, Riau, Bengkalis: Politeknik Negeri Bengkalis. *http://polbeng.ac.id*

Muhammad, Amin. 2018. Lifestyle/karir: *https://muh-amin.com*

Heri. Pengetahuan Umum Boiler: *https://id.scribd.com*

Marlini, ika. 2020. Laporan *on the job training(OJT).* Bengkalis: Akademi Komunitas Negeri.

LAMPIRAN LEMBAR PENILAIAN

PENILAIAN DARI PERUSAHAN KERJA PRAKTEK
PT. BUKIT BATU HUTANI ALAM (BBHA)

Nama : **M. Alfis Hakbar**

NIM : **3103191180**

Program Studi : **D3 Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Bengkalis.**

No	Aspek Penilaian	Bobot	Nilai
1	Disiplin	20%	20
2	Tanggung Jawab	25%	25
3	Penyesuaian Diri	10%	10
4	Hasil Kerja	30%	24
5	Perilaku secara Umum	15%	16
	Total Jumlah (1+2+3+4+5)	100%	83

Keterangan :

Nilai : **Kriteria**

81 – 100 : Istimewa

71 – 80 : Baik sekali

66 – 70 : Baik

61 – 65 : Cukup Baik

56 – 60 : Cukup

Catatan

.....

.....

.....

Bukit Batu, 31 Agustus 2021

Human Resouces Head

PT. BUKIT BATU HUTANI ALAM
BENGKALIS - RIAU

Sulieri