

ANALISIS EFEKTIVITAS *CONDENSER DIRECT CONTACT* UNIT 3 PT INDONESIA POWER (UPJP) KAMOJANG

Ade Firman Hidayat*, Engkos Koswara dan Nasim

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Majalengka

Jl. K. H. Abdul Halim No. 103, Majalengka 45418

*Email: blade028mangprang@gmail.com

Abstrak

PT Indonesia Power UPJP Kamojang menggunakan uap panas bumi sebagai bahan penggerak yang akan diproses menjadi tenaga listrik. Salah satu peralatan yang menentukan kinerja pembangkit adalah kondensor. Kinerja kondensor dapat dilihat dari efektivitasnya. Penentuan efektivitas dihitung dan dibandingkan dengan efektivitas kondensor dari data desain tahun 1987 yaitu sebesar 99,7% sebagai patokan efektivitas yang paling baik. Pada penelitian ini akan dicari efektivitas terbaru yaitu dengan mengambil data percobaan pada tanggal 1-7 Desember 2016 Terjadi penurunan efektivitas kondensor sekitar 27,62% dari data desain.

Kata Kunci : *kondensor, efektivitas, data desain.*

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Kamojang milik PT Indonesia Power menggunakan uap panas kering (dry steam) yang dipasok oleh Pertamina dimana uap dari sumur produksi lapangan panas bumi Kamojang dialirkan melalui beberapa pipa yang kemudian ditampung dalam *steam receiving header*. (Adi dan Yongki, 2016).

Fungsi kondensor adalah mengubah uap air yang keluar dari turbin menjadi air. Proses perubahan fasa dari gas menjadi cair di dalam kondensor dipengaruhi oleh banyak faktor. Uap akan di kondensasi untuk dimanfaatkan sebagai air pendingin dan pemasok air di dalam perut bumi. Kesetabilan kinerja kondensator dapat dipengaruhi dari temperatur dan tekanan dari exhaust turbin, kevakuman kondensor, kinerja ejector, kinerja cooling tower, dan alat penunjang lainnya.

Kinerja kondensor pada PLTP sangat berpengaruh terhadap efisiensi pembangkit tenaga uap. PLTP Unit 3 beroperasi sejak 13 September 1987. Terdapat dugaan bahwa efektivitas kondensor telah menurun dibanding efektivitasnya pada tahun 1987. Untuk mengetahui efektivitas kondenser ini diperlukan observasi, studi literatur, penelitian dan perhitungan data di lapangan.

Permasalahan pada PLTP yaitu terjadi penurunan efisiensi pembangkit pada beban tinggi, ketika menaikkan dari beban rendah (52-53 MW) ke beban maksimal (55 MW) yang disebabkan oleh perubahan tekanan uap masuk dan keluar turbin yang tidak sesuai rencana, yaitu tekanan uap keluar turbin kurang rendah. Hal disebabkan oleh penurunan efektivitas kondensor pada sisi keluar turbin. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung efektivitas kondensor Unit 3 yang berpengaruh terhadap kemudian membandingkannya dengan efektivitas kondensor pada tahun 1987.

2. METODOLOGI

Tahapan proses penelitian di PLTP Kamojang Unit 3 untuk menghitung efektivitas kondensor adalah sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Pengumpulan data dengan cara mempelajari buku-buku yang terkait dengan sistem PLTP, *manual book* kondensor di perpustakaan PT Indonesia Power UPJP Kamojang, jurnal terdahulu mengenai sistem PLTP, dan konversi energi, serta informasi dari internet.

b. Pengambilan Data

Pengumpulan data dan informasi di lapangan secara langsung dengan observasi yaitu mengamati secara langsung ke lokasi kondensor di PLTP Kamojang dan mengambil data kondensor pada *logsheet* kompresor yang tersedia di *control room*.

c. Pengolahan Data

Mengolah data dilakukan dengan cara memilih dan memilah data yang diperoleh, sehingga data yang diperoleh benar-benar valid untuk digunakan dalam menghitung efektivitas kondensor.

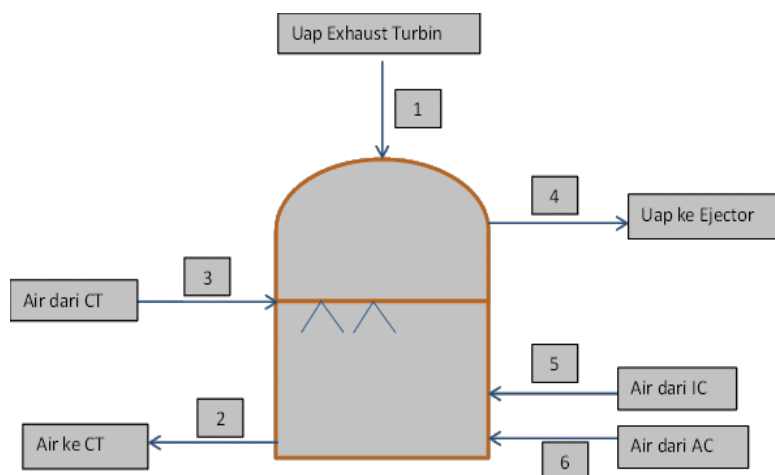
d. Analisis

Pada langkah ini dilakukan analisis semua hasil perhitungan dan perbandingan terhadap efektivitas kondensator hasil perhitungan dengan efektivitas kondensator pada desain tahun 1987 sebesar 99,7%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses kondensasi di dalam kondensator *direct contact* yaitu dengan cara mengkontakkan langsung antara uap dan fluida dingin (air). Fluida dingin berasal dari *cooling tower* yang di alirkan menuju kondensator melalui pipa. Pipa yang berada di dalam kondensator memiliki lubang yang terdapat *nozzle* untuk menyemprotkan (*spray*) fluida dingin dan langsung berