

PERANCANGAN *ECONOMIZER* SEBAGAI PEMANAS AWAL AIR UMPAN PADA KETEL *TYPE FIRE TUBE* DALAM PROSES PENGOLAHAN GETAH PINUS di PT. NASCO INDOFINE

Oleh:

Alan Jerindo valensio Nainggolan ¹⁾

Heskiel Frans Huala Siahaan ²⁾

Sawin Sebayang ³⁾

Universitas Darma Agung, Medan ^{1,2,3)}

E-mail :

ajv.nainggolan94@gmail.com ¹⁾

hskielsiahaan@gmail.com ²⁾

sawinsebayang11@gmail.com ³⁾

ABSTRACT

The feed water has a low temperature, which if it is entered into boiler it can reduce the temperature of the water into the boiler and directly lower the pressure in the boiler, at that time more heating is needed and has an impact on fuel consumption. With this problem, I learned a tool that aims to solve the problem. In the preparation of this final work has several objectives, namely : studying the effect of using the economizer , studying the design of the economizer concept at PT . Nasco Indopine the research was conducted by conducting a question and answer session with the field operator, and taking data conservatively. The economizer works as preheater. Economizer works where the feed water is first heated before being pumped into the boiler. This economizer is placed on the boiler exhaust line. Research shows the use of an economizer can help boiler performance by increasing the temperature of the boiler feed water by utilizing hot gases from boiler combustion.

Keywords: *feed water, economizer, steam, boiler, flue gas*

ABSTRAK

Air umpan memiliki suhu rendah, yang apabila di masukan ke dalam boiler dapat menurunkan suhu air pada boiler dan langsung menurunkan tekanan pada boiler tersebut, saat itu juga dibutuhkan pemanasan yang lebih dan berdampak pada pemakaian bahan bakar. Dengan permasalahan inilah, saya mempelajari sebuah alat yang bertujuan mengatasi permasalahan tersebut. Dalam penyusunan karya akhir ini memiliki beberapa tujuan, yaitu: Mempelajari pengaruh penggunaan Economizer, Mempelajari perancangan konsep *Economizer* di PT. Nasco Indopine Penelitian dilakukan dengan cara melakukan sesi tanya jawab kepada pihak operator lapangan, dan melakukan pengambilan data secara conservative. *economizer* bekerja sebagai *preheater*. *Economizer* bekerja dimana air umpan terlebih dahulu dipanaskan sebelum dipompakan ke dalam boiler. *Economizer* ini di tempatkan pada jalur gas buang boiler. Penelitian menunjukkan penggunaan *economizer* dapat membantu kinerja boiler dengan menaikkan suhu air umpan ketel dengan memanfaatkan gas panas hasil pembakaran boiler.

Kata kunci : *air umpan, economizer, steam , boiler, gas buang*

1. PENDAHULUAN

Gum rosin adalah salah satu kandungan yang terdapat di dalam getah pinus, yang dalam pengolahannya

dilakukan dengan cara *distillation*. Proses pengolahan menggunakan sistem *distillation*, membutuhkan beberapa *utility* agar proses ekstraksinya berhasil. *Steam*

merupakan salah satu yang dibutuhkan. Uap air adalah gas yang terjadi dari proses pemanasan air (H_2O), menjadi Uap air. Uap air mempunyai potensi kekuatan yang luar biasa yang bisa digunakan untuk menggerakkan turbin listrik PLTU, kereta uap, atau mesin uap, sedangkan *steam* adalah uap air yang memiliki tekanan tinggi yang dihasilkan oleh sistem pemanas bernama ketel uap.

