

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengertian Ekonomiser

Ekonomiser yaitu alat pemindah panas berbentuk tubular yang di gunakan untuk memanaskan air umpan boiler sebelum masuk ke steam drum. Istilah ekonomiser di ambil dari kegunaan alat tersebut, yaitu untuk menghemat (to economize) penggunaan bahan bakar dengan mengambil panas (*recovery*) gas buang sebelum di buang ke atmosfer. Ekonomiser di temukan oleh *Gustaf de laval pada tahun 1882 di swedia*.

Biro Efisiensi Energi (2004) menyatakan bahwa sebuah *economizer* dapat dipakai untuk memanfaatkan panas gas buang untuk pemanasan awal air umpan boiler. Setiap penurunan 220<sup>0</sup>C suhu gas buang melalui ekonomiser atau pemanas awal terdapat 1% penghematan bahan bakar dalam boiler. Setiap kenaikan 60<sup>0</sup>C suhu air umpan melalui ekonomiser atau kenaikan 200<sup>0</sup>C suhu udara pembakaran melalui pemanas awal udara, terdapat 1% penghematan bahan bakar dalam boiler.

Kerja ekonomiser di tentukan oleh fluida yang mempunyai koefisien perpindahan panas yang rendah yaitu gas, Kecepatan perpindahan panas dapat di tingkatkan dengan cara meningkatkan koefisien perpindahan panas total dengan cara mengatur susunan tubing/properti fin dan meningkatkan luas kontak perpindahan panas respon yang di hasilkan oleh ekonomiser adalah efektifitas perpindahan panas dan biaya operasi.

Efektifitas perpindahan panas adalah besarnya energi yang dapat diambil dari total jumlah energi yang dapat di serap. Semakin besar efisiensi perpindahan panas pada ekonomiser, maka panas gas sisa yang diambil semakin banyak. Semakin besar efektifitas perpindahan panas yang terjadi maka alat tersebut semakin efisien.

Biaya operasi *economizer* ditentukan oleh tenaga fan dan tenaga pompa. Fan digunakan untuk mengalirkan udara pembakaran ke boiler melalui *economizer*. Semakin banyak loop dan semakin rumit susunan

tubing pada *economizer* maka tenaga fan yang dibutuhkan semakin besar. Pompa digunakan untuk mengalirkan.

air umpan boiler ke steam drum melalui *economizer*. Semakin panjang dan semakin banyak loop pada *economizer*, maka tenaga pompa yang dibutuhkan semakin besar.

Respon yang optimum di peroleh menggunakan perancangan faktor yang mempengaruhi kinerja ekonomiser sebagai berikut :

1. Diameter luar tubing, Yaitu besarnya diameter tube yang di gunakan dalam menyusun ekonomiser. Semakin besar diameter tube akan mengakibatkan efektifitas perpindahan panas semakin berkurang.
2. *Transversal spacing*, yaitu menyatakan jarak antar tube sejajar ke arah lebar ekonomiser. Semakin lebar jarak antar tube mengakibatkan proses induksi panas dalam ekonomiser semakin berkurang sehingga efektifitas perpindahan panas menurun.
3. Kerapatan fin yaitu banyaknya fin tiap inci yang dapat di susun untuk menggabungkan beberapa tube dalam ekonomiser. Semakin banyak fin yang tersusun akan mengakibatkan perpindahan panas tidak efektif karena jarak antar tube yang semakin jauh.

## **2.2. Bagian – Bagian Ekonomiser**

Sebelum mengerti cara kerjanya, penting untuk mengetahui apa saja yang menyusun sebuah ekonomiser. Karena sejatinya sebagai pemanas air umpan ketel uap, dibutuhkan komponen yang bisa mengairkan air umpan tersebut. Komponen penyusun *ekonomiser* adalah sebagai berikut :

- 1 Pipa inlet ekonomiser dan casing  
Pipa inlet dan casing ekonomiser terpasang pada box beam. Ketika ekonomiser beroperasi, selama ekspansi thermal, casing dan semua pipa inlet terekspansi kebawah. Untuk memungkinkan terjadinya ekspansi menghindari transfersal ekonomiser, kekokohan dan kemampuan menghantarkan yang harus dimiliki box beam level dan last ekonomiser level.

