

**LAPORAN
KERJA PRAKTIK**



**ANALISIS PERFORMA *DAERATOR*
DALAM MENGHILANGKAN *DISSOLVED*
OXYGEN PADA *FEEDWATER BOILER*
DI PT. DUTA SUGAR INTERNATIONAL**

**Disusun Oleh:
DAFFA KHARISMATULLAH
NPM. 3331220005**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
2025**



LEMBAR PENGESAHAN JURUSAN

No : 031/UN.43.3.1/PK.03.08/2025

Kerja Praktik

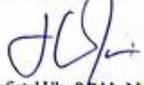
ANALISIS PERFORMA DAERATOR DALAM MENGHILANGKAN DISSOLVED OXYGEN
PADA FEEDWATER BOILER DI PT. DUTA SUGAR INTERNATIONAL

Diperiapkan dan disusun oleh:

Daffa Kharismatullah
3331220005

telah diperiksa oleh Dosen Pembimbing dan diseminarkan
pada tanggal, 13 Juni 2025

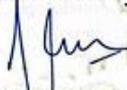
Pembimbing Utama


Shofiatul Ula, S.Pd.I., M.Eng
NIP. 198403132019032009

Anggota Dewan-Penguji


Shofiatul Ula, S.Pd.I., M.Eng
NIP. 198403132019032009

Koordinator Kerja Praktik


Miftahul Jannah, ST., MT
NIP. 199103052020122017

Kerja Praktik ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk melanjutkan Tugas Akhir

Tanggal, 24 Juni 2025
Ketua Jurusan Teknik Mesin





LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN



LAPORAN KERJA PRAKTIK
PT. DUTA SUGAR INTERNATIONAL



LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN
LAPORAN KERJA PRAKTIK

"ANALISIS PERFORMA *DAERATOR* DALAM MENGHILANGKAN
OKSIGEN TERLARUT PADA AIR UMPAN BOILER
DI PT. DUTA SUGAR INTERNATIONAL"

DI AJUKAN UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN MATA KULIAH
KERJA PRAKTIK (MES-622318)
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

Disusun Oleh :

Nama : Daffa Kharismatullah
NPM : 3331220005
Periode : 14 April 2025 – 14 Mei 2025

Pembimbing :

SECTION HEAD UTILITY
PT. DUTA SUGAR INTERNATIONAL

WAHYU EKO BUDIUTOMO

Mengetahui,

UTILITY DEPARTEMENT HEAD
PT. DUTA SUGAR INTERNATIONAL

NOVIAN SUHARYADI

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNTIRTA



LEMBAR PENILAIAN PERUSAHAAN



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN
Jalan Jendral Soedirman Km. 3 Kota Cilegon Provinsi Banten 42435
Telepon (0254) 376712 Ext.130. Laman : www.mesin.ft.untirta.ac.id

PENILAIAN KERJA PRAKTIK LAPANGAN OLEH INSTANSI/PERUSAHAAN

Nama Pembimbing Lapangan : Wahyu Eko Budiutomo
Nama Mahasiswa : Daffa Kharismatullah NPM : 3331220005
Nama Instansi/Perusahaan : PT. Duta Sugar International
Alamat Instansi/Perusahaan : Jl. Raya Bojonegara, Bojonegara, Argawana, Cilegon,
Kabupaten Serang, Banten 42454, Indonesia
Periode Waktu Pelaksanaan KP : 1 Bulan (14 April 2025 – 14 Mei 2025)
Judul Laporan : Analisa Performa Daerator dalam menghilangkan Dissolved
Oxygen pada Feedwater Boiler di PT. Duta Sugar International

NO	ASPEK PENILAIAN	NILAI
Kemampuan Teknis/Materi		
1	Pengetahuan tentang pekerjaan	90
2	Kemampuan komunikasi secara ilmiah (cara berbicara dan mengemukakan pendapat)	92
3	Kemampuan Analisa	90
Kemampuan Non Teknis		
4	Disiplin/Tanggung Jawab	91
5	Kehadiran	89
6	Sikap	90
7	Kerjasama	92
8	Potensi Berkembang	91
9	Inisiatif	92
10	Adaptasi	89
Nilai Total		906
Nilai Rata-rata		90,6

Skala Penilaian :
50,00-54,99 = D
55,00-59,99 = C
60,00-64,99 = C+
65,00-69,99 = B-
70,00-74,99 = B
75,00-79,99 = B+
80,00-84,99 = A-
85,00-100,00 = A

Cilegon, 28 Mei 2025
Pembimbing Lapangan

Wahyu Eko Budiutomo
NIP. 6211013550



KATA PENGANTAR

Segala puji penulis panjatkan bla bla Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal kerja praktek yang berjudul “*Analisis performa Daerator dalam menghilangkan gas terlarut pada feedwater Boiler di PT. Duta Sugar International*”. Laporan kerja praktek ini merupakan syarat menyelesaikan mata kuliah Kerja Praktek yang dilaksanakan pada semester enam di Jurusan Teknik Mesin Program Studi S1 Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Laporan ini dibuat berdasarkan pengambilan data pada *Daerator* PT. Duta Sugar International.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan bekerja sama selama pelaksanaan kerja praktek dan penyusunan laporan ini, khususnya:

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Bapak Ibu Shofiatul Ula, S.Pd.I., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktek.
3. Ibu Miftahul Jannah, S.T., M.T selaku Koordinator Pelaksanaan Kerja Praktek Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
4. Seluruh Staff dan jajaran dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
5. Orang Tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dalam bentuk apapun.
6. PT. Duta Sugar International (*Utility Boiler*) yang sudah memfasilitasi dalam pelaksanaan kerja praktek.
7. Bapak Novian Suharyadi selaku *Utility Departement Head* di PT. Duta Sugar International.
8. Bapak Wahyu Eko Budiutomo selaku Pembimbing lapangan selama kerja praktik di PT. Duta Sugar International.
9. Karyawan PT. Duta Sugar International divisi *Utility* yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman selama menjalankan kerja praktik.
10. Jamus Jimat Kalimosodo Selaku *partner* penulis dalam menjalankan kegiatan kerja praktik.



11. Semua pihak yang membantu penulis dalam menjalankan kerja praktik yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Oleh karenanya penulis mengucapkan banyak-banyak terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun laporan ini. Dalam penyusunan laporan ini penulis menyadari bahwa laporan yang penulis tulis ini masih jauh dari kata sempurna. Demikian semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun agar laporan ini sempurna dan menjadi lebih baik di laporan selanjutnya.

Cilegon, 29 Mei 2025

Daffa Kharismatullah



DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN JURUSAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN.....	iii
LEMBAR PENILAIAN PERUSAHAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Kerja Praktik.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN	5
2.1 Sejarah Singkat PT. Duta Sugar International.....	5
2.2 Visi, dan Misi PT. Duta Sugar International.....	5
2.2.1 Visi.....	6
2.2.2 Misi.....	6
2.3 Struktur Organisasi PT. Duta Sugar International.....	7
2.4 Proses Pembuatan Gula Rafinasi.....	7
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	12
3.1 Diagram Alir.....	12



3.2	<i>Boiler</i>	13
3.3	<i>Daerator</i>	14
3.4	Prinsip Kerja <i>Daerator</i>	15
3.5	<i>Dissolved oxygen</i>	16
	3.4.1 Dampak Kadar Oksigen Terlarut Terlalu Tinggi.....	16
	3.4.2 Dampak Kadar Oksigen Terlarut Terlalu Rendah.....	17
3.6	Korosi	18
3.7	Nalco 1700.....	19
3.8	Effisiensi <i>Daerator</i>	20
BAB IV ANALISA PERMASALAHAN DAN PEMECAHAN MASALAH .		21
4.1	Data <i>Daerator</i>	21
4.2	Data Hasil	21
4.3	Analisa Hasil.....	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		27
5.1	Kesimpulan.....	27
5.2	Saran	28
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 Logo PT. Duta Sugar International.....	4
Gambar 2.2 Struktur Organisasi PT. Duta Sugar International.....	6
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	8
Gambar 3.2 <i>Boiler</i>	9
Gambar 3.3 <i>Daerator</i>	10
Gambar 3.4 Bagian-Bagian <i>Daerator</i>	11
Gambar 3.5 Korosi.....	14
Gambar 4.1 Efisiensi <i>Daerator</i>	14



DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 4.1 Data <i>Daerator</i>	17
Tabel 4.2 Data Hasil Perhitungan pada <i>Daerator</i>	18



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri gula merupakan salah satu sektor yang memiliki peranan penting dalam perekonomian Indonesia, dimana PT. Duta Sugar International berkontribusi sebagai salah satu produsen gula terkemuka. Gula merupakan bahan pangan yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari, digunakan dalam berbagai produk makanan dan minuman, serta memiliki peran penting dalam industri makanan dan minuman. Permintaan akan gula terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan perubahan pola konsumsi masyarakat, sehingga menjadikan industri gula sebagai salah satu sektor yang strategis.

