



BAB IX

URAIAN TUGAS KHUSUS

IX.1 Uraian Tugas Khusus

IX.1.1 Latar Belakang

Pabrik gula memiliki peran penting dalam industri agribisnis, khususnya dalam pengolahan tebu menjadi gula sebagai salah satu komoditas pokok. Di tengah peningkatan permintaan gula, pabrik dituntut untuk terus meningkatkan efisiensi operasional dan menekan biaya produksi. Salah satu aspek penting yang sangat berpengaruh terhadap efisiensi pabrik gula adalah sistem pembangkit uap khususnya boiler yang berfungsi menyediakan uap untuk proses produksi. Ketel uap atau boiler mempunyai peranan penting dalam proses produksi uap, dimana uap ini nantinya akan digunakan untuk proses pembuatan gula mulai dari memutar mesin gilingan tebu serta turbin uap sebagai penghasil energi listrik untuk kebutuhan pabrik dan uap keluaran turbin digunakan untuk proses pengolahan sampai dengan stasiun puteran.

Pabrik Gula Meritjan memiliki dua unit boiler yakni boiler Yoshimine H-900 dan boiler Cheng-Chen. Masing-masing boiler tersebut memiliki kapasitas produksi uap (*steam*) sebesar 30 ton/jam. Kedua boiler ini termasuk alat yang digunakan di Pabrik Gula Meritjan Kediri dalam mendukung proses produksi gula dan menggunakan bahan bakar berupa ampas dari sisa hasil penggilingan tebu. Pada tahun 2023, PG. Meritjan Kediri berhasil mencapai *Break Even Point* (BEP) ampas dengan kapasitas giling mencapai 1.900 ton, Hal ini menunjukkan efisiensi operasional yang baik. Namun memasuki tahun 2024, PG. Meritjan Kediri tidak berhasil mencapai BEP ampas dengan kapasitas giling yang sama pada tahun 2023. Salah satu indikasi yang mempengaruhi ketidak berhasilan ini adalah efisiensi boiler yang digunakan dalam proses produksi. Apabila efisiensi boiler menurun akan menyebabkan peningkatan konsumsi bahan bakar. Sebagai perangkat inti, efisiensi operasi boiler sangat menentukan efisiensi keseluruhan proses produksi, baik dari segi energi maupun biaya. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengukuran efisiensi boiler secara berkala untuk memantau kondisi dari boiler guna mendapatkan *output* yang lebih baik.

IX.1.2 Tujuan

Tujuan dari tugas khusus ini adalah untuk menganalisis dan menghitung mengenai % efisiensi kinerja dari Boiler Cheng – Chen yang berfungsi menyediakan uap untuk proses produksi gula berdasarkan data boiler di PG. Meritjan serta study literatur.

IX.1.3 Manfaat

Berdasarkan data perhitungan efisiensi boiler, manfaatnya adalah dapat mengetahui apakah kinerja boiler Cheng - Chen selama proses menghasilkan panas dan mengalirkan panas berjalan dengan efektif dan sesuai dengan kebutuhan.

IX.1.4 Tinjauan Pustaka

IX.1.4.1 Boiler



Gambar IX. 1 Boiler

Boiler merupakan bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk uap panas atau steam berupa energi kerja. Air adalah media yang berguna untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Uap panas atau *steam* pada tekanan dan suhu tertentu memiliki nilai energi yang kemudian digunakan untuk mengalirkan panas dalam bentuk energi kalor ke suatu proses.

Faktor- faktor yang mempengaruhi nilai efisiensi antara lain mass flow, tekanan dan suhu uap masuk boiler serta tekanan dan suhu uap keluar boiler. Tahap awal proses penentuan efisiensi boiler adalah data tekanan dan suhu uap boiler. Data tersebut diubah menjadi entalpi panas lanjut dalam satuan kJ/kg dan entalpi



air umpan juga dalam kJ/kg untuk mendapatkan nilai energi keluar dan energi masuk (Nasution, 2022).

IX.1.4.2 Syarat-Syarat Boiler

Syarat - syarat boiler yang ideal, yaitu:

1. Dapat menghasilkan jumlah uap yang maksimum dengan jumlah bahan bakar yang minimum.
2. Kapasitas uap dan tekanan kerja harus konstan.
3. Perangkat pembakaran mampu membakar unsur-unsur bahan bakar secara sempurna sehingga di dapat hasil yang optimal.
4. Sirkulasi air harus baik agar diperoleh suhu yang merata pada seluruh bagian ketel, maka penyerapan kalor oleh air lebih efektif.
5. Konstruksi ketel sederhana, sehingga biaya pembuatan, operasi dan perawatan lebih ekonomis dan hemat tempat.
6. Alat-alat perlengkapan ketel harus berfungsi dengan baik sehingga ketel dapat beroperasi dengan baik dan aman.