Pada pipa inlet dan exhaust damper di hubungkan dengan sambungan ekspansi yang memungkinkan terjadinya ekspansi termal vertikal dan longitudinal pada keseluruhan pipa – pipa ekonomiser.



Gambar 1. Pipa inlet dan casing ekonomiser.

Sumber: <https://www.bing.com/images/search?q=pipa+inlet+economizer&FORM=HDRSC2>

## 2. Filter Udara

Di gunakan untuk menyaring debu – debu dan arang sisa gas buang pada ketel uap yang berterbangan yang keluar kecerobong agar tidak terjadi pencemaran udara.



Gambar 2. Filter udara ekonomiser.

Sumber:<https://www.bing.com/images/search?q=filter+udara+economizer&FORM=HDRSC2>

### 3. Katup *blow down*.

Katup *blow down* adalah pembuangan sejumlah kecil boiler water dengan maksud untuk menjaga tingkat maximum dari padatan terlarut dan terhadap pada tingkat yang diizinkan.

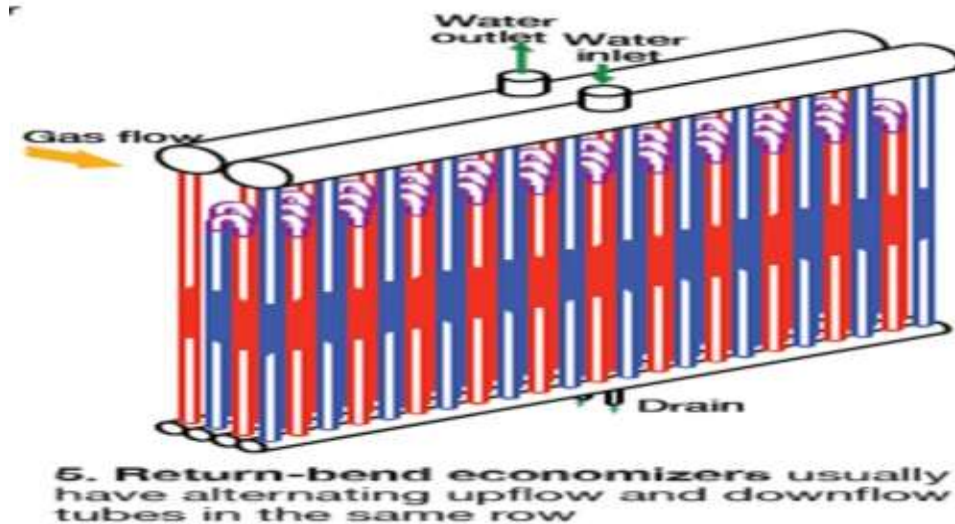


Gambar 3. Katup *Blow Down*.

Sumber:[https://www.bing.com/images/search?q=katup+blow+down+economizer](https://www.bing.com/images/search?q=katup+blow+down+economizer&FORM=HDRSC2)  
& [FORM=HDRSC2](https://www.bing.com/images/search?q=katup+blow+down+economizer&FORM=HDRSC2)

4. *Econ out* (Economiser outlet).

Sebagai *outlet* air *feed water* keluar dari ekonomiser menuju steam drum.



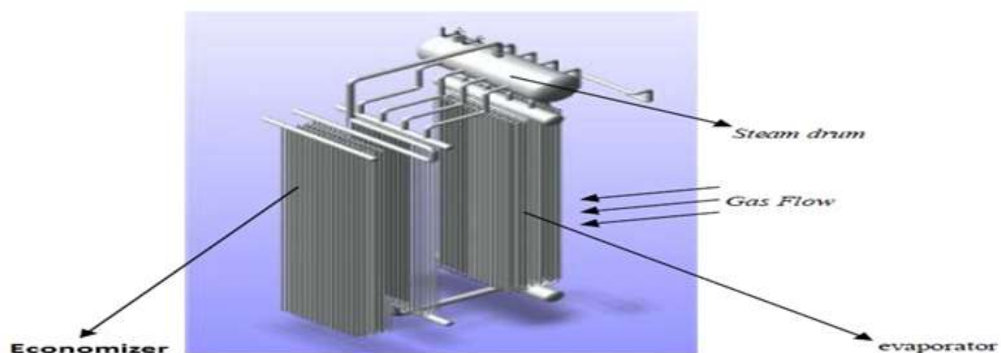
Gambar 4. *Outlet* ekonomiser.