PT. Duta Sugar International memproduksi berbagai jenis gula rafinasi. Dalam proses produksi gula, *Boiler* memiliki fungsi yang sangat vital, karena berperan sebagai sumber energi untuk berbagai proses, termasuk pemanasan, penguapan, dan pemrosesan bahan baku. Oleh karena itu, keandalan dan efisiensi operasional *Boiler* sangat mempengaruhi produktivitas serta kualitas produk yang dihasilkan. *Boiler* yang berfungsi dengan baik akan memastikan bahwa proses produksi berjalan lancar, mengurangi risiko terjadinya kegagalan, dan meningkatkan efisiensi energi. *Boiler* merupakan salah satu komponen utama dalam sistem pembangkitan tenaga dan proses industri yang berfungsi untuk menghasilkan uap dari air. Salah satu jenis *Boiler* yang digunakan adalah *Boiler tipe water-tube*, yang memiliki efisiensi tinggi serta kemampuan operasi pada tekanan dan temperatur tinggi.

Di dalam sistem *Boiler water-tube*, Agar *Boiler* dapat bekerja secara efisien dan memiliki umur operasi yang panjang, kualitas *Feedwater* yang digunakan harus memenuhi standar tertentu. Salah satu permasalahan utama pada *Feedwater Boiler* adalah kandungan gas-gas terlarut seperti oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2) yang dapat menyebabkan korosi pada pipa, *drum*, dan komponen logam lainnya di dalam sistem *Boiler*.



Untuk mencegah kerusakan tersebut, digunakan alat yang disebut *Daerator* sebuah unit yang dirancang untuk menghilangkan gas-gas terlarut dari *Feedwater* sebelum masuk ke *Boiler*. Kinerja *Daerator* yang optimal akan sangat menentukan keberhasilan dalam mencegah terjadinya korosi dan menjaga efisiensi sistem secara keseluruhan. Namun, dalam praktiknya, performa *Daerator* dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti tekanan, suhu, laju aliran air, dan kondisi operasional lainnya.

Oleh karena itu, diperlukan analisis mendalam mengenai seberapa efektif *Daerator* bekerja dalam menghilangkan gas terlarut, serta bagaimana parameter operasionalnya berkontribusi terhadap efisiensi penghilangan gas. Topik ini menjadi sangat relevan untuk diteliti, terutama dalam konteks industri yang terus berupaya meningkatkan efisiensi energi, menurunkan biaya perawatan, dan menjaga keberlanjutan operasional pabrik. Dengan melakukan analisis performa, diharapkan dapat diperoleh data dan rekomendasi teknis yang berguna untuk pengoptimalan sistem pengolahan *Feedwater Boiler*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam kerja praktik ini sebagai berikut.

- a. Seberapa efektif kinerja *Daerator* dalam menghilangkan gas-gas terlarut (seperti oksigen) dari *Feedwater Boiler* pada kondisi operasi aktual?
- b. Faktor-faktor apa saja yang memengaruhi efisiensi proses deaerasi pada sistem yang diamati?
- c. Bagaimana perbandingan performa aktual *Daerator* di lapangan dengan spesifikasi teknis atau standar efisiensi yang seharusnya dicapai?



1.3 Tujuan Kerja Praktik

Adapun tujuan yang akan dibahas dalam kegiatan kerja praktik sebagai berikut.

- Menganalisis kinerja *Daerator* yang digunakan.
- Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi dalam menghilangkan *Dissolved Oxygen*.
- Mengevaluasi performa aktual *Daerator* berdasarkan data operasional lapangan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun berikut masalah yang akan dibahas dalam kerja praktik ini sebagai berikut.

- Analisis difokuskan pada kinerja *Daerator* dalam menghilangkan gas oksigen.
- Data yang digunakan berasal dari kondisi operasional aktual selama kerja praktik.
- Jenis *Daerator* yang dianalisis sesuai dengan dilokasi kerja praktik.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan laporan yang digunakan pada laporan kerja praktik ini sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini mencakup latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, waktu dan tempat pelaksanaan kerja praktik dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN

Pada bab ini membahas sejarah perusahaan, visi dan misi, struktur perusahaan dan proses pembuatan gula rafinasi.

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas mengenai diagram alir, pengertian *Boiler*, *Daerator*, prinsip kerja *Daerator*, *Dissolved oxygen*, dampak *Dissolved oxygen* jika



terlalu tinggi dan rendah, korosi , oksidasi dan perhitungan mengenai efisiensi *Daerator* pada *Dissolved oxygen*.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas mengenai spesifikasi *Daerator*, data *Daerator*, data hasil perhitungan, dan analisa hasil.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini merupakan bagian terakhir dari laporan yang berisikan kesimpulan dan saran yang didapatkan selama melaksanakan kerja praktik di PT. Duta Sugar International.



BAB II

TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN

2.1 Sejarah Singkat PT. Duta Sugar International

PT. Duta Sugar International adalah salah satu perusahaan terkemuka di Indonesia yang bergerak di bidang produksi gula. Didirikan dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan pasar domestik dan internasional, perusahaan ini telah berkomitmen untuk menyediakan produk gula berkualitas tinggi yang digunakan dalam berbagai industri, termasuk makanan, minuman, dan produk olahan lainnya (Sumber: Duta Sugar International, 2023).

Perusahaan ini memiliki fasilitas produksi yang modern dan dilengkapi dengan teknologi terkini, yang memungkinkan proses produksi gula dilakukan secara efisien dan berkelanjutan. Dalam upaya untuk menjaga kualitas produk dan memenuhi standar internasional, PT. Duta Sugar International menerapkan sistem manajemen mutu yang ketat serta praktik pertanian berkelanjutan. Perusahaan ini juga berkomitmen untuk berkontribusi pada pengembangan masyarakat sekitar melalui program tanggung jawab sosial perusahaan (CSR) yang berfokus pada pendidikan, kesehatan, dan lingkungan (Sumber: Laporan CSR PT. Duta Sugar International, 2023).

Dengan pengalaman yang luas dan dedikasi terhadap inovasi, PT. Duta Sugar International terus berupaya untuk memperluas pangsa pasar dan meningkatkan daya saing di industri gula, baik di tingkat nasional maupun internasional. Melalui komitmen terhadap kualitas, efisiensi, dan keberlanjutan, perusahaan ini bertekad untuk menjadi pemimpin dalam industri gula di Indonesia (Sumber: Duta Sugar International, 2023).

2.2 Visi, dan Misi PT. Duta Sugar International

Dalam menjalankan aktivitas perusahaan, PT. Duta Sugar International berpegang teguh pada visi dan misi yang menjadi fondasi utama perusahaan. Visi menggambarkan arah jangka panjang yang ingin dicapai, sementara misi menjadi panduan dalam setiap langkah pada operasional untuk mewujudkan tujuan tersebut. Dengan komitmen terhadap kualitas, keberlanjutan, dan



inovasi, PT. Duta Sugar International berusaha memenuhi kebutuhan pelanggan sekaligus memberikan kontribusi positif bagi masyarakat dan lingkungan. Pemahaman yang kuat terhadap visi dan misi ini menjadi kunci dalam menjaga konsistensi, memperkuat reputasi, serta mendorong pertumbuhan perusahaan di tengah dinamika industri yang terus berkembang.