(Muzaki,2019)

IX.I.4.3 Klasifikasi Boiler

Secara umum ketel dibedakan dalam dua golongan utama yaitu ketel pipa api (*Fire Tube Boiler*) dan ketel pipa air (*Water Tube Boiler*). Beberapa klasifikasi boiler sebagai berikut :

1. Berdasarkan Fluida yang Mengalir Dalam Pipa

a. Ketel Pipa Api (*Fire Tube Boiler*)

Boiler jenis ini pada bagian tubenya dialiri dengan gas pembakaran dan bagian lainnya yaitu sell dialiri air yang akan diuapkan. Tube-tubanya langsung didinginkan oleh air yang melindunginya. Jumlah pass dari boiler tergantung dari jumlah laluan horizontal dari gas pembakaran diantara furnace dan pipa-pipa api. Laluan gas pembakaran pada furnace dihitung sebagai pass pertama. Boiler jenis ini banyak dipakai untuk industri pengolahan mulai skala kecil sampai skala menengah.

b. Ketel Pipa Air (*Water Tube Boiler*)

Ketel pipa air ini adalah ketel yang peredaran airnya terjadi didalam pipa-pipa yang dikelilingi oleh nyala api dan gas panas dari luar susunan pipa.



Konstruksi pipa-pipa yang dipasang didalam ketel dapat berbentuk lurus (*Straight Tube*) dan juga dapat berbentuk pengkolan (*Bend Tube*) tergantung dari jenis ketelnya. Pipa-pipa yang lurus dipasang secara paralel didalam ketel dihubungkan dengan *Header*, kemudian *Header* tersebut dihubungkan dengan bejana uap yang dipasang secara horizontal diatas susunan pipa. Susunan pipa diantara kedua *Header* mempunyai kecondongan tertentu hal ini dimaksudkan agar dapat menimbulkan peredaran air dalam ketel. Contoh ketel yang termasuk dalam golongan ini adalah Ketel Benson, Ketel Babcock and Wilcox, Ketel Lamont, Ketel Yarrow, dan Ketel Loeffler.

2. Berdasarkan Pemakaiannya

a. Boiler Tetap (*Stasioner Boiler*)

Boiler stasioner adalah boiler yang didudukan diatas fundasi yang tetap seperti boiler untuk pembangkit tenaga, untuk industri dan lain-lain yang sepertinya.

b. Boiler Mobil (*Mobile Boiler*), Boiler Pindah (*Portable Boiler*)

Boiler mobil adalah boiler yang dipasang pada fundasi yang berpindah-pindah (*mobile*), seperti boiler pada lokomotif, loko mobil dan boiler panjang serta lainnya termasuk boiler kapal (*marine boiler*).

3. Berdasarkan Penggunaan

a. Utility Boiler

Utility boiler adalah boiler yang memproduksi uap untuk pembangkit tenaga listrik. Kapasitas besar, tekanan dan temperatur uap tinggi, efisiensi tinggi, dapur dinding pipa air dengan burner, bila dengan tekanan lebih besar dari 14 Mpa biasanya dengan reheater.

b. Industrial Boiler

Industrial boiler adalah boiler yang memproduksi uap untuk pemanas dan proses. Biasanya memiliki kapasitas yang kecil, tekanan dan temperatur uap lebih rendah, dapur dengan burner, stoker atau fluidized bed, tanpa reheater.

(Latif, 2023)



XI.I.4.4 Komponen Boiler

Berikut adalah komponen dari boiler :

1. Komponen Utama Boiler

Berikut adalah komponen utama dari ketel uap (boiler) yaitu:

a. *Furnace* (ruang pembakaran)

Furnace berfungsi sebagai ruang pembakaran. Didalam bejana tersebut terjadi pertemuan antara air dari feedwater pump dengan pipa api disepanjang dalam bejana sehingga terjadi proses uap. Proses pembakaran pada boiler tersebut terjadi secara semi otomatis yang dioperasikan melalui panel.

b. *Burner*

Burner berfungsi untuk menyemburkan bahan bakar gas ataupun minyak bumi kedalam boiler melalui pipa-pipa api.

c. *Header*

Header merupakan komponen katup pendistribusian yang berfungsi mengumpulkan uap hasil pembakaran boiler yang didistribusikan untuk mesin proses produksi. Apabila uap didalam *header* sudah penuh dapat dilihat dari barometer *header* dan uap dibuang ke lingkungan.

d. *Economizer*

Pipa air yang dipompa oleh *feedwater pump* dialirkan dan dipanaskan terlebih dahulu pada *economizer*. Air dalam pipa akan bersinggungan dengan uap panas yang keluar dari boiler sehingga suhu air akan naik. Hal tersebut dapat meningkatkan efisiensi boiler.

e. Pompa air umpan (*feedwater pump*)

Pompa air umpan (*feedwater pump*) bertujuan untuk memompa air dari tangki air umpan (*feedwater tank*) kedalam boiler melalui pipa.

f. Tangki air pengumpan

Tangki air umpan berfungsi sebagai penyimpan air untuk kebutuhan uap boiler yang dipompa melalui *feedwater pump*. Air pada tangki tersebut mengandung garam yang berpengaruh untuk pH air didalam boiler dan uap yang dihasilkan boiler. Air pada tangki tersebut



dialirkan dari *softener* melalui pipa. Suhu air dalam tangki tersebut hangat dikarenakan terdapat pipa uap jenuh hasil sisa pembuangan proses produksi v-belt yang menuju cerobong pembuangan.

g. Katup *Blow Down*

Katup *blow down* berfungsi untuk membuang sedikit air didalam boiler agar tidak terdapat kerak-kerak yang dapat merusak dinding bejana boiler. Biasanya aktivitas *blow down* dilakukan 3 kali dalam sehari untuk memastikan air didalamnya tidak ternodai kerak. Air yang dikeluarkan saat proses *blow down* sudah berbentuk uap jenuh yang dibuang ke cerobong.

h. *Dust Collector*

Bagian ini berfungsi untuk menangkap atau mengumpulkan abu yang berada pada aliran pembakaran hingga debu yang terikut dalam gas buang. Keuntungan menggunakan alat ini adalah gas hasil pembakaran yang dibuang ke udara bebas dari kandungan debu. Alasannya tidak lain karena debu dapat mencemari udara di lingkungan sekitar, serta bertujuan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kerusakan pada alat akibat adanya gesekan abu maupun pasir.

i. Drum ketel

Drum boiler berfungsi untuk menampung air yang akan diubah menjadi uap dengan menggunakan panas dari hasil reaksi pembakaran di dalam ruang pembakaran.

j. Pipa *superheater*

Pipa ini berfungsi untuk memanaskan uap jenuh (saturated steam) menjadi uap lanjut (superheated steam).

k. *Blower* hembus

Blower hembus berfungsi untuk menekan udara pembakaran ke dalam dapur untuk keperluan udara pembakaran. Di samping mensuplai udara untuk pembakaran, *blower* juga berfungsi sebagai pendingin *voster* dan penyebaran bahan bakar.



1. Cerobong asap

Cerobong asap berfungsi untuk mempermudah pembuangan gas asap sehingga pembuangan gas asap lebih sempurna. Dalam hal ini, gas asap hasil pembuangan bahan bakar harus dibuang agar pembakaran dapat berlangsung baik. Cerobong asap ini juga berfungsi untuk membuang abu, serta sisa hasil pembakaran sehingga polusi pada ketel uap berkurang. Untuk dapat membuang gas asap dan sisa tersebut, cerobong asap menggunakan tarikan yang dihasilkan *blower* isap atau sistem tarikan uap (*indrive drive fan*) yaitu dengan menghisap gas asap dari ruang pembakaran dan menekannya ke dalam cerobong asap untuk dibuang ke udara luar.

2. Komponen Pendukung Boiler

Komponen pendukung ketel uap dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

a. *Force Draft Fan* (FDF)

Force draft fan adalah alat pendorong udara untuk pembakaran pada ketel uap yang melalui lorong udara (*duct*) sebelum bercampur dengan bahan bakar.

b. Katup pengaman (*safety valve*)

Safety valve berfungsi bilamana kadar air sudah melebihi ambang batas maksimal pada bejana. Hal tersebut bertujuan untuk menstabilkan produksi uap saat pembakaran sehingga tidak terjadi kelebihan tekanan untuk kebutuhan proses produksi v-belt. Maka dari itu dibutuhkan aktivitas blow down untuk menstabilkannya.

c. Manometer pengukur tekanan uap

Manometer ini digunakan untuk mengetahui besarnya tekanan di dalam ruangan uap sehingga kita dapat mengetahui besarnya tekanan uap yang ada dalam ketel uap.

d. Gelas penduga

Gelas penduga dipasang pada bejana boiler bagian atas yang berfungsi untuk mengetahui ketinggian air di dalam bejana. Tujuannya adalah untuk memudahkan pengontrolan ketinggian air dalam ketel selama boiler sedang beroperasi. Gelas penduga ini harus dicuci secara



berkala untuk menghindari terjadinya penyumbatan yang membuat level air tidak dapat dibaca.

e. Alarm

Alarm berfungsi untuk memperingatkan operator akan kondisi level air pada drum. Alat ini akan berbunyi bila kondisi air pada drum kurang atau berlebih, karena alarm dihubungkan dengan sensor level air yang berada pada drum atas.

f. *Deaerator*

Deaerator letaknya berada di luar ketel uap dan berfungsi sebagai pemanas yang menghilangkan gas-gas terlarut dalam air umpan ketel uap terutama oksigen.

g. *Man Hole* (Lubang Laluan)

Man hole berfungsi sebagai tempat aktifitas pekerja saat melakukan perawatan dan perbaikan. Letak man hole berada di atas dan bagian belakang drum boiler. Setelah perawatan maka man hole akan ditutup kembali agar tidak ada kebocoran saat boiler beroperasi.

h. Keran uap induk

Keran ini berfungsi sebagai katup penghubung antara ruang uap dalam ketel uap yang bertekanan tinggi dengan ruang bakar mesin (turbin uap), karena itu harus dipasang sedekat mungkin dengan badan ketel uap guna pengamanan.