Pada prosesnya, boiler membutuhkan utility berupa air yang nantinya akan dinaikkan suhu dan tekanannya sesuai kebutuhan, dengan cara dipanaskan oleh api pada tungku pembakaran yang terpisah antara air dan media apinya. Kerja unit boiler adalah sebagai alat untuk memperoleh tekanan serta suhu tertentu memiliki kendala salah satunya adalah air umpan ketel itu sendiri. Dimana air umpan tersebut memiliki suhu rendah yang apabila secara langsung dimasukkan ke *boiler* dapat menurunkan suhu air pada *boiler* dan secara tidak langsung menurunkan tekanan pada *boiler* tersebut, dan pada saat itu juga dibutuhkan pemanasan yang lebih dan berdampak pada pemakaian bahan bakar.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi Ketel Uap

Ketel uap adalah alat untuk menghasilkan uap untuk berbagai keperluan. Jenis air dan steam sangat

dipengaruhi oleh efisiensi boiler itu sendiri. Pada mesin boiler, jenis air yang digunakan terlebih dahulu harus didemineralisasi untuk mensterilkan air yang digunakan agar aplikasi steam dapat dimaksimalkan dengan baik. Untuk mencapai efisiensi boiler yang lebih besar, digunakan komponen economizer untuk meningkatkan efisiensi uap air yang dihasilkan. Air dalam boiler dipanaskan oleh panas pembakaran bahan bakar (sumber panas lainnya), sehingga terjadi perpindahan panas dari sumber panas ke air, menyebabkan air menjadi panas atau berubah menjadi uap.

Air yang lebih hangat memiliki berat jenis yang lebih rendah daripada air yang lebih dingin, sehingga berat jenis air dalam boiler berubah. Air dengan massa jenis lebih rendah naik dan, sebaliknya, air dengan massa jenis lebih tinggi turun. Uap air panas yang dihasilkan oleh boiler sangat penting karena memiliki kemampuan seperti menyimpan dan melepaskan energi panas dalam jumlah besar, perpindahan panas yang cepat dan bersih, mudah didistribusikan kemana-mana, suhu yang stabil tergantung pada tekanan dan pengaturan yang mudah sehingga tidak menjadi terlalu panas. Selanjutnya uap yang dihasilkan boiler ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan di bidang industri, seperti: untuk membangkitkan listrik dengan

mengalirkan uap panas untuk menggerakkan turbin, atau dapat juga digunakan untuk sterilisasi karena uap panas yang dihasilkan juga di tekanan tinggi.

B. Klasifikasi ketel uap

Berdasarkan fluida yang mengalir dalam pipa

a. Ketel uap pipa api (*fire tube boiler*)

Ketel uap pipa api adalah dimana yang mengalir dalam pipa adalah gas panas hasil pembakaran yang membawa energi kalor untuk memindahkan ke air ketel melalui bidang pemanas.

b. Ketel uap pipa air (*water tube boiler*)

Ketel uap pipa air adalah fluida yang mengalir didalam pipa adalah air, sedangkan pemanasan air dilakukan oleh gas-gas asap yang beredar disekitar pipa-pipa air.

Berdasarkan pemakaiannya

a. Ketel stasioner atau ketel tetap (*stationery boiler*)

Ketel stasioner adalah ketel yang didudukkan di atas pondasi yang tetap, seperti contohnya pada ketel uap pembangkit tenaga dan ketel uap pada industri.

b. Ketel mobil (*mobile boiler*)

Ketel mobil adalah ketel yang dipasang pada pondasi yang dapat berpindah-pindah(*mobile*), contohnya seperti ketel

lokomotif, lokomobil dan ketel kapal (*marine boiler*). 3. Berdasarkan letak dapur (posisi kompor)

sebuah. Ketel uap yang dipecat secara internal

Pada boiler ini boiler berada di dalam boiler, sebagian besar fire tube boilers menggunakan sistem ini.

b. Ketel uap yang dipecat secara eksternal

Pada boiler ini boiler berada di luar boiler, kebanyakan boiler pipa air menggunakan sistem ini.

4. Menurut jumlah bagian (tabung ketel)

sebuah. Ketel uap tabung tunggal

b. Ketel uap lorong ganda (ketel uap multi tabung)

5. Tergantung pada poros penutup drum (shell)

sebuah. Ketel uap tegak (ketel uap vertikal) contoh: ketel Cochran, ketel Clarkson.

b. Ketel uap horisontal

misalnya ketel Cornish, ketel Lancashire, ketel Scotch.