2.2.1 Visi

“Menjadi perusahaan yang unggul dalam *industry* Gula Rafinasi dengan mengedepankan kualitas yang prima dan pelayanan terbaik kepada pelanggan”

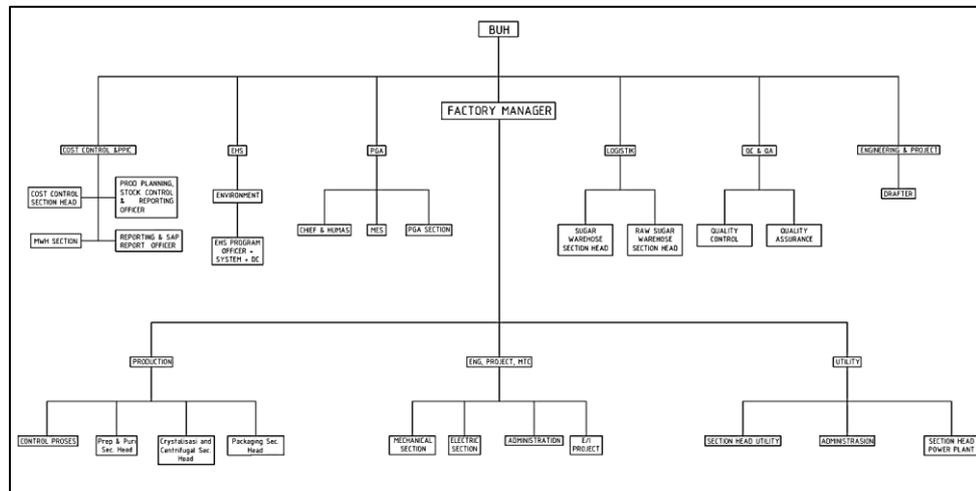
2.2.2 Misi

Berikut merupakan misi dari PT. Duta Sugar International yaitu antara lain.

1. Memastikan pengawasan kualitas yang ketat terhadap produk produk yang dihasilkan.
2. Memastikan tingkat kepuasan pelanggan terpenuhi terhadap produk yang dihasilkan.
3. Meningkatkan kompetensi dan loyalitas karyawan serta kerja team yang sinergis.
4. Meningkatkan kinerja perusahaan untuk dapat menjadi perusahaan gula rafinasi yang terkemuka.
5. Meningkatkan efisiensi dan menghasilkan produk yang kompetitif di pasar.
6. Menciptakan lingkungan kerja yang sehat, aman, dan nyaman yang mendukung peningkatan produktivitas.

2.3 Struktur Organisasi PT. Duta Sugar International

Adapun struktur organisasi PT. Duta Sugar International yaitu sebagai berikut.

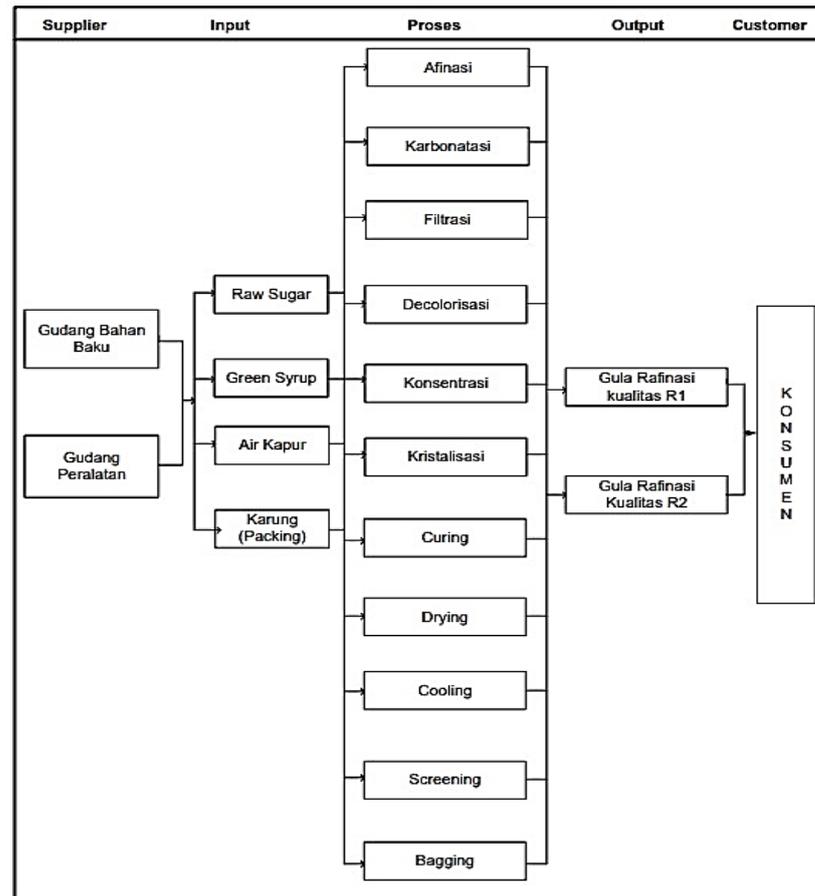


Gambar 2.2 Struktur Organisasi PT. Duta Sugar International

(Sumber : Dokumentasi Perusahaan)

2.4 Proses Pembuatan Gula Rafinasi

Gula rafinasi merupakan jenis gula dengan tingkat kemurnian tinggi yang banyak digunakan oleh industri makanan dan minuman. Untuk menghasilkan gula berkualitas tersebut, diperlukan proses pengolahan yang kompleks dan menggunakan standar yang ditentukan. PT. Duta Sugar International memproduksi gula rafinasi dari bahan baku *raw sugar* melalui beberapa tahapan diantaranya supplier, Input, Proses Produksi, Output.



Gambar 2.3 Tahapan Produksi Gula Rafinasi
(Sumber : Nurlaili, 2015)

Pada tahap awal, PT. Duta Sugar International mengandalkan dua sumber utama untuk memenuhi kebutuhan proses produksinya, yaitu gudang bahan baku dan gudang peralatan. Gudang bahan baku menyediakan bahan utama yang dibutuhkan dalam proses pembuatan gula rafinasi, seperti *Raw sugar*, *Green Syrup*, dan Air Kapur. *Raw sugar* adalah gula mentah yang merupakan bahan dasar utama. *Green syrup* adalah produk sampingan yang masih mengandung gula dan molase, sedangkan air kapur digunakan untuk pemurnian melalui proses karbonatasi. Selain itu, gudang peralatan menyediakan perlengkapan penunjang proses, termasuk karung (*packing*) yang nantinya akan digunakan untuk mengemas gula rafinasi.



Selanjutnya untuk proses produksi memiliki beberapa tahapan kembali antara lain sebagai berikut.

1. Proses Afinasi

Proses afinasi merupakan tahap awal dalam produksi gula rafinasi yang bertujuan untuk menghilangkan impurities (kotoran dan warna) pada permukaan kristal *raw sugar*. Dalam proses ini, *raw sugar* dimasukkan ke dalam affination syrup (sirup jenuh gula) yang dipanaskan pada suhu tertentu. Tujuan dari pencucian ini adalah untuk melarutkan lapisan molasses (sisa pengolahan sebelumnya) yang menempel di permukaan kristal. Hasil dari proses ini disebut sebagai *affinated sugar* (gula yang telah dibersihkan dari kotoran permukaan).

2. Proses Karbonatasi

Setelah melalui proses afinasi, larutan gula yang dikenal sebagai *raw liquor* akan dicampur dengan larutan air kapur (milk of lime) untuk menaikkan pH. Proses ini dilakukan pada suhu dan kealkalian tertentu. Selanjutnya, gas karbon dioksida (CO_2) dialirkan untuk membentuk endapan kalsium karbonat (CaCO_3). Endapan ini membantu mengikat dan mengendapkan senyawa organik serta partikel tersuspensi lainnya. Tujuan akhir dari karbonatasi adalah mendapatkan pH yang ideal dan larutan gula yang lebih jernih. Reaksi ini merupakan proses pemurnian secara kimiawi.

3. Proses Filtrasi

Filtrasi adalah proses pemisahan antara cairan (*raw liquor*) dengan padatan yang disebut *sludge* (endapan). Endapan hasil karbonatasi tersebut dipisahkan menggunakan alat filter press untuk mendapatkan cairan gula yang lebih murni, disebut sebagai *sweet water*, sedangkan *sludge* dibuang sebagai limbah. Proses ini berfungsi penting untuk membersihkan larutan gula dari kotoran fisik dan kimia yang terbentuk setelah karbonatasi.

4. Proses Decolorisasi

Proses dekolorisasi bertujuan untuk menghilangkan sisa warna cokelat atau kekuningan pada larutan gula (disebut *brown liquor*) yang tidak dapat dihilangkan melalui filtrasi. Proses ini menggunakan media seperti karbon aktif atau resin penukar ion (*ion exchange resin*) untuk menyerap molekul



warna dari larutan. Hasil dari proses ini disebut sebagai *fine liquor*, yaitu larutan gula yang sudah jernih dan siap untuk dikonsentrasikan.

5. Proses Evaporasi

Evaporasi adalah proses pemekatan larutan gula dengan cara menguapkan air dari *fine liquor* menggunakan alat evaporator. Proses ini dilakukan hingga larutan mencapai tingkat kekentalan tertentu, menghasilkan *concentrated fine liquor*. Penguapan ini biasanya dilakukan secara bertahap menggunakan *multiple-effect evaporators* untuk efisiensi energi.

6. Proses Kristalisasi

Proses kristalisasi bertujuan untuk membentuk kristal gula dari larutan gula pekat (*concentrated fine liquor*). Proses ini dilakukan di dalam *vacuum pan*, yaitu alat khusus yang memungkinkan kristalisasi terjadi pada suhu rendah namun tetap menghasilkan kristal. Suhu dan tekanan dijaga agar proses kristalisasi terjadi secara terkontrol, menghasilkan kristal gula dengan ukuran dan kualitas yang sesuai. Hasil dari proses ini adalah gula rafinasi dengan kualitas R1 dan R2.

7. Proses *Curing*

Curing adalah proses pemisahan kristal gula dari larutan sisa (*mother liquor*) menggunakan mesin *centrifugal*. Kristal gula diputar pada kecepatan tinggi sehingga cairan terpisah keluar dari kristal dan diperoleh gula dengan kadar air rendah. Proses ini sangat penting untuk memastikan bahwa kristal gula yang dihasilkan benar-benar kering sebelum masuk ke tahap akhir.

8. Proses *Drying*

Setelah dipisahkan dari cairan, kristal gula dikeringkan menggunakan alat pengering (*dryer*) yang mengalirkan udara panas. Proses pengeringan ini bertujuan untuk mengurangi kadar air pada gula agar sesuai dengan standar mutu, mencegah terjadinya penggumpalan, serta memperpanjang umur simpan produk.

9. Proses *Cooling*

Setelah proses pengeringan, gula panas perlu didinginkan agar tidak terjadi penggumpalan. Proses pendinginan dilakukan menggunakan *cooling drum*



atau *air cooler*, sehingga suhu kristal gula turun ke suhu kamar. Pendinginan yang tepat memastikan gula tetap kering dan tidak lengket satu sama lain saat dikemas.

10. Proses *Screening*

Sebelum dikemas, gula rafinasi disaring melalui mesin *vibrating screen* untuk memastikan ukuran kristal seragam dan bebas dari partikel asing. Proses ini bertujuan untuk menjaga kualitas dan keseragaman produk. Gula yang tidak memenuhi ukuran standar akan dikembalikan ke proses kristalisasi ulang.

11. Proses *Bagging*

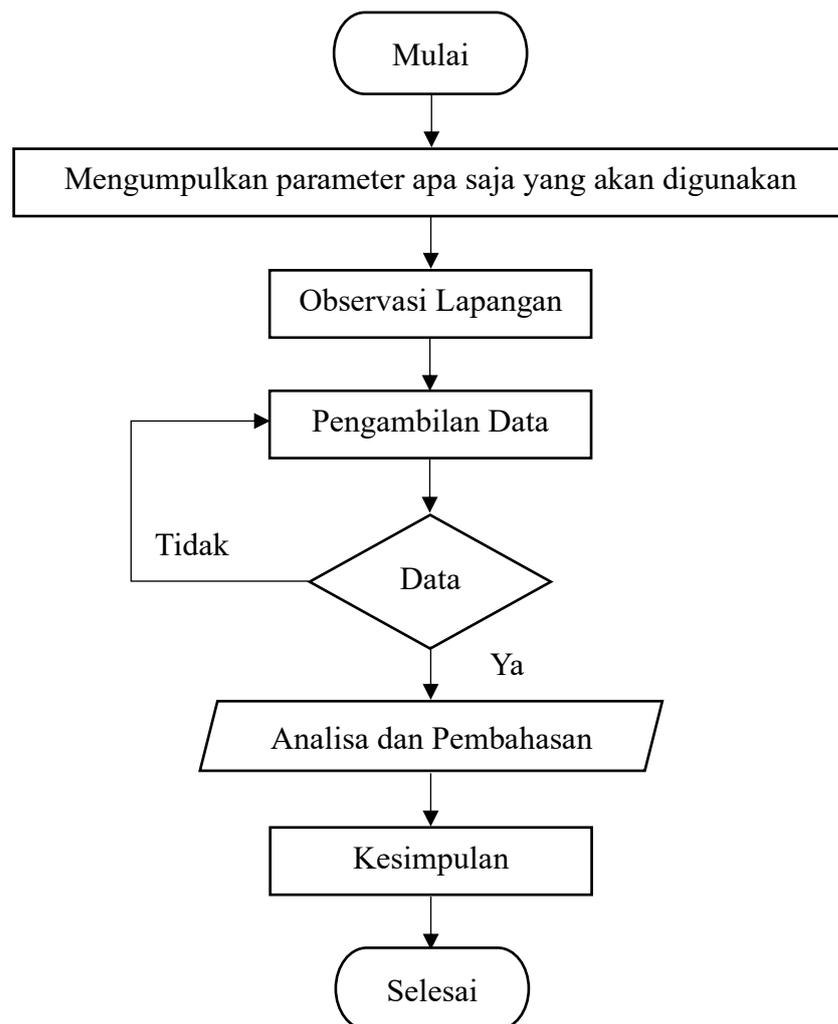
Tahap akhir adalah pengemasan gula ke dalam karung atau kantong sesuai standar. Proses ini dilakukan menggunakan mesin *automatic bagging* untuk memastikan kemasan yang rapat dan higienis. Setelah dikemas, gula disimpan di gudang produk jadi sebelum didistribusikan.

PT. Duta Sugar International menghasilkan dua jenis produk gula rafinasi, yaitu Gula Rafinasi Kualitas R1 dan Gula Rafinasi Kualitas R2. Gula R1 merupakan gula dengan kualitas premium yang umumnya digunakan oleh industri makanan dan minuman, karena memiliki kemurnian dan kejernihan yang tinggi. Sementara itu, Gula R2 adalah gula dengan kualitas standar yang digunakan dalam aplikasi yang tidak memerlukan kualitas premium, seperti industri farmasi dan tekstil. Kedua jenis gula ini dikemas dengan standar higienis dan kualitas yang terjamin sebelum didistribusikan kepada konsumen.

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Diagram Alir

Berikut merupakan diagram alir dari kegiatan kerja praktik dengan tujuan menganalisis performa *Daerator* dalam menghilangkan gas terlarut pada *FeedwaterBoiler* yang di laksanakan di PT. Duta Sugar International.