(Haikal, 2023)

IX.1.4.5 Prinsip Kerja Boiler

Boiler adalah suatu perangkat mesin yang berfungsi untuk mengubah air menjadi uap. Proses perubahan air menjadi uap dengan memanaskan air yang berada di dalam pipa-pipa dan memanfaatkan panas dari hasil pembakaran bahan bakar. Pembakaran dilakukan secara kontinu didalam ruang bakar dengan mengalirkan bahan bakar dan udara dari luar. Uap yang dihasilkan boiler adalah uap superheat dengan tekanan dan temperatur yang tinggi. Jumlah produksi uap tergantung pada luas permukaan pemindah panas, laju aliran, dan panas pembakaran yang diberikan. Boiler yang konstruksinya terdiri dari pipa-pipa berisi air disebut dengan *steam generator* (Nasution, 2022).



IX.1.4.6 Efisiensi Boiler

Efisiensi boiler mengukur seberapa besar kemampuan boiler untuk mengkonversikan nilai energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar menjadi energi panas. Efisiensi boiler didefinisikan persentase jumlah masukan panas efektif yang digunakan digunakan untuk menghasilkan uap. Pada metode langsung efisiensi mesin ketel uap didapat dari perbandingan antara energi keluaran (*output*) dengan energi yang masuk (*input*) (Muzaki, 2019). Berdasarkan Hugot (1986), perhitungan nilai efisiensi boiler dengan metode langsung dapat menggunakan persamaan berikut:

$$Efisiensi\ boiler = \frac{Heat\ output}{Heat\ input} \times 100\%$$

$$n = \frac{Q_{boiler} \times (H_g - H_f)}{q \times GCV} \times 100\%$$

Dimana:

H	= efisiensi boiler	(%)
Q _{boiler}	= jumlah hasil steam	(kg/jam)
H _f	= entalpi air umpan	(kcal/kg)
H _g	= entalpi steam superheated	(kcal/kg)
q	= massa bahan bakar yang terpakai	(kg/jam)
GCV	= nilai kalor bersih dari bahan bakar	(kcal/kg)

IX.2 Analisis Efisiensi Boiler

Pabrik Gula Meritjan Kediri memiliki dua unit boiler, salah satunya yaitu boiler Cheng-Chen. Seiring dengan operasionalnya, boiler ini dapat mengalami berbagai kendala teknis yang berpotensi menurunkan tingkat efisiensi. Penurunan efisiensi tersebut dapat berdampak langsung pada performa keseluruhan proses produksi gula, termasuk pengurangan output uap dan peningkatan konsumsi bahan bakar, yang akhirnya dapat memperlambat produksi serta meningkatkan biaya operasional. Untuk mengatasi masalah ini dan meningkatkan kinerja boiler, dilakukan evaluasi serta peningkatan efisiensi pada boiler Cheng - Chen di PG Meritjan. Proses peningkatan ini bertujuan untuk meminimalkan kerugian energi



serta memastikan boiler beroperasi pada kapasitas optimalnya. Langkah pertama dalam upaya ini adalah melakukan perhitungan efisiensi menggunakan metode langsung (*Direct Method*), yang merupakan salah satu metode evaluasi yang mengukur efisiensi berdasarkan perbandingan langsung antara energi yang masuk dan energi yang dihasilkan dalam bentuk uap.

Perhitungan efisiensi ini didasarkan pada data operasional yang diperoleh selama periode hari giling, yakni dari 5 September 2024 pukul 06.00 WIB hingga 11 September 2024 pukul 06.00 WIB. Data ini mencakup berbagai parameter operasional seperti jumlah bahan bakar yang digunakan, *steam flow* boiler Cheng-Chen, tekanan *gauge*, dan temperatur *steam* keluar dari boiler yang digunakan sebesar 350°C yang semuanya akan dianalisis untuk menentukan tingkat efisiensi boiler selama periode tersebut. Dengan informasi ini, diharapkan langkah-langkah perbaikan yang tepat dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan memastikan keberlanjutan proses produksi gula di PG Meritjan Kediri.

IX.2.1 Spesifikasi Alat

Tabel IX. 1 Spesifikasi Boiler Cheng - Chen

Data	Nilai
Type	Cheng - Chen
Jenis boiler	<i>Water-tube boiler</i>
Kapasitas boiler	30 ton/jam
Tekanan uap rata-rata	18 bar/1800 kPa
Steam temperatur	350 °C
Heating Surface	1024 m ²
Fire grade	4.992 x 270 mm ²
Design pressure	24 kg/cm ²
Operasional pressure	20 kg/cm ²
Ruang bakar	4,325 x 5,250 x 9,930 m ³

(Sumber: PG Meritjan, 2024)

Berdasarkan tabel IX.1, dapat diketahui spesifikasi dari boiler tipe Cheng-Chen yang digunakan di PG. Meritjan Kediri. Boiler yang digunakan adalah jenis water tube boiler dengan kapasitas boiler 30 ton/jam. Boiler ini memiliki heating



surface sebesar 1024 m². Tekanan operasional mencapai 20 kg/cm² dan tekanan uap rata-rata sebesar 18 bar. Proses penggilingan tebu yang dilakukan di pabrik ini menghasilkan limbah berupa ampas tebu. Ampas ini kemudian dimanfaatkan sebagai bahan bakar utama dalam operasional boiler yang berfungsi untuk menghasilkan uap dan energi yang dibutuhkan dalam proses produksi gula. Persentase bahan bakar ampas yang masuk ke boiler Yoshimine sebesar 55% dan sisanya masuk ke boiler Cheng-Chen sebesar 45%. Dengan kata lain, ampas yang tersisa setelah digunakan di boiler Yoshimine kemudian dialirkan ke boiler Cheng-Chen untuk proses pembakaran lebih lanjut.

XI.2.2 Perhitungan Efisiensi Boiler Cheng-Chen

1. Perhitungan Nilai Kalori Ampas

GCV (*Gross Calorific Value*) merupakan nilai kalori bersih yang terkandung di dalam bahan bakar ampas. Untuk mencari nilai kalori ampas dirumuskan dalam Hugot (1986), sebagai berikut:

$$GCV = 4250 - 48w - 10pa$$

Dimana:

pa : pol ampas (%)

w : zat ampas yang basah (%)

$$\begin{aligned} w (\text{zat ampas basah}) &= 100 \% - \text{zat ampas kering} \\ &= 100 \% - 45,5 \% \\ &= 54,5 \% \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan:

$$GCV = 4250 - 48w - 10pa$$

$$GCV = 4250 - 48(54,5) - 10(3,32)$$

$$GCV = 1600,80 \text{ kcal/kg}$$



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SINERGI GULA NUSANTARA
PABRIK GULA MERITJAN - KEDIRI
DEPARTEMEN *QUALITY ASSURANCE*



Tabel IX. 2 *CGV Boiler* Cheng Chen Tanggal 5 September 2024

Jam	W (%)	Pa (%)	CGV (kkal/kg)
06:00	54,5	3,32	1600,8
07:00	54,4	3,17	1607,1
08:00	54,2	3,01	1618,3
09:00	54,5	3,32	1600,8
10:00	54,6	3,47	1594,5
11:00	54,4	3,17	1607,1
12:00	54,6	3,32	1596,0
13:00	54,2	3,01	1618,3
14:00	54,3	3,17	1611,9
15:00	54,5	3,47	1599,3
16:00	54,4	3,32	1605,6
17:00	54,1	3,01	1623,1
18:00	54,3	3,17	1611,9
19:00	54	3,01	1627,9
20:00	54,2	3,17	1616,7
21:00	52,2	3,17	1712,7
22:00	54,5	3,47	1599,3
23:00	54,3	3,17	1611,9
00:00	54,1	3,01	1623,1
01:00	54,4	3,32	1605,6
02:00	53,4	0	1686,8
03:00	54,4	0	1638,8
04:00	54,4	0	1638,8
05:00	53,4	0	1686,8



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SINERGI GULA NUSANTARA
PABRIK GULA MERITJAN - KEDIRI
DEPARTEMEN *QUALITY ASSURANCE*



Tabel IX. 3 *CGV Boiler* Cheng Chen Tanggal 6 September 2024

Jam	W (%)	Pa (%)	GCV (kkal/kg)
06:00	54,7	3,62	1588,2
07:00	54,2	3,01	1618,3
08:00	54,5	3,47	1599,3
09:00	54,3	3,17	1611,9
10:00	54,4	3,32	1605,6
11:00	54,6	3,47	1594,5
12:00	54,3	3,17	1611,9
13:00	54,3	3,17	1611,9
14:00	54,3	3,17	1611,9
15:00	54,6	3,47	1594,5
16:00	54,4	3,32	1605,6
17:00	54,7	3,62	1588,2
18:00	54,5	3,47	1599,3
19:00	54,4	3,17	1607,1
20:00	54,4	3,17	1607,1
21:00	54,4	3,17	1607,1
22:00	54,4	3,17	1607,1
23:00	54,7	3,62	1588,2
00:00	54,6	3,47	1594,5
01:00	54,4	3,32	1605,6
02:00	54,5	3,47	1599,3
03:00	54,4	3,17	1607,1
04:00	54,4	3,17	1607,1
05:00	54,4	3,17	1607,1



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SINERGI GULA NUSANTARA
PABRIK GULA MERITJAN - KEDIRI
DEPARTEMEN *QUALITY ASSURANCE*



Tabel IX. 4 *CGV Boiler* Cheng Chen Tanggal 7 September 2024

Jam	W (%)	Pa (%)	GCV (kkal/kg)
06:00	54,4	3,17	1607,1
07:00	54,5	3,32	1600,8
08:00	54,2	3,17	1616,7
09:00	54,8	3,47	1584,9
10:00	54,5	3,32	1600,8
11:00	54,3	3,17	1611,9
12:00	54,5	3,32	1600,8
13:00	54,3	3,17	1611,9
14:00	54,1	3,01	1623,1
15:00	54,6	3,47	1594,5
16:00	54,2	3,01	1618,3
17:00	54,4	3,17	1607,1
18:00	54	3,01	1627,9
19:00	54,7	3,47	1589,7
20:00	54,3	3,17	1611,9
21:00	54,7	3,47	1589,7
22:00	54,5	3,32	1600,8
23:00	54,3	3,17	1611,9
00:00	54,2	3,17	1616,7
01:00	54,2	0	1648,4
02:00	54,7	3,47	1589,7
03:00	54,1	3,01	1623,1
04:00	54,1	0	1653,2
05:00	54,1	0	1653,2