6. Menurut bentuk dan lokasi pipa

sebuah. Ketel uap dengan pipa lurus, bengkok, dan melengkung

b. Ketel uap dengan pipa miring - datar dan miring - vertikal

7. Menurut sistem sirkulasi air boiler

sebuah. Ketel uap sirkulasi alami

Sirkulasi air dalam boiler terjadi secara alami, yaitu air ringan naik ketika air berat,

seperti boiler Lancarshire, boiler Babcock & Wilcox.

b. Ketel uap sirkulasi paksa

Sirkulasi air di boiler dipaksa oleh pompa sentrifugal yang digerakkan oleh motor listrik. Sistem aliran paksa digunakan dalam boiler tekanan tinggi, seperti boiler Benson, boiler La Mont, boiler Loeffler dan boiler Velcan.

8. Tergantung pada sumber panasnya

sebuah. Ketel uap dengan bahan bakar alami

b. Ketel uap dengan bahan bakar buatan

c. Ketel uap dengan kompor listrik

d. Ketel uap dengan energi nuklir

C. Bagian-Bagian Boiler

Boiler mempunyai beber apa bagian yang berperan dalam proses pembuatan steam, adalah

1. Ruang Bakar

Ruang bakar atau biasa disebut dengan tungku pembakaran. Dalam tungku, bahan bakar dibakar oleh api yang panasnya didistribusikan secara konveksi, radiasi, atau konduksi. ke pipa pembawa air, yang permukaannya menempel pada dinding ruang bakar.

Proses perpindahan panas yang terjadi di ruang bakar.

- a. Radiasi, pancaran panas dari api atau gas yang menempel pada dinding pipa.

- b. Konduksi, kalor mengalir melalui penghantar dari sisi tabung yang menyerap panas ke sisi tabung yang memberikan panas ke air.

- c. Konveksi, panas dibuat dengan menyebar melalui molekul air, kemudian panas menyebar di sepanjang aliran air.

Di dalam ruang bakar, terdiri dari dua bagian, ruang pertama dan ruang kedua. Pada chamber pertama terjadi pemanasan langsung dari sumber panas yang diserap melalui tabung, sedangkan pada chamber kedua yang terletak di atas, panas yang diserap berasal dari udara panas yang berasal dari hasil pembakaran chamber pertama.

2. Drum uap

Drum uap bertindak sebagai tangki air panas. Steam yang dihasilkan dalam drum adalah steam jenuh. Sebuah sekat dibangun ke dalam drum untuk mencegah air memasuki uap. Air suhu rendah tenggelam dan air suhu tinggi naik ke atas sekat dan menguap.

3. Pemanas lanjut

Uap bertekanan yang hasil pembakaran di boiler, merupakan steam basah, agar bisa digunakan pada turbin ataupun keperluan industry lain maka steam terlebih dahulu menjadi steam

dengan suhu yang lebih tinggi. Tempat mengubah steam basah menjadi steam kering ini di sebut dengan *superheater*. Proses yang terdapt dalam *superheater* adalah pemanasan dengan suhu yang du buta cukup tinggi, sehingga uap benar benar cukup kering.

4. Pemanas udara

Adalah alat yang digunakan sebagai pemanas udara yang akan diproses. Prinsip kerjanya yaitu menaikkan suhu udara masuk sehingga dengan panas tersebut dapat mengurangi kandungan *moisture* yang dapat mengganggu prose pembakaran.

5. Pengumpul abu

Alat ini bertugas sebagai penangkap abu hasil sisa pembakaran yang berada dispanjang jalur *flue gas*. Penggunaan alat ini yaiut menangkap abu hasil sisa pembakaran yang terjadi di ruang bakar yang dapat mencemari lingkungan dan dapat mengurangi kemungkina kerusakan pad alat akibat adanya gesekan abu dengan permukaan alat.

6. Pengatur pembuangan gas bekas (asap)

Komponen ini berperan sebagai pengatur besar besar kecilnya *dumper* pengatur gas asap sebelum di hisap oleh *IDF FAN*. ID fan berfungsi sebagai

penghisap udara yang digunakan pada pembakaran dan juga menghisap gas hasil sisa pembakaran yang kemudian dilairkan melalui *dust collector* yang selanjutnya dibuang melalui *chimney*. Semakin besar bukaan *dumper* maka akan semakin besar hisapan yang akan terjadi di dalam ruang bakar.