Sumber: <https://www.bing.com/images/search?q=economizer+uotlet&FORM=H>

DRSC2

5. *Downcomer*.

4 buah pipa besar yang mengalirkan air dari *steam drum* menuju *wall tube*.



Gambar 5. *Downcomer*.

Sumber: <https://www.bing.com/images/search?q=downcomer+economizer&FO>

RM=HDRSC2

#### 6. *Tube atau riser.*

Pipa – pipa pada ekonomiser yang mengalirkan air umpan ketel uap dari *feed pump* menuju ke steam drum ketel uap.



Gambar 6. *Tube / riser* ekonomiser

Sumber: <https://www.bing.com/images/search?q=riser+economizer&FORM=HD>

RSC2

#### 7. *Safety valve*

Sebuah Katup pengaman adalah katup yang bertindak sebagai gagal-aman. Contoh Katup pengaman adalah katup pelepas tekanan (PRV), yang secara otomatis melepaskan zat dari boiler, bejana tekan, atau sistem lain, ketika tekanan atau suhu melebihi batas preset.



Gambar 7. *Safety valve* economizer

Sumber: <https://www.bing.com/images/search?q=safety+valve+&FORM=HDR>

SC2

### **2.3. Cara Kerja Ekonomiser**

#### **1. Aliran Air Pada Ekonomiser**

Aliran air pengisi pada boiler berasal dari boiler *feed pump* dan melewati ekonomiser sebelum menuju boiler drum / boiler steam drum. Di ekonomiser temperatur air pengisi boiler pada sisi keluar akan lebih tinggi dari pada temperatur air masuk pada sisi masuk. Hal ini terjadi karena temperatur antara air pengisi boiler yang terdapat dalam pipa – pipa ekonomiser lebih rendah dari tyemperatur gas buang boiler yang berada di bagian luar pipa – pipa ekonomiser, sehingga akan terjadi perpindahan panas dari gas buang pembakaran ke air pengisi boiler. Temperatur gas buanag akan turun setelah melewati ekonomiser dan sebaliknya temperatur air pengisi boiler drum akan meningkat setelah melewati ekonomiser.

Temperatur air yang masuk ke ekonomiser bergantung dari temperatur air dari deaeratoe tank dan HPH (high pressure heater). Jika temperatur air prngisi boiler dari deaerator tinggi dan HPH juga di operasikan maka temperatur air masuk ke ekonomiser juga akan tinggi. Biasanya pada saat beban turbin generator tinggi dan uap ekstraktion turbin melimpah maka temperatur deaerator dan outlet HPH juga akan tinggi dan tentu saja temperatur pengisi boiler yang akan memasuki ekonomiser juga akan tinggi.

#### **2. Aliran Gas Buang Pada Ekonomiser.**

Gas buang pembakaran boiler akan melewati ekonomiser pada bagian luar pipa ekonomiser. Pembakaran di dalam boiler di samping menghasilkan panas juga akan menghasilkan gas buang yang akan di buang ke atmosfer. Aliran gas buang pembakaran di ruang bakar akan melewati komponen boiler seperti superheater, ekonomiser, air heater, ESP, FGD, Cerobong baru ke atmosfer.

### **2.4 Fungsi Economizer**

Dengan meningkatnya temperatur keluar dari Economizer maka temperatur air pada Boiler drum juga akan tinggi. Jika air dalam Boiler drum sudah tinggi maka akan diperlukan kalor yang lebih sedikit untuk merubah air menjadi uap se sesuai dengan jumlah yang telah direncanakan. Kebutuhan kalori yang lebih sedikit tentu akan berdampak dengan berkurangnya penggunaan bahan bakar. Dengan