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.2 Boiler

Boiler adalah perangkat yang digunakan untuk menghasilkan uap atau air panas dengan memanfaatkan energi dari pembakaran bahan bakar, seperti gas, minyak, atau batubara. Uap yang dihasilkan dari *Boiler* digunakan dalam berbagai aplikasi industri, termasuk pemanasan, pembangkit listrik, dan proses produksi. *Boiler* berfungsi untuk mentransfer panas dari sumber energi ke air atau cairan lainnya, sehingga menghasilkan uap yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan (Meyer, 2018). Komponen penting pada *Boiler* adalah burner, ruang bakar, penukar panas dan sistem kontrol. Panas yang dihasilkan ditransfer ke air melalui penukar panas. Uap panas lanjut pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk proses produksi untuk memutar turbin uap yang akan menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik. Didalam *Boiler* terjadi proses pembakaran, prinsip dasar terjadinya pembakaran adalah segitiga api, dimana segitiga api ini terjadi apabila ada tiga komponen yaitu bahan bakar, udara pembakaran dan panas. Untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna diperlukan jumlah bahan bakar dan udara yang proporsional ataupun sesuai dengan kebutuhan, bila jumlah udara yang diberikan tidak cukup, maka pembakaran yang sempurna tidak akan tercapai. Fungsi dari udara pembakaran bersama dengan bahan bakar melakukan proses pembakaran didalam ruang bakar *Boiler* (*furnace*). Proses pembakaran berlangsung terus menerus selama *Boiler* beroperasi, pasokan udara pembakaran pun harus dilakukan secara kontinyu. (Suardi et al., 2017)



Gambar 3.2 *Boiler*

3.3 *Daerator*

Daerator adalah alat yang bekerja untuk membuang gas-gas yang terkandung dalam air ketel, sesudah melalui proses pemurnian air (*water treatment*). Selain itu *Daerator* juga berfungsi sebagai pemanas awal air pengisian ketel sebelum dimasukkan kedalam *Boiler*. *Daerator* bekerja berdasarkan sifat dari oksigen yang keluatannya pada air akan berkurang dengan adanya kenaikan suhu. Alat *Daerator* ini terdiri dari dua *drum* dimana *drum* yang lebih kecil merupakan tempat pemanasan pendahuluan dan pembuangan gas-gas dari bahan air ketel, sedangkan *drum* yang lebih besar adalah merupakan tempat penampungan bahan air ketel yang jatuh dari *drum* yang lebih kecil di atasnya. Pada *drum* yang lebih kecil terdapat *spray nozzle* yang berfungsi untuk menyemprot bahan air ketel menjadi butiran-butiran air halus agar proses pemanasan dan pembuangan gas-gas dari bahan air ketel lebih sempurna. Juga pada *drum* yang lebih kecil disediakan satu saluran *vent* agar gas-gas dapat terbuang (bersama *steam*) ke atmosfer. (Effendi et al., 2021)



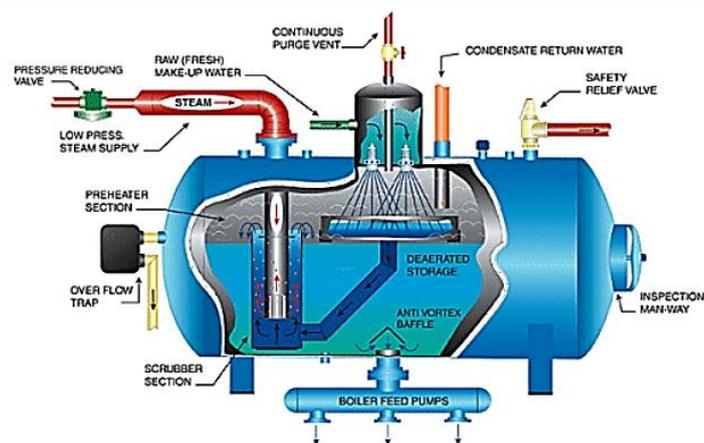
Gambar 3.3 *Daerator*

(Sumber : savree.com)

Daerator adalah alat yang digunakan untuk menurunkan kadar oksigen terlarut (O_2) dan karbondioksida (CO_2) dalam *FeedwaterBoiler*, yang keduanya akan menyebabkan korosi pada komponen sistem *Boiler* jika tidak di hilangkan selain itu *Daerator* juga berfungsi sebagai pemanas air umpan. Air yang masuk kedalam *Daerator* berasal dari *condensate* kemudian proses selanjutnya air diteruskan ke *Daerator* untuk proses penurunan kadar oksigen dan karondioksida yang terkandung dalam air. (Pokhrel, 2024)

3.4 Prinsip Kerja *Daerator*

Prinsip kerja *Daerator* adalah berdasar pada Hukum Henry yaitu kelarutan gas dalam cairan yang dipengaruhi oleh suhu dan tekanan parsial. Jika tekanan parsial gas terlarut diturunkan maka kelarutan gas akan menurun. Penurunan gas terlarut dilakukan dengan memasukkan uap panas ke dalam *Daerator*, uap panas tersebut akan membuat suhu air meningkat sehingga tekanan parsial gas dalam air akan menurun sehingga kelarutannya akan menurun dan terbawa keluar oleh uap. Pada proses deaerasi tersebut, *level* air dalam *Daerator* merupakan variabel yang sangat penting untuk dijaga kestabilannya. Jika *level* air terlalu tinggi maka proses pengangkatan gas-gas yang terlarut tidak akan maksimal sehingga masih banyak yang tertinggal dalam air yang akan diumpankan ke *Boiler*. Jika *level* air terlalu rendah maka akan mengganggu kerja bahkan dapat merusak komponen lain seperti pompa dan menghambat aliran air ke *Boiler*. Sehingga kinerja sistem *control level* pada *Daerator* sangat penting untuk dijaga agar fluktuasi *level* air dapat diminimalkan. (Pricilya, 2017)



Gambar 3.4 Bagian-Bagian *Daerator*

(www.thermalpowertech.com)



3.5 *Dissolved oxygen*

Dissolved oxygen (DO) adalah ukuran jumlah oksigen, biasanya diungkap sebagai gas, yang terlarut dalam cairan seperti air. Oksigen sangat penting bagi kehidupan dan juga dapat menjadi ancaman jika merugikan peralatan logam karena efek korosi. DO pada air digunakan sebagai bahan bakar yang dibutuhkan untuk reaksi korosi. Oleh karena itu, harus dikontrol dan dikurangi hingga jumlah minimum. Kandungan oksigen alami dalam air berkisar 8.65-2.85 miligram per liter tergantung suhu (air laut mengukur hingga 16 titik part *per billion* (ppb atau $\mu\text{g/L}$).

Konsentrasi oksigen yang terlarut di dalam air tergantung kepada sifat fisik, kimia dan aktifitas biokimia di dalam air. Kelarutan gas oksigen didalam air sangat dipengaruhi oleh tekanan gas O_2 di atmosfer yang yang berkontak dengan permukaan badan air. Semakin tinggi konsentrasi oksigen di udara semakin tinggi tekanan partial gas tersebut, maka semakin tinggi kelarutannya di dalam air. Senyawa–senyawa yang terdapat di dalam air akan mempengaruhi kelarutan gas (oksigen), kelarutan oksigen berbanding terbalik dengan konsentrasi mineral dalam air. Demikian juga temperatur air mempengaruhi kelarutan gas dalam air. Semakin tinggi temperatur semakin rendah kelarutan oksigen .

3.4.1 **Dampak Kadar Oksigen Terlarut Terlalu Tinggi**

Berikut merupakan pengaruh kadar oksigen dalam *Feedwaters* setelah proses deaerasi jika masih terlalu tinggi, maka akan terjadi beberapa konsekuensi serius :

a. Korosi pada sistem dan peralatan *Boiler*

Oksigen terlarut yang berlebih dapat bereaksi dengan logam dalam sistem, terutama baja karbon, membentuk oksida besi (karat). Proses ini dikenal sebagai korosi oksidatif, yang secara perlahan akan merusak permukaan logam, mempercepat penipisan dinding pipa, dan bahkan dapat menyebabkan kebocoran atau pecahnya pipa di bawah tekanan tinggi.



- b. Menurunnya efisiensi perpindahan panas
Produk korosi yang terbentuk dapat menumpuk di permukaan perpindahan panas, seperti pada *economizer* atau *Boiler drum*. Lapisan ini bertindak sebagai isolator dan menghambat proses perpindahan panas dari uap ke air, sehingga menurunkan efisiensi termal *Boiler*.
- c. Peningkatan biaya operasional dan perawatan
Akibat kerusakan yang ditimbulkan oleh korosi, peralatan memerlukan perawatan atau penggantian komponen lebih sering. Hal ini meningkatkan biaya operasional serta potensi downtime produksi, yang berdampak pada efisiensi dan produktivitas pabrik secara keseluruhan.
- d. Resiko keselamatan
Dalam kondisi ekstrem, korosi yang tidak terdeteksi dapat menyebabkan kegagalan struktural seperti ledakan pada pipa bertekanan tinggi, yang menimbulkan risiko keselamatan bagi operator dan peralatan.