7. Safety Valve (Katup pengaman)

Alat ini berfungsi untuk membuang uap, apabila tekana uap telah melebihi kebutuhan tekanan dalam system. Katup pengaman memiliki 2 bagian, yaitu katup pengaman uap basah dan katup pengaman uap kering, *safety valve* ini dapat di atur sesuai dengan spek yang telah ditentukan.

8. Gelas Penduga (Sight Glass)

Gelas ukur dipasang pada drum yang di letakan pada drum atas yang berfungsi untuk menentukan ketinggian air di dalam drum untuk memudahkan pengontrolan volume air di dalam boiler selama proses operasi. Gelas ukur harus dicuci secara teratur untuk menghindari penyumbatan yang membuat ketinggian air di keranjang tidak terbaca.

9. Pembuangan Air Ketel

Pembuangan air *boiler* berperan sebagai membuang air dari dalam drum bagian atas, pembuangan air dilakukan

bila terdapat zat-zat yang tidak dapat terlarut.

D. Ekonomizer

Economizer di *boiler* adalah untuk memanaskan air pengisi atau air umpan di boiler. Dengan memanfaatkan panas dari gas hasil pembakaran di ruang bakar boiler. Dengan meningkatkan suhu air pengisi boiler, dimungkinkan untuk segera meningkatkan efisiensi boiler.

Temperature air yang masuk ke *Economizer* bergantung dari temperature air dari *Deaerator Tank* dan *HPH* (*High Pressure Heater*). Jika temperature air pengisi boiler dan *Deaerator* tinggi dan *HPH* juga dioperasikan, maka temperature air masuk ke *Economizer* juga akan tinggi. Biasanya pada saat beban Turbin Generator Tinggi dan Uap *Extraction* Turbin akan melimpah, maka temperature *Deaerator* dan *Outlet HPH* juga akan tinggi dan tentu saja temperature air pengisi *Boiler* yang akan memasuki *Economizer* juga akan tinggi.

Alian Gas Buang pada *Economizer*

Gas buang pembakaran boiler akan melewati *Economizer* pada bagian luar pipa *Economizer*. Pembakaran di dalam boiler disampingkan menghasilkan panas juga akan menghasilkan gas buang yang

akan di buang ke atmosfer. Aliran gas buang pembakaran akan melewati komponen boiler seperti *Superheater*, *Economizer*, *Air Heater*, *ESP*, *FGD*, Cerobong baru ke Atmosfir.

Gas sisa pembakaran boiler akan melewati *superheater* dan diteruskan ke bagian *outlet Economizer* baru menuju ke bagian *Inlet Economizer* sebelum menuju ke *Air Heater*.

System udara dan gas buang merupakan system yang terjadinya proses pembakaran di dalam boiler, hal ini dilakukan agar proses pembakaran dapat dikontrol secara optimal sehingga terjadi proses pembakaran yang sempurna dan efisien.

Sistem udara dan gas buang merupakan siklus tertutup yang pada dasarnya berbeda meskipun terjadi dalam media, waktu dan proses yang sama. System udara secara umum adalah system yang berfungsi sebagai media transport yang sekaligus menambahkan oksigen untuk proses pembakaran dan membuat turbulensi. Sedangkan system gas buang merupakan *output* dari proses pembakaran yang digunakan untuk mentransfer gas panas dari sisa proses pembakaran menuju ke pipa-pipa air dan uap serta element pemanas udara.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah alat yang berfungsi sebagai pemanasan awak air umpan pada ketel, yang bernama economizer. Alat ini nantinya akan dibahas secara teoritis berdasarkan data lapangan yang ada.

A. Tempat dan waktu

Penelitian

a. Tempat penelitian

Penelitian dilakukan di PT. NASCO Indopine jln. Medan-Binjai KM. 14

b. Waktu penelitian

Penelitian dilakukan setiap hari, di jam kerja.

B. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan cara melakukan sesi tanya jawab kepada pihak operator lapangan, dan melakukan pengambilan data secara conservative.

C. Teknik Pengumpulan Data

Data dari penelitian dilakukan dengan melakukan tinjauan langsung ke lapangan, melakukan metode conservative langsung terhadap sistem, dan melakukan pengukuran secara manual pada alat tersebut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Menghitung kapasitas economizer

Kapasitas economizer merupakan kemampuan sebuah economizer untuk dapat menaikkan suhu $T_0 - T_1$. Economizer memanfaatkan panas yang dibawa oleh gas buang yang berupa asap.

Data yang diperoleh, berdasarkan data lapangan, adalah sebagai berikut :

-Suhu air awal (T_0)= 25 °C

-Suhu air akhir (T_1) = 80°C
(direncanakan)

- kec. aliran air = 19 kg/s

$C_{air} = 4200 \text{ j/kg}^0\text{C}$

Untuk menghitung kalor yang dibutuhkan oleh economizer, kita dapat menggunakan rumus:

$$(Q = m \cdot C \cdot \Delta T)$$

Dimana ;

Q= kalor

m = kec. Aliran Fluida

C = kalor jenis

$$\Delta T = T_1 - T_0$$

Berdasarkan persamaan dapat di hitung :

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta T$$

$$= 19 \text{ kg/s} \cdot 4200 \text{ j/kg}^0\text{C} \cdot (T_1 - T_0)$$

$$= 19 \text{ kg/s} \cdot 4200 \text{ j/kg}^0 \cdot (80^0\text{C} - 25^0\text{C})$$

$$= 4.389.000 \text{ J/s}$$

$$= 4.389 \text{ Kj/s}$$

b. Menghitung dimensi dimensi Economizer

Direncanakan menggunakan pipa 1 inch

Dengan:

$$D_o = 1,049 \text{ in} = 2,66 \text{ cm}$$

$$D_i = 1,315 \text{ in} = 3,34 \text{ cm}$$

$$T = 0,133 \text{ in} = 0,33 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang pipa } L = 50 \text{ cm}$$

Pertama kita menghitung volume air yang dapat ditampung oleh pipa dengan diameter 2,66 cm dengan panjang 50 cm, agar dapat mengetahui jumlah pipa yang kita butuhkan.

$$\begin{aligned} V &= \pi \cdot r^2 \cdot L \\ &= 3,14 \cdot \left(\frac{1}{2} d_o\right)^2 \cdot 50 \text{ cm} \\ &= 3,14 \cdot \left(\frac{1}{2} 2,66\right)^2 \cdot 50 \text{ cm} = \\ 3,14 \cdot (1,33 \text{ cm})^2 \cdot 50 \text{ cm} &= 277,7 \text{ cm}^3 \\ &= 278 \text{ ml} \end{aligned}$$

Rata rata pemakaian air boiler per delapan jam adalah 9000 liter. Untuk mengetahui laju aliran per satuan waktu (q), kita perlu menkonversi pemakaian air per menit.

Diketahui :

$$\text{per 8 jam} = 9000 \text{ L}$$

$$\text{per satuan menit} = \frac{9000}{480}$$

$$= 18,75 = 19000 \text{ ml}$$

Diketahui, debit aliran yang mengalir per satuan menit 19000 ml/mnt

Jika diketahui dalam satu menit mengalir 19000 ml air, berapa jumlah pipa yang dibutuhkan. Bila diketahui satu pcs pipa

dengan diameter dalam 2,66 cm dapat menampung 278 ml

$$X \text{ pipa} = \frac{19000}{278}$$

$$= 68,34$$

$$= 69 \text{ pcs} = 70 \text{ pcs}$$

Jadi dibutuhkan sekitar 70 pcs pipa yang akan digunakan.

Bodi economizer, di rencanakan ukuran yang disesuaikan dengan penempatan jumlah pipa dan diameter pipa buang boiler.