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SINERGI GULA NUSANTARA
PABRIK GULA MERITJAN - KEDIRI
DEPARTEMEN *QUALITY ASSURANCE*



Tabel IX. 5 *CGV Boiler* Cheng Chen Tanggal 8 September 2024

Jam	W (%)	Pa (%)	GCV (kkal/kg)
06:00	54,5	3,17	1602,3
07:00	54,2	3,01	1618,3
08:00	54,7	3,47	1589,7
09:00	53,4	3,32	1653,6
10:00	54,6	3,47	1594,5
11:00	54,1	3,01	1623,1
12:00	54,4	3,17	1607,1
13:00	54,2	3,01	1618,3
14:00	54	3,01	1627,9
15:00	54,5	3,32	1600,8
16:00	54,7	3,47	1589,7
17:00	54,6	3,47	1594,5
18:00	54,4	3,32	1605,6
19:00	54,7	3,47	1589,7
20:00	54,6	3,47	1594,5
21:00	54,6	3,47	1594,5
22:00	54,8	3,62	1583,4
23:00	54,3	3,17	1611,9
00:00	54,4	3,17	1607,1
01:00	54,2	3,01	1618,3
02:00	54,5	3,32	1600,8
03:00	54,5	0	1634
04:00	54,5	0	1634
05:00	54,5	0	1634



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SINERGI GULA NUSANTARA
PABRIK GULA MERITJAN - KEDIRI
DEPARTEMEN *QUALITY ASSURANCE*



Tabel IX. 6 *CGV Boiler* Cheng Chen Tanggal 9 September 2024

Jam	W (%)	Pa (%)	GCV (kkal/kg)
06:00	54,5	3,32	1600,8
07:00	54,8	3,62	1583,4
08:00	54,6	3,47	1594,5
09:00	54,1	3,01	1623,1
10:00	54,4	3,32	1605,6
11:00	54,3	3,17	1611,9
12:00	54,5	3,32	1600,8
13:00	54,0	3,01	1627,9
14:00	54,0	3,01	1627,9
15:00	54,0	3,01	1627,9
16:00	54,0	3,01	1627,9
17:00	54,0	3,01	1627,9
18:00	54,0	3,01	1627,9
19:00	54,0	3,01	1627,9
20:00	OFF		
21:00			
22:00			
23:00			
00:00			
01:00			
02:00			
03:00	52,7	2,26	1697,8
04:00	52,7	2,26	1697,8
05:00	52,7	2,26	1697,8



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SINERGI GULA NUSANTARA
PABRIK GULA MERITJAN - KEDIRI
DEPARTEMEN *QUALITY ASSURANCE*



Tabel IX. 7 *CGV Boiler* Cheng Chen Tanggal 10 September 2024

Jam	W (%)	Pa (%)	GCV (kkal/kg)
06:00	53,1	2,41	1677,1
07:00	52,2	1,96	1724,8
08:00	52,9	2,26	1688,2
09:00	52,6	2,26	1702,6
10:00	52,4	2,11	1713,7
11:00	52,1	1,96	1729,6
12:00	52,4	2,11	1713,7
13:00	52,1	1,96	1729,6
14:00	52,2	1,96	1724,8
15:00	53,1	2,41	1677,1
16:00	52,5	2,11	1708,9
17:00	52,3	2,11	1718,5
18:00	52,6	2,26	1702,6
19:00	52,7	2,26	1697,8
20:00	52,4	2,11	1713,7
21:00	52,7	2,26	1697,8
22:00	52,5	2,11	1708,9
23:00	52,2	1,96	1724,8
00:00	52,4	2,11	1713,7
01:00	52,1	1,96	1729,6
02:00	52,1	1,96	1729,6
03:00	52,1	1,96	1729,6
04:00	52,1	1,96	1729,6
05:00	52,1	1,96	1729,6



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SINERGI GULA NUSANTARA
PABRIK GULA MERITJAN - KEDIRI
DEPARTEMEN *QUALITY ASSURANCE*



Tabel IX. 8 *CGV Boiler* Cheng Chen Tanggal 11 September 2024

Jam	W (%)	Pa (%)	GCV (kkal/kg)
06:00	52,7	2,26	1697,8
07:00	52,2	1,96	1724,8
08:00	52,4	2,11	1713,7
09:00	52,1	1,96	1729,6
10:00	52,3	2,11	1718,5
11:00	52	1,96	1734,4
12:00	52,3	2,11	1718,5
13:00	52,6	2,26	1702,6
14:00	52,2	1,96	1724,8
15:00	52,3	2,11	1718,5
16:00	52,4	2,11	1713,7
17:00	52,1	1,96	1729,6
18:00	52,3	2,11	1718,5
19:00	52,6	2,26	1702,6
20:00	52,4	2,11	1713,7
21:00	53	2,41	1681,9
22:00	52,5	2,26	1707,4
23:00	52,3	2,11	1718,5
00:00	52,7	2,26	1697,8
01:00	52,6	2,26	1702,6
02:00	52,1	2,11	1728,1
03:00	52,1	2,26	1726,6
04:00	52,1	0	1749,2
05:00	52,1	0	1749,2