3.4.2 Dampak Kadar Oksigen Terlarut Terlalu Rendah

Berikut merupakan pengaruh kadar oksigen dalam *Feedwater* setelah proses deaerasi jika masih terlalu rendah, maka akan terjadi beberapa konsekuensi serius :

- a. Penborosan energi
Untuk menghilangkan oksigen hingga *level* yang sangat rendah, sistem *Daerator* harus memanaskan air mendekati titik jenuh, bahkan mungkin melebihi suhu optimal operasi. Hal ini menyebabkan konsumsi uap yang lebih besar dari yang sebenarnya dibutuhkan, sehingga menurunkan efisiensi energi secara keseluruhan.
- b. Operasi sistem yang tidak efisien
Dalam sistem kontrol otomatis, kadar oksigen yang terlalu rendah bisa menyebabkan ketidakseimbangan sinyal sensor dan sistem

kontrol. Hal ini dapat memicu alarm palsu, perubahan variabel operasi yang tidak perlu, atau bahkan shutdown sistem secara tidak terjadwal.

- c. Kebutuhan bahan kimia tambahan menurun tidak terkontrol

Dalam sistem pengolahan air *Boiler*, bahan kimia pengikat oksigen (seperti *hydrazine* atau *sodium sulfite*) digunakan untuk menangani sisa oksigen setelah deaerasi. Jika kadar oksigen terlalu rendah, dosis bahan kimia yang diberikan bisa menjadi berlebihan, yang dapat menyebabkan reaksi samping atau kontaminasi air *Boiler*.

3.6 Korosi

Korosi adalah suatu kerusakan (*destructive*) yang dihasilkan oleh reaksi elektrokimia antara logam atau paduan logam dengan lingkungannya. Pada proses pembuatannya, logam di ekstrak dari bijih logam (*ore*), dimana bijih logam tersebut yang diperoleh dari hasil penambangan masih bersenyawa dengan unsur lain terutama oksigen. Untuk memperoleh logam, oksigen harus dipisahkan (diekstrak) melalui proses ekstraksi *metallurgy* membutuhkan energy yang besar. Korosi pada logam secara umum akan terjadi bila atom-atom penyusun logam kehilangan elektronnya menjadi ion-ion yang larut ke dalam larutan sehingga logam secara gradual dikonsumsi oleh proses ini membentuk karatan; disebut dengan proses elektrokimia korosi. (Yunus, 2019)



Gambar 3.5 Korosi

(Sumber : id.carousell.com)



Kehadiran oksigen terlarut dalam air membuat lingkungan yang sangat korosif. Ketika air dan oksigen berada dalam sistem maka akan menjadi agen kuat korosi logam akibat reaksi galvanik. Ini menghasilkan kekuatan elektrolitik dengan cepat dengan reaksi redoks. Korosi menyebabkan pitting (titik-titik kecil kerusakan) dan memperpendek umur sistem *Boiler*. Reaksi korosi bisa sangat merusak logam *Boiler* bahkan pada *level* DO yang sangat rendah. Penurunan DO hingga ke *level* ppb sangat dibutuhkan untuk menghindari potensi korosi dalam sistem *Boiler*. Korosi didefinisikan sebagai penghancuran paksa zat seperti logam dan bahan bangunan mineral media sekitarnya, yang biasanya cair (agen korosif). Ini biasanya dimulai pada permukaan dan disebabkan oleh kimia dan dalam kasus logam, reaksi elektrokimia. Kehancuran kemudian dapat menyebar ke bagian dalam materi. Organisme juga dapat berkontribusi pada korosi bahan bangunan. Selain itu korosi juga dapat diartikan sebagai penurunan mutu logam yang disebabkan oleh reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungan sekitarnya. (Kurniawan Afandi et al., 2015)

3.7 Nalco 1700

Oksidasi adalah reaksi kimia di mana suatu zat kehilangan elektron atau mendapatkan atom oksigen. Ini terjadi ketika suatu senyawa bereaksi dengan oksigen, biasanya dari udara, dan menghasilkan produk baru. Proses oksidasi sering dikaitkan dengan peningkatan bilangan oksidasi suatu zat. Mekanisme oksidasi dapat bervariasi tergantung pada zat yang terlibat dan kondisi reaksi. Namun, secara umum, proses oksidasi melibatkan transfer elektron dari zat yang dioksidasi ke zat pengoksidasi. Zat yang mengalami oksidasi kehilangan satu atau lebih elektron, sementara zat pengoksidasi mendapatkan elektron tersebut. Keadaan oksidasi pada suatu unsur berhubungan dengan jumlah elektronnya. Atom dapat kehilangan, memperoleh, atau digunakan ketika bergabung dengan atom jenis lain di dalam suatu senyawa.

Oksidasi adalah salah satu reaksi kimia yang tidak bisa dipisahkan dari reduksi, kedua reaksi ini membentuk reaksi reduksi-oksidasi atau pada umumnya disebut sebagai redoks. Hingga kemudian disebut dengan reaksi



redoks yang merupakan suatu reaksi pelepasan dan pengikatan oksigen, redoks merupakan istilah yang kerap digunakan untuk menjelaskan berubahnya bilangan. Bilangan yang dimaksud adalah bilangan oksidasi, atau juga keadaan oksidasi atom-atom dalam sebuah reaksi kimia. Kondisi ini mencakup proses redoks secara sederhana, seperti oksidasi karbon yang menghasilkan karbondioksida maupun reduksi karbon oleh hidrogen yang nantinya mampu menghasilkan metana atau CH₄.

3.8 Efisiensi *Daerator*

Efisiensi *Daerator* merupakan perbandingan antara energi output yang dihasilkan dengan energi yang digunakan. Semakin tinggi efisiensi energi suatu sistem, semakin sedikit energi yang terbuang dan semakin besar output yang dihasilkan untuk satuan energi yang digunakan. (Pokhrel, 2024) Efisiensi *Daerator* diukur berdasarkan kemampuannya mengurangi kandungan oksigen terlarut dalam *Feedwater* hingga di bawah ambang batas yang ditentukan. Umumnya, *Daerator* yang berfungsi dengan baik mampu menurunkan kadar oksigen terlarut hingga kurang dari 7 ppb (*parts per billion*). Efisiensi ini sangat penting karena kadar oksigen yang sangat kecil pun dapat menyebabkan korosi serius pada sistem *Boiler*, terutama pada tekanan tinggi. Oleh karena itu, *Daerator* yang berfungsi optimal akan berkontribusi besar dalam memperpanjang umur peralatan serta menjaga efisiensi termal keseluruhan sistem.

Rumus Efisiensi *Daerator* :

$$\eta = \frac{DO_{inlet} - DO_{outlet}}{DO_{inlet}} \times 100\%$$

Keterangan :

DO_{inlet} = *Dissolved oxygen Intlet*

DO_{outlet} = *Dissolved oxygen Outlet*

BAB IV**ANALISA PERMASALAHAN DAN PEMECAHAN MASALAH****4.1 Data Daerator**

Berikut merupakan data dari *Daerator* yang digunakan pada sistem *Boiler* di PT. Duta Sugar International :

Tabel 4.1 Data *Daerator*

Tanggal	Tekanan (bar)	<i>pH</i>	<i>Dissolved Oxygen Intlet</i> (ppb)	<i>Dissolved Oxygen Outlet</i> (ppb)	Suhu <i>Intlet</i> (°C)	Suhu <i>Outlet</i> (°C)
02/12/24	1,2	10,2	126	4	82	102.5
09/12/24	1,2	10,09	112	3	85	103.6
16/12/24	1.2	10.08	135	3.95	83	102.8
23/12/24	1,2	10,07	135	3.92	83	102.8
30/12/24	1.2	10,04	108	3.1	84	103.2