Apabila:

$$\text{Diameter pipa buang} = 50 \text{ cm},$$

Direncanakan,

$$P = 70 \text{ cm}$$

L = 50 cm + 20 cm ditambahkan untuk jarak dengan body economizer dan elbow

$$T = ?$$

Untuk memperoleh tinggi economizer, kita akan mengetahui dengan cara penempatan jumlah pipa dan jarak antar pipa.

$$\text{Jarak antar dia. pipa direncanakan} = 5 \text{ cm}$$

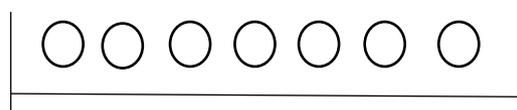
$$\text{Diameter luar pipa} = 3,34 \text{ cm}$$

$$\text{Jadi direncanakan, jarak antar pipa adalah } 6,67 = 7 \text{ cm}$$

$$\text{Dapat di hitung, } x = \frac{50 \text{ cm}}{7 \text{ cm}}$$

$$X = 7,1$$

Dalam 50 cm dapat diisi oleh 7 pipa.



Apabila dalam satu baris dapat diisi oleh 7, dapat dihitung :

$$\text{Dapat di hitung } ,x = \frac{69}{7}$$

$$X = 9,8 = 10(\text{rencana})$$

Dibutuhkan 10 lapisan untuk dapat menempatkan total 70 pcs pipa

Bila dibutuhkan 10 lapis pipa dengan jarak antar pipa adalah 7. Maka dapat kita peroleh tinggi yang dibutuhkan untuk economizer adalah 70 cm dan ditambahkan 20 cm untuk jarak antar body economizer. Jadi total 90 cm untuk tinggi economizer

Berdasarkan perhitungan, untuk body economizer diperoleh :

$$\text{Panjang} = 70 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar} = 70 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi} = 90 \text{ cm}$$

$$\text{Jumlah pipa} = 70 \text{ pcs}$$

c. Menghitung Perpindahan kalor pada economizer

Untuk dapat menghitung perpindahan kalor yang terjadi, antara panas asap hasil pembakaran terhadap pipa. Kita dapat menggunakan persamaan :

$$\left\{ Q_w = \frac{(T_{wi} - T_{wo})}{\left[\frac{\ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)}{2\pi \cdot k \cdot l} \right]} \right\}$$

Dimana :

Q_w = Perpindahan kalor

T_{wi} = Suhu di luar pipa

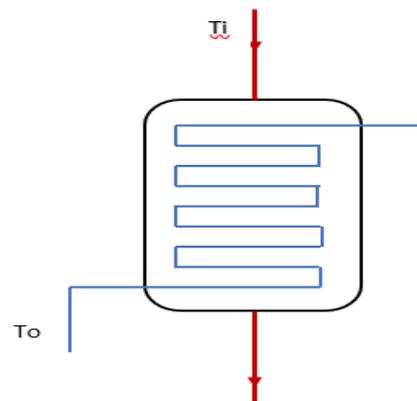
T_{wo} = Suhu di dalam pipa

r_o = Jari jari di dalam pipa

r_i = Jari jari di luar pipa

k = konduktifitas thermal pipa 52 w/mk

l = panjang pipa



di ambil data rata rata untuk dimasukkan ke dalam persamaan :

T_o (suhu air)	25,5 °C
T_i (suhu gas buang)	266 °C

$$T_{wo} = T_o + 273$$

$$\begin{aligned} T_{wo} &= 25,5 \text{ } ^\circ\text{C} + 273 \\ &= 298,5 \text{ } ^\circ\text{K} \end{aligned}$$

$$T_{wi} = T_i + 273$$

$$\begin{aligned} T_{wi} &= 266 \text{ } ^\circ\text{C} + 273 \\ &= 539 \text{ } ^\circ\text{K} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di peroleh,

Suhu di luar pipa (Twi)	539 °k
Suhu di dalam pipa (Two)	298.5 °k

$$(T_{wi} - T_{wo}) = 539 \text{ }^{\circ}\text{k} - 298,5 \text{ }^{\circ}\text{k}$$

$$= 240,5 \text{ }^{\circ}\text{k}$$

Panjang pipa (L)	50 cm
Diameter dalam pipa (do)	2,66 cm
Diameter luar pipa (di)	3,34 cm