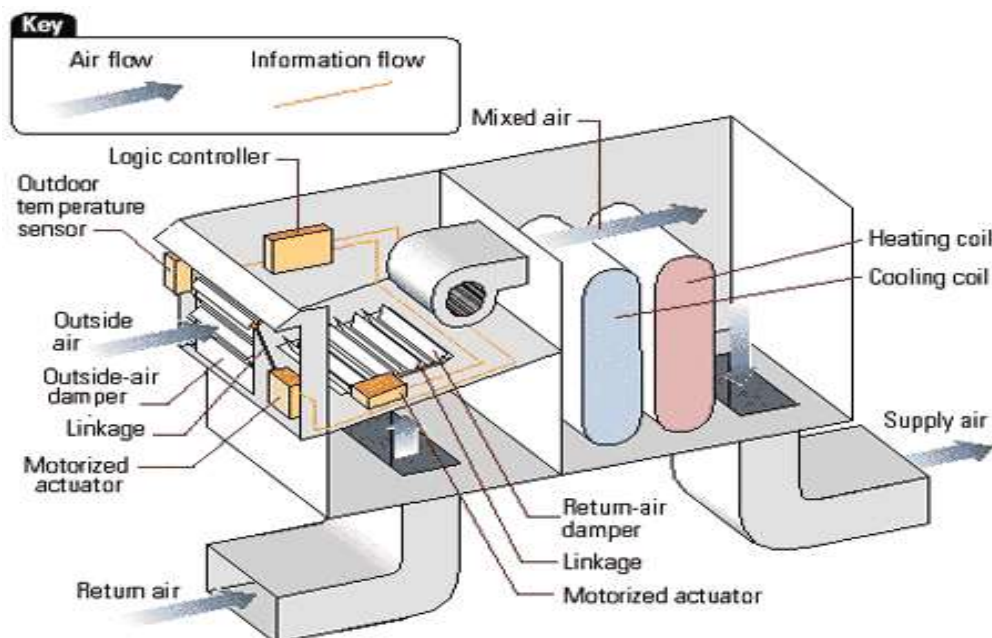


Meningkatnya Efisiensi pada suatu Boiler, maka akan membuat biaya pengeluaran perusahaan juga akan menjadi lebih ekonomis dalam hal mengurangi pembelian bahan bakar Boiler.

## 2.5. Kontruksi Ekonomiser

Ekonomiser di rancang dalam dua konfigurasi kontruksi dasar. Ekonomiser di buat dari pipa boiler baja melewati lembar tabung, seperti boiler firetube. Sebagai pembuangan efluen melewati atau sekitar tabung tersebut mengalih kan panas ke air umpan di sisi shell dari ekonomiser. Desain ini berkaitan dengan efisiensi rata – rata 45-75 persen.

Desain ekonomiser alternatif yang mendapatkan penerimaan luas adalah horizontal high efficiency condensing economizer. Disain ini di bangun dari *exhaust stainless steel chest*, menyerap panas transien gas buang. *Condensing economizer* dapat mencapai efisiensi hingga 85% di tumpukan kecepatan yang sangat rendah sebuah siku kondensat breech dan drain di perlukan dalam kondensasi aplikasi.



Gambar 8. Konstruksi ekonomiser.

Sumber: <https://www.bing.com/images/search?q=konstruksi+economizer&FORM=H2>  
=HDRSC2



## 2.6. Keuntungan Ekonomiser.

Dalam penggunaannya, pemasangan ekonomiser pasti ada maksud dan tujuannya. Pasti ada keuntungannya. Disini penulis coba mengulas beberapa keuntungan dalam pemasangan ekonomiser untuk menunjang kinerja ketel uap :

- 1 Air yang telah keadaan panas pada saat masuk kedalam drum ketel membawa keuntungan karena ditempat air masuk kedalam drum dinding ketel tidak mengerut sehingga drum ketel lebih awet dengan demikian biaya perawatan atau biaya maintenance-nya menjadi lebih murah. Lain halnya bila air dalam keadaan dingin masuk kedalam drum tersebut, dinding drum tersebut akan mengerut dan mudah pecah atau bocor, sehingga biaya perawatan akan mahal.
- 2 Dengan memanfaatkan gas asap yang masih mempunyai temperatur yang tinggi tersebut untuk memanasi air sebelum masuk kedalam drum ketel berarti akan memperbesar efisiensi dari ketel uap, karena dapat memperkecil kerugian panas yang diderita oleh ketel uap.
- 3 Dengan air yang telah keadaan panas masuk kedalam drum ketel tersebut, untuk menguapkannya didalam tungku hanya sedikit saja dibutuhkan panas, sehingga dengan demikian untuk menguapkan air didalam tungku hanya sedikit dibutuhkan bahan bakar, sehingga pemakaian bahan bakarnya lebih hemat, atau dengan kata lain biaya operasinya lebih ekonomis.