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PT SINERGI GULA NUSANTARA
PABRIK GULA MERITJAN - KEDIRI
DEPARTEMEN *QUALITY ASSURANCE*



2. Data Kapasitas Uap Boiler

Untuk mencari nilai kapasitas uap dari ketel, maka digunakan data *steam flow* sebagai berikut:

Tabel IX. 9 *Steam Flow Boiler* Cheng- Chen Tanggal 5-11 September 2024

Waktu	Steam Flow (Ton/Jam)						
	5	6	7	8	9	10	11
06:00	24	26	26	24	24	24	27
07:00	23	24	27	24	22	24	26
08:00	23	24	26	25	24	25	26
09:00	22	24	25	26	23	24	25
10:00	24	25	25	26	23	24	22
11:00	25	26	25	26	24	26	22
12:00	22	23	23	24	25	25	24
13:00	24	24	23	24	23	24	26
14:00	22	19	22	23	16	21	23
15:00	22	23	24	25	16	25	25
16:00	24	24	25	26	15	26	24
17:00	24	22	17	24	13	25	26
18:00	25	24	25	23	13	26	27
19:00	23	25	25	24	13	25	26
20:00	24	15	23	26	Off	24	23
21:00	25	15	24	22		24	26
22:00	22	14	26	25		26	25
23:00	23	19	24	26		24	25
00:00	20	23	24	24		24	24
01:00	21	25	22	26		25	25
02:00	18	23	23	22		24	25
03:00	19	26	25	23	23	26	26
04:00	16	22	23	20	25	25	24
05:00	14	24	18	22	23	24	24
Rata-rata	22,0417	22,4583	23,7500	24,1667	20,2941	24,5833	24,8333



3. Perhitungan Enthalpy *steam*

Untuk menghitung nilai enthalpy, maka digunakan data temperatur temperature uap panas lanjut di pipa *superheater* sebesar 350 °C dan *pressure gauge*, sebagai berikut:

Tabel IX. 10 Data Enthalpy Temperatur *superheated steam Feed* pada suhu 350 °C

Tekanan (Bar)	Enthalpy (kkal/kg)
14,71	751,42
15,69	750,94
16,67	750,45
17,65	749,82
18,63	749,33

4. Efisiensi Boiler

Dari hasil perhitungan di atas, maka didapatkan efisiensi boiler Cheng Chen sebagai berikut:

$$\eta_{boiler} = \frac{Panas\ keluar}{Panas\ masuk} \times 100\%$$

$$\eta_{boiler} = \frac{Q_{steam} \times H_{steam}}{q \times GCV} \times 100\%$$

$$\eta_{boiler} = \frac{24000\ kg/jam \times 749,8201\ kkal/kg}{16777\ kg/jam \times 1600,80\ kkal/kg} \times 100\%$$

$$\eta_{boiler} = 67,01\%$$



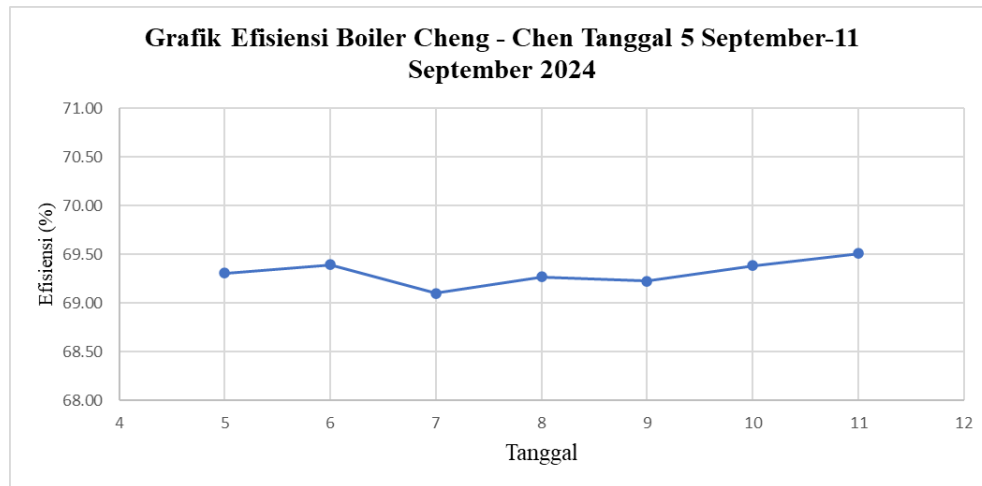
Tabel IX. 11 Data Efisiensi Boiler Cheng-Chen Tanggal 5-11 September 2024