Konduktifitas thermal pipa (k) = 52 w/mk

$$(r_o) = \frac{1}{2} \cdot d_o$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2,66$$

$$= 1,33 \text{ cm} = 0,0133 \text{ m}$$

Jari jari luar pipa (ri) =

$$\frac{1}{2} \cdot d_i$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 3,34$$

$$= 1,67 \text{ cm} = 0,0167 \text{ m}$$

Dari perhitungan di peroleh,

Jari - jari di dalam pipa (ro)	0,0133 m
Jari jari di dalam pipa (ri)	0,0167 m

$$= \ln \left(\frac{r_i}{r_o} \right)$$

$$= \ln \left(\frac{0,0167}{0,0133} \right)$$

$$= \ln 1,25$$

$$= 0,223$$

$$= 2 \cdot \pi \cdot k \cdot l$$

Dimana : $\pi = 3,14$

K = kondiktivitas thermal 52 w/mk

L = panjang pipa 50 cm = 0,5 m

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 52 \text{ w/mk} \cdot 0,5 \text{ m}$$

$$= 163,28$$

Dari hasil perhitungan diperoleh data sebagai berikut :

(T _{wi} - T _{wo})	240,5 k
$\ln \left(\frac{r_i}{r_o} \right)$	0,223
2 . π . k . l	163,28

Dari nilai yang kita hitung diatas, kita bisa masukan ke dalam persamaan :

$$Q_w = \frac{(T_{wi} - T_{wo})}{\left[\frac{\ln \left(\frac{r_o}{r_i} \right)}{2\pi \cdot k \cdot l} \right]}$$

$$Q_w = \frac{(240,5 \text{ k})}{\left[\frac{0,223}{163,28} \right]}$$

$$= \frac{240,5}{0,001}$$

$$= 240.500 \text{ j/s}$$

$$= 240,5 \text{ kj/s}$$

5. SIMPULAN

Economizer merupakan sebuah sebuah alat mekanis yang dibuat untuk dapat memberikan efisiensi untuk system kerja boiler. System kerja economizer, bekerja

sebagai preheater. Sebagai alat pemanas awal feedwater, economizer bekerja sangat efisien, dimana air umpan terlebih dahulu dipanaskan sebelum dipompakan ke dalam boiler. Dimana nantinya economizer ini ditempatkan pada jalur gas buang boiler, menggunakan sisa gas buang hasil pembakaran di ruang bakar.

1. Data yang peroleh dari lapangan :

- T_0 adalah suhu awal feed water = 25 °C
- Aliran fluida = 19 kg/s
- C (kalor jenis air) = 4200 j/kg °C
- Dengan suhu rencana (T_1) = 80 °C

Dengan menggunakan persamaan ;

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Diperoleh jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan

$$T_0 = 25 \text{ } ^\circ\text{C ke } T_1 = 80 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Di butuhkan kalor sebesar 12.243 Kj.

2. Dibutuhkan 70 pcs pipa pada economizer, dengan dimensi :

- Panjang economizer = 70 cm
- Lebar economizer = 70 cm
- Tinggi economizer = 90 cm

Dengan jumlah 10 lapisan yang satu lapis berisikan 7 pcs pipa. Dan disusun sejajar pada body economizer

3. Kalor yang dibutuhkan sebesar 4.389 kj/s, dan kalor yang dihasilkan *flue gas* sebesar 6.844 kj/s, disimpulkan cukup untuk menaikkan suhu rencana.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Roger Kinsky. 1989. Heat Engineering. Australia : McGraw-Hill Book Company Australia Pty Limited
- Ir.A.Muin, saymsir. 1993. Pesawat konversi Energi II (Turbin Uap). Jakarta utara : PT RajaGrafindo Persada
- J.P Holman. 2020. Perpindahan Kalor. Jakarta : Erlangga
- Ir. M.J Djokosetyardjo. 2003. Ketel Uap : cetakan Ke 5. Jakarta :PT. Total Grafika