4.2 Data Hasil

Berikut merupakan data dari hasil perhitungan *Daerator* yang digunakan untuk menghitung efisiensi dalam menghilangkan gas terlarut pada *Feedwater* disistem *Boiler* di PT. Duta Sugar International :

1. Rumus Efisiensi *Daerator*

$$\eta = \frac{DO_1 - DO_2}{DO_1} \times 100\%$$

A. Efisiensi *Daerator* (02-12-2024)

Diketahui :

 DO_1 (*Dissolved Oxygen Intlet Daerator*) = 126 ppb DO_2 (*Dissolved Oxygen Outlet Daerator*) = 4 ppb



Dijawab :

$$\eta = \frac{126 \text{ ppb} - 4 \text{ ppb}}{4 \text{ ppb}} \times 100\%$$

$$\eta = 96.83 \%$$

B. Efisiensi *Daerator* (09-12-2024)

Diketahui :

DO₁ (*Dissolved Oxygen Intlet Daerator*) = 112 ppb

DO₂ (*Dissolved Oxygen Outlet Daerator*) = 3 ppb

Dijawab :

$$\eta = \frac{112 \text{ ppb} - 3 \text{ ppb}}{3 \text{ ppb}} \times 100\%$$

$$\eta = 97.32 \%$$

C. Efisiensi *Daerator* (16-12-2024)

Diketahui :

DO₁ (*Dissolved Oxygen Intlet Daerator*) = 135 ppb

DO₂ (*Dissolved Oxygen Outlet Daerator*) = 3.95 ppb

Dijawab :

$$\eta = \frac{135 \text{ ppb} - 3.95 \text{ ppb}}{3.95 \text{ ppb}} \times 100\%$$

$$\eta = 97.07 \%$$

D. Efisiensi *Daerator* (23-12-2024)

Diketahui :

DO₁ (*Dissolved Oxygen Intlet Daerator*) = 135 ppb

DO₂ (*Dissolved Oxygen Outlet Daerator*) = 3.92 ppb

Dijawab :

$$\eta = \frac{135 \text{ ppb} - 3.92 \text{ ppb}}{3.92 \text{ ppb}} \times 100\%$$

$$\eta = 97.10 \%$$



E. Efisiensi *Daerator* (30-12-2024)

Diketahui :

DO₁ (*Dissolved Oxygen Intlet Daerator*) = 108 ppb

DO₂ (*Dissolved Oxygen Outlet Daerator*) = 3.1 ppb

Dijawab :

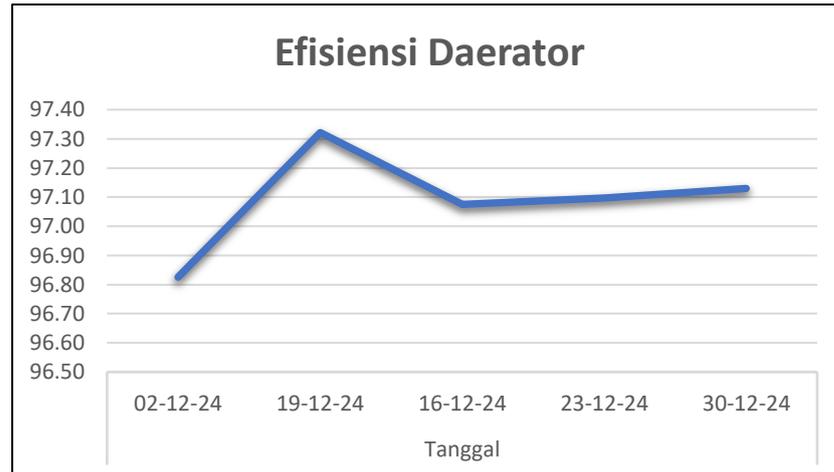
$$\eta = \frac{108 \text{ ppb} - 3.1 \text{ ppb}}{3.1 \text{ ppb}} \times 100\%$$

$$\eta = 97.13 \%$$

Tabel 4.2 Data Hasil Perhitungan pada Efisiensi *Daerator*

Tanggal	<i>Dissolved Oxygen Intlet</i> (ppb)	<i>Dissolved Oxygen Outlet</i> (ppb)	Suhu <i>Intlet</i> (°C)	Suhu <i>Outlet</i> (°C)	Efisiensi (%)
02/12/24	126	4	82	102.5	96.83
09/12/24	112	3	85	103.6	97.32
16/12/24	135	3.95	83	102.8	97.07
23/12/24	135	3.92	83	102.8	97.10
30/12/24	108	3.1	84	103.2	97.13
Rata - Rata					97.09

Berikut ditampilkan grafik efisiensi dari *Daerator* yang diperoleh berdasarkan pengumpulan data selama 5 hari pemantauan, yang dilakukan secara berkala mulai dari tanggal 2 Desember 2024 hingga 30 Desember 2024. Grafik ini bertujuan untuk memberikan gambaran visual mengenai kinerja *Daerator* dalam kurun waktu tersebut, sehingga dapat dianalisis tren efisiensi yang terjadi, apakah mengalami peningkatan, penurunan, atau tetap stabil.



Gambar 4.1 Efisiensi *Daerator*

Berdasarkan tabel 4.2 menunjukkan hasil perhitungan efisiensi pada unit *Daerator* berdasarkan data yang dikumpulkan selama lima hari pengamatan, yaitu pada tanggal 2, 9, 16, 23, dan 30 Desember 2024. Parameter yang diukur meliputi kadar oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) pada sisi *inlet* dan *outlet*, serta suhu air pada kedua sisi tersebut. Dari hasil pengamatan, diketahui bahwa kadar oksigen terlarut pada sisi *inlet* berkisar antara 108 hingga 135 ppb, sedangkan pada sisi *outlet* menurun drastis menjadi 3 hingga 8 ppb. Penurunan kadar oksigen ini menunjukkan bahwa proses deaerasi berjalan dengan baik. Suhu *inlet* berkisar antara 82 hingga 88°C, sementara suhu *outlet* lebih tinggi, yaitu antara 102.5 hingga 103.8°C, yang mencerminkan proses pemanasan air di dalam *Daerator*. Efisiensi penghilangan oksigen oleh *Daerator* selama periode pengamatan berada pada rentang 96.83% hingga 97.13%, dengan nilai rata-rata sebesar 97.09%. Data ini menunjukkan bahwa kinerja *Daerator* cukup stabil dan efektif dalam mengurangi kadar oksigen terlarut dalam air umpan.

4.3 Analisa Hasil

Berdasarkan grafik hasil pemantauan lima parameter utama proses deaerasi selama lima hari berturut-turut, dapat disimpulkan bahwa sistem *Daerator* bekerja dengan cukup stabil dan efisien. Proses ini ditunjukkan oleh perbandingan antara nilai *Dissolved Oxygen (DO) inlet* dan *outlet*, suhu air sebelum dan sesudah *Daerator*, serta efisiensi sistem secara keseluruhan.



Dissolved Oxygen inlet yang berkisar antara 108 hingga 135 ppb menunjukkan bahwa air umpan yang masuk ke *Daerator* memiliki kandungan oksigen terlarut yang cukup tinggi. Namun, setelah melalui proses deaerasi, kandungan oksigen berhasil diturunkan secara signifikan menjadi sekitar 3–4 ppb. Penurunan ini menandakan bahwa proses pemanasan yang terjadi di dalam *Daerator* berjalan efektif, dengan efisiensi yang konsisten tinggi di atas 96%.