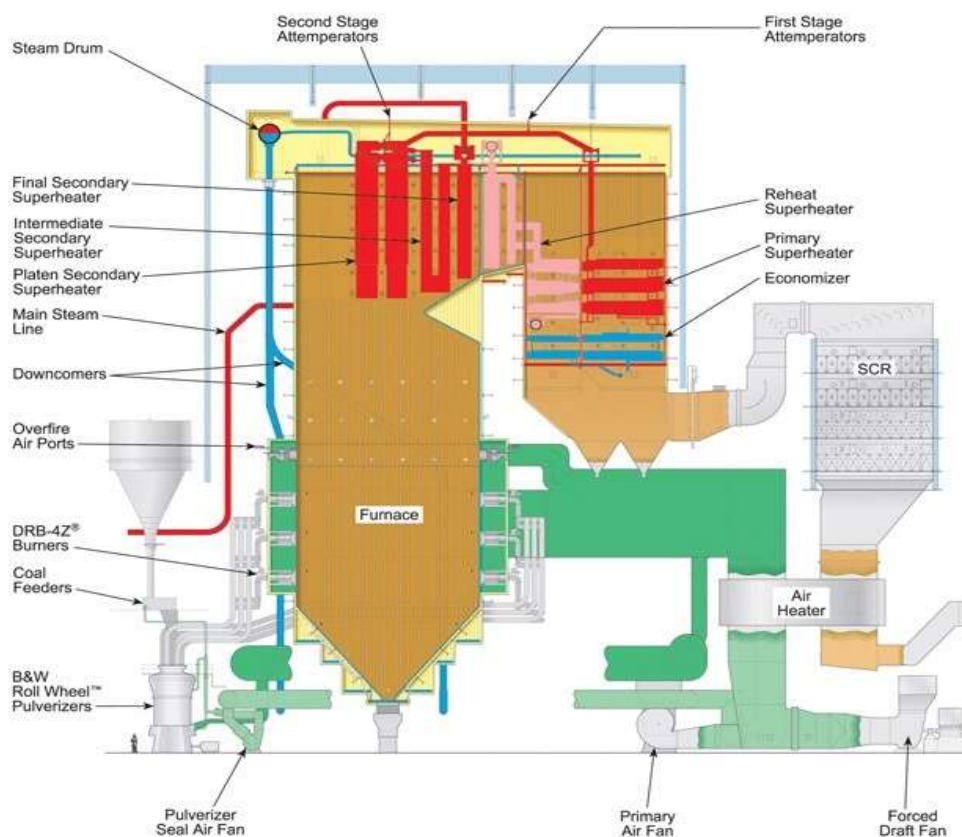
Dengan demikian ekonomiser sangat penting dalam menunjang kerja ketel uap gas asap setelah meninggalkan super heater konfeksi ataupun pemanas lanjut ulang atau steam reheater temperaturnya masih cukup tinggi sekitar  $500^{\circ}\text{C}$ , sehingga akan merupakan kerugian kerugian panas yang besar bila gas asap tersebut langsung dibuang lewat cerobong. Ekonomiser sebagai salah satu komponen ketel uap komponen atau fungsinya yang cukup penting dalam meningkatkan efisiensi ketel uap semakin bagus, kondisi ekonomiser maka semakin meningkat pula efisiensi pada ketel uap.

## 2.7. Lokasi *Economizer*

*Economizer* adalah salah satu komponem penting Boiler yang terletak di bagian dalam Boiler, tepatnya diantara Superheater dan Air Heater. Biasanya *Economizer* pada Boiler terdiri dari beberapa tingkat, dan antara *Economiser*

tingkat satu dengan lainnya di pisahkan oleh ruangan yang berisi *Soot Blower* untuk membersihkan pipa-pipa *Economizer* dari kotoran atau debu-debu yang menempel pada pipa-pipa *Economizer* bagian luar.