Waktu	Efisiensi (%)						
	5	6	7	8	9	10	11
6:00	67.0065	67.9712	64.0941	65.3090	70.3976	70.6506	73.6402
7:00	68.2255	68.5056	67.1336	68.8795	70.2704	68.0822	67.2381
8:00	66.4981	71.5813	68.7919	67.5553	71.6528	67.2938	68.3489
9:00	70.6513	68.0844	68.8221	72.9470	69.6499	69.6010	72.4551
10:00	67.0482	70.2471	68.6824	67.9877	65.6025	70.7679	71.5080
11:00	73.6203	68.411	67.2354	69.8531	68.8624	72.8338	68.0839
12:00	66.9856	64.3682	67.6225	66.0583	70.6360	70.6298	73.4667
13:00	70.4039	69.9253	70.1047	74.9214	71.3062	69.4481	70.4280
14:00	66.2797	70.4879	73.3202	69.2980	67.7307	70.9968	69.2561
15:00	65.6722	74.6280	74.9375	67.1759	68.2143	69.3824	67.5766
16:00	64.6586	75.4257	67.1534	69.794	64.3974	71.1458	66.2300
17:00	61.6557	62.5391	69.1134	68.5702	65.1587	68.1611	66.6671
18:00	66.9505	74.7050	64.6499	65.8921	64.5734	66.7892	74.3898
19:00	76.5015	71.1268	69.9138	64.2217	65.2473	66.8402	74.0632
20:00	72.0438	69.7621	71.2346	68.1032	Off	67.5043	70.0222
21:00	75.7125	71.2389	73.7815	67.9339		71.5011	72.4935
22:00	74.3123	71.0766	75.1432	72.1261		66.7385	71.4254
23:00	64.7438	62.0432	64.1962	75.207		68.0691	67.2293
0:00	72.9603	67.6852	67.9413	70.2565		67.7633	66.1519
1:00	71.9795	68.016	67.2413	72.7867		73.4949	68.3917
2:00	74.0596	67.798	68.0867	68.9907		67.6827	70.3662
3:00	72.1561	72.7234	71.0092	68.6086	69.4809	70.7711	67.6938
4:00	68.3345	69.1241	71.9459	70.6011	73.1296	68.5141	66.4213
5:00	73.3573	70.9293	70.6264	71.1794	73.6241	72.0754	66.1413

IX.2.3 Pembahasan

Berdasarkan tabel IX.9 diatas, diperoleh rata-rata *steam flow* dari boiler Cheng-Chen sebesar 23,1611 ton/jam atau 23.161,10 kg/jam. Data steam flow diperlukan untuk perhitungan pada rumus efisiensi boiler yang akan dikalikan dengan enthalpy steam sehingga diperoleh nilai panas keluar. Efisiensi boiler mengukur seberapa besar kemampuan boiler untuk mengkonversikan nilai energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar menjadi energi panas. Pada metode langsung, efisiensi boiler didapat dari perbandingan antara energi keluaran (*output*) dengan energi yang masuk (*input*). Keuntungan metode langsung, efisiensi boiler segera dapat dievaluasi, memerlukan sedikit parameter untuk perhitungan,

memerlukan sedikit instrumen pengukuran, mudah membandingkan rasio penguapan dengan data *benchmark*.



Gambar IX. 2 Efisiensi Boiler Cheng-Chen tanggal 5-11 September 2024

Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi boiler dengan metode langsung, diperoleh efisiensi boiler terendah sebesar 61.6557% dan tertinggi 75.1432%. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja boiler Cheng-Chen tersebut masih cukup baik. Boiler Cheng-Chen memiliki waktu tinggal yang lebih lama dan air pengisinya lebih rendah dibandingkan dengan boiler Yoshimine H-900, sehingga efisiensi boiler Cheng-Chen lebih rendah dari boiler Yoshimine H-900. Air pengisi boiler Cheng-Chen menghasilkan uap boiler suhu 80 °C.

Dari hasil analisis diatas terdapat faktor yang mempengaruhi efisiensi kinerja boiler yaitu kehilangan panas (*heat loss*), kadar air dalam ampas tebu, dan tidak terpenuhinya kebutuhan udara pembakaran. Hal tersebut berpengaruh terhadap proses perpindahan kalor karena banyaknya *losses* yang terbangun mengakibatkan semakin banyak energi yang terbangun sehingga uap yang dihasilkan tidak terjadi secara optimal. Kadar air dalam ampas tebu masih mengandung banyak air sehingga dapat menyebabkan pembakaran yang tidak sempurna. Udara yang cukup sangat penting untuk pembakaran yang efisien. Jika udara pembakaran tidak mencukupi, pembakaran bahan bakar tidak akan sempurna, menghasilkan lebih banyak karbon monoksida (CO) dan partikel tak terbakar lainnya. Pengurangan kadar air dalam ampas tebu dapat dilakukan dengan melalui proses pemerahan gilingan akhir sebelum memasukkan ke dalam furnace boiler. Selain itu mengurangi kandungan ampas yaitu melalui proses pemerahan gilingan akhir dengan digunakan



economizer conomizer untuk meningkatkan efisiensi boiler dengan memanfaatkan panas dari gas buang untuk memanaskan air umpan sebelum masuk ke boiler (pre-heater). *Economizer* menjadi solusi yang efektif dan ramah lingkungan untuk meningkatkan kinerja boiler. Dalam mempertahankan kinerja boiler sesuai desain, maka setiap industri melakukan maintenance. *Overhaul* merupakan perbaikan, pemeliharaan, dan pengujian secara menyeluruh dari suatu alat sampai diperoleh suatu kondisi yang bisa diterima.