Suhu *outlet* dari *Daerator* berkisar antara 102,5°C hingga 103,6°C, sementara suhu *inlet* berkisar antara 82°C hingga 85°C. Perbedaan suhu ini sangat penting karena semakin tinggi suhu air, maka kelarutan oksigen dalam air akan semakin rendah. Uap yang masuk ke dalam *Daerator* tidak hanya berfungsi memanaskan air tetapi juga membantu secara langsung dalam melepaskan oksigen dan gas-gas terlarut lainnya dari air. Oleh karena itu, kestabilan suhu *outlet* yang cukup tinggi menjadi salah satu faktor kunci keberhasilan proses deaerasi. Efisiensi yang ditunjukkan, yaitu berkisar antara 96,83% hingga 97,32%, mengindikasikan bahwa sebagian besar oksigen terlarut berhasil dihilangkan.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi *Daerator* meliputi beberapa aspek teknis dan operasional. Pertama adalah suhu air, baik *inlet* maupun *outlet*. Jika suhu tidak cukup tinggi, maka kemampuan uap untuk menghilangkan oksigen dari air akan menurun. Kedua adalah kualitas distribusi uap dalam ruang deaerasi. Uap harus mampu menyebar merata dan bersentuhan langsung dengan air dalam bentuk film tipis agar proses difusi gas berjalan optimal. Ketiga, kondisi komponen mekanis seperti *nozzle*, *spray*, *tray* atau *baffle*, yang jika tersumbat atau aus dapat menurunkan performa. Keempat, kondisi tekanan sistem juga penting; tekanan yang tidak stabil bisa menyebabkan *flashing* atau *bubble formation* yang tidak optimal. Penambahan tekanan operasi sebesar 1,2 bar pada sistem menunjukkan pengaruh positif terhadap efisiensi keseluruhan boiler. Dengan tekanan ini, suhu saturasi uap menjadi lebih tinggi, sehingga meningkatkan kemampuan uap dalam mentransfer panas ke air dan mempercepat proses pelepasan oksigen. Hal ini secara tidak langsung meningkatkan efisiensi boiler karena air umpan yang



lebih bersih dari oksigen akan mengurangi korosi pada pipa-pipa dan permukaan perpindahan panas. Stabilitasnya tekanan pada 1,2 bar juga memungkinkan proses deaerasi berlangsung lebih konsisten, menjaga efisiensi di atas 97% dan berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi termal sistem secara keseluruhan. Kualitas *feedwater* juga sangat berpengaruh. Kualitas air umpan dengan DO rendah, pH seimbang, dan minim kontaminan akan mencegah korosi dan kerak pada boiler. Dalam data ini, kualitas *feedwater* cukup baik. Pemeliharaan kualitas ini mendukung efisiensi perpindahan panas, menghemat bahan bakar, dan memperpanjang umur peralatan. Pengukuran kandungan oksigen terlarut dilakukan menggunakan *DO meter digital* tipe *optical (luminescent)*, yang dikenal memiliki keunggulan dalam akurasi dan waktu respons cepat. Alat ini bekerja dengan prinsip pendeteksian perubahan cahaya fluoresen akibat adanya oksigen di sekitar sensor.

Secara keseluruhan, performa *Daerator* dalam data ini sangat baik dan stabil. Efisiensi yang tinggi serta penurunan *Dissolved Oxygen outlet* secara konsisten menandakan bahwa sistem berfungsi sesuai desainnya. Untuk mempertahankan dan bahkan meningkatkan efisiensi ini, perlu dilakukan kontrol dan perawatan rutin terhadap sistem, termasuk pemeriksaan komponen internal, pembersihan sistem dari kerak atau kontaminan, serta pengawasan ketat terhadap kondisi operasional seperti tekanan dan suhu. Dengan cara ini, *Daerator* akan terus mendukung proses pembangkit atau produksi dengan efisien, aman, dan andal.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan setelah melaksanakan program kerja praktik pada PT. Duta Sugar International sebagai berikut.

- a. Kinerja *Daerator* dalam menghilangkan *dissolved oxygen* menunjukkan hasil yang sangat baik. Hal ini terlihat dari rata-rata efisiensi sebesar 97,09%, yang menunjukkan bahwa sebagian besar oksigen terlarut berhasil dihilangkan dari air umpan sebelum masuk ke *Boiler*. Nilai *Dissolved Oxygen outlet* berkisar antara 3,1 hingga 4 ppb, yang masih berada dalam rentang aman untuk mencegah korosi pada sistem *Boiler*.
- b. Berdasarkan data operasional yang tercantum dalam Tabel 4.2, efisiensi penghilangan *dissolved oxygen* oleh *Daerator* dengan rata-rata sebesar 97,09%. Meskipun terdapat variasi kecil dalam kadar *dissolved oxygen* pada *intlet* (antara 108–135 ppb) dan suhu *intlet* (antara 82–85°C), efisiensi *Daerator* tetap stabil dan tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa selama *Daerator* beroperasi dalam rentang suhu optimal (± 83 –85°C) dan sistem dikendalikan secara konsisten, variasi kecil pada parameter input seperti *Dissolved Oxygen inlet* dan suhu tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap efisiensi. Dengan demikian, faktor-faktor utama yang memengaruhi efisiensi lebih cenderung berasal dari kestabilan suhu operasi.
- c. Berdasarkan data operasional pada Tabel 4.2, *Daerator* menunjukkan performa aktual yang sangat baik dengan rata-rata efisiensi penghilangan *dissolved oxygen* sebesar 97,09%. Nilai ini menunjukkan bahwa *Daerator* mampu menghilangkan hampir seluruh kandungan oksigen terlarut, dengan kadar *Dissolved Oxygen outlet* yang konsisten rendah, rata-rata sekitar 3,59 ppb, jauh di bawah ambang batas yang umum digunakan dalam sistem *Boiler* (<7 ppb). Namun, hasil evaluasi menunjukkan bahwa terdapat sedikit variasi efisiensi harian (antara 96,83% hingga 97,32%), yang dapat mengindikasikan pengaruh kondisi operasi seperti suhu *intlet* air atau



kestabilan aliran. hal ini menunjukkan perlunya pemantauan berkala dan kontrol operasional yang konsisten untuk menjaga efisiensi optimal.

5.2 Saran

Berikut merupakan saran yang diberikan dalam menjaga performa pada sistem *Daerator* di PT. Duta Sugar International yang telah menunjukkan kinerja sangat baik dengan efisiensi penghilangan oksigen di atas 99,85%.

- a. Melanjutkan kegiatan inspeksi rutin terhadap *tray*, *nozzle*, dan sistem kontrol suhu untuk memastikan kondisi optimal tetap terjaga. Pemeriksaan preventif ini penting untuk mempertahankan efisiensi tinggi dalam jangka panjang.
- b. Untuk menjaga efisiensi penghilangan *dissolved oxygen* yang tinggi, disarankan agar instrumentasi pengukur seperti *Dissolved Oxygen Meter* dan sensor suhu dikalibrasi secara berkala. Pemeliharaan rutin terhadap *Daerator* juga penting guna mencegah penurunan performa akibat kerak, korosi, atau kebocoran uap.



DAFTAR PUSTAKA

- Effendi, Z., Aisyah, S., & Pratama, S. (2021). Analisa Kavitasi Terhadap Pompa Thorishima Berdasarkan Variasi Temperatur Dan Ketinggian Instalasi Dearator. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 25(1), 6. <https://doi.org/10.25077/jtpa.25.1.6-15.2021>
- Kurniawan Afandi, Y., Syarif Arief, I., & Amiadji. (2015). Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating. *Jurnal Teknik Its*, 4(1), 1–5.
- Pokhrel, S. (2024). No TitleEΛENH. *Ayan*, 15(1), 37–48.
- Pricilya, N. (2017). *Level Berbasis Mrac Pada Daerator Unit 101-U Di Pt . Petrokimia Gresik*. 88. file:///D:/STUDI/Skripsi/Jurnal dan TA/Skripsi mahasiswa its.pdf
- Suardi, A., Chairat, N., Muhammad, F., Impak, T. B., & Tekuk, B. (2017). *Analisi efisiensi Boiler dengan metode heat loss*. 4.
- Yunus, A. (2019). Korosi Logam dan Pengendaliannya. *Jurnal POLIMESIN*, 9(1), 847.

LAMPIRAN

Dokumentasi Kegiatan



Turbin uap yang digunakan



Jalur Uap *superheat* dari *Boiler 1*, *Boiler 2* dan *Boiler 3* yang berfungsi menggerakkan turbin



Proses *start-up Boiler 2* dengan teknik pembakaran konvensional



Daerator yang digunakan untuk kebutuhan *Boiler 2* dan *Boiler 3*



Boiler 3 yang digunakan jenis CFB



Kondisi distributed control room pada saat start-up



Pengecekan *bubble* pada pasir silica sebelum *start-up Boiler 3*