Untuk menghubungkan *Economizer* tingkat satu dengan tingkat lainnya, *Economizer* biasanya dihubungkan oleh sebuah *Header* yang berfungsi sebagai pengumpul air dan juga untuk memudahkan pemeliharaan *Economizer* oleh pihak maintenance apabila terjadi kerusakan pada pipa-pipa *Economizer*. Beberapa *Manhole* juga terdapat di dinding *Boiler* diantara lapisan *Economizer* satu dan Lainnya yang berfungsi sebagai lubang masuk manusia untuk mengecek keadaan pipa-pipa *Economizer* pada saat *Shutdown Boiler*.



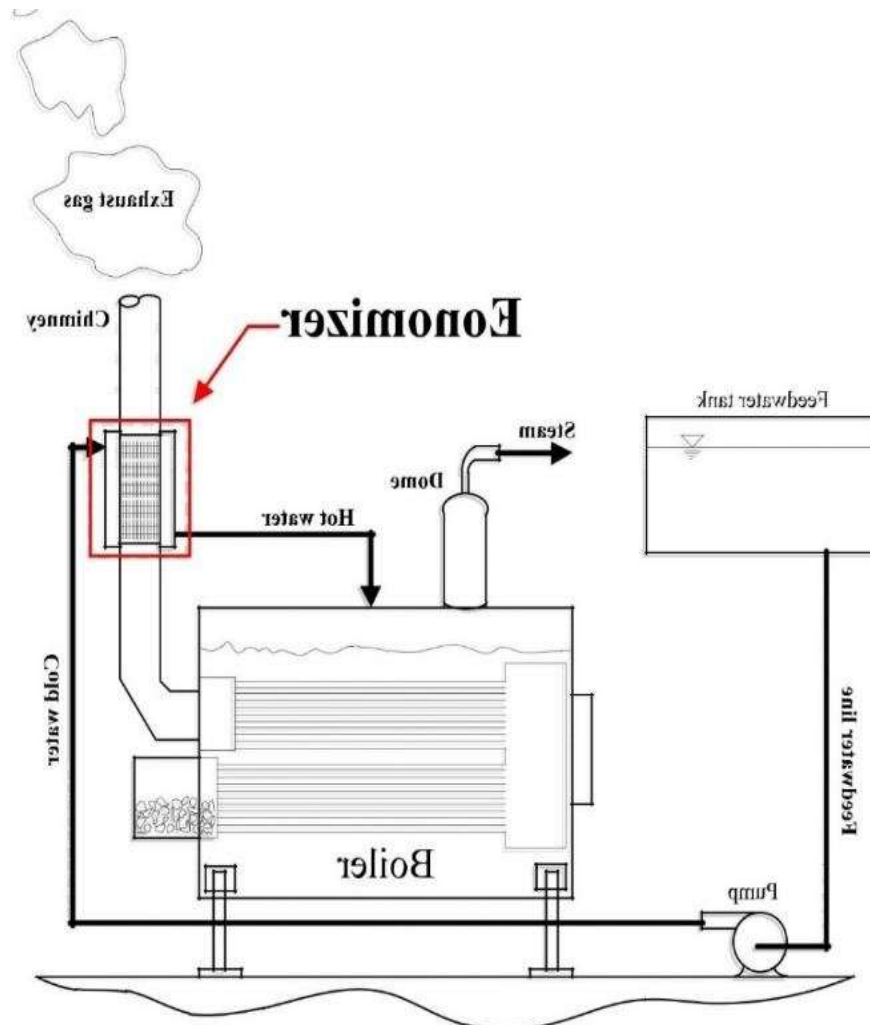
Gambar 9. Lokasi *Economizer*

Sumber: <https://www.google.com/search?q=letak+economizer+kapal&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2>

## 2.8. Aliran air pada *Economizer*

Aliran air pengisi Boiler berasal dari BFP ( Boiler Feed Pump ) dan melewati *Economizer* sebelum menuju Boiler Drum / Boiler Steam Drum. Di *Economizer* temperatur air pengisi Boiler pada sisi keluar / outlet *Economizer* akan lebih tinggi dari pada temperatur air masuk pada sisi masuk / *inlet Economiser*. Hal ini terjadi karena temperatur antara air pengisi Boiler yang terdapat dalam pipa-pipa Ekonomiser lebih rendah dari temperatur gas buang Boiler yang berada di bagian luar pipa-pipa *Economizer*, sehingga akan terjadi perpindahan panas dari gas buag pembakaran ke air pengisi Boiler. Temperatur gas buang Boiler akan turun setelah melewati *Economizer* dan sebaliknya Temperatur air pengisi Boiler Drum akan meningkat setelah melewati *Economizer*.

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



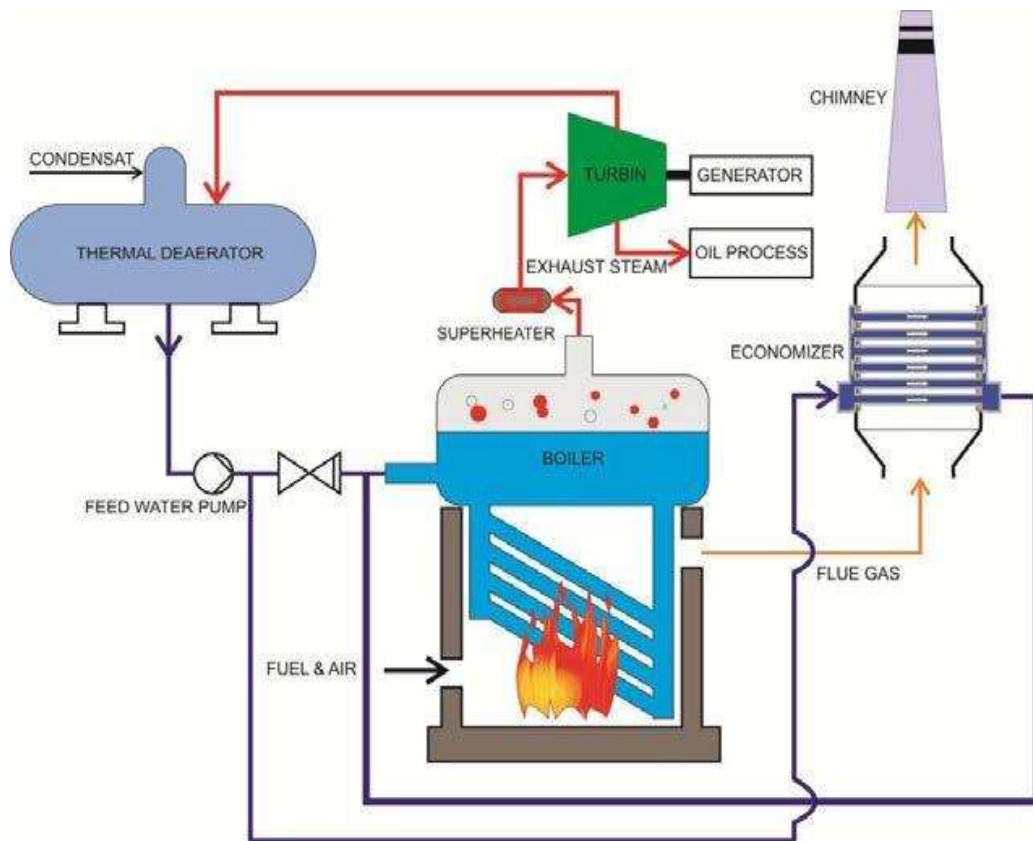
Gambar 10. Aliran Air Pada ekonomiser

Sumber: [https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as\\_sdt=0,5&q=+economizer](https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0,5&q=+economizer)

## 2.9. Aliran Gas Buang pada Economizer

Gas buang pembakaran Boiler akan melewati Economizer pada bagian luar pipa Economizer. Pembakaran di dalam Boiler disamping menghasilkan Panas juga akan menghasilkan gas buang yang akan di buang ke Atmosfir. Aliran gas buang pembakaran di ruang bakar akan melewati Komponen Boiler seperti Superheater, Economizer, Air Heater, ESP, FGD, Cerobong baru ke Atmosfir.

Gas sisa pembakaran Boiler akan melewati superhaeater dan diteruskan ke bagian outlet Economizer baru menuju ke bagian Inlet Economizer sebelum menuju ke Air Heater.



Gambar 11. Aliran Gas Pada ekonomiser

Sumber: <https://www.google.com/search?q=exhaust+gas+economizer+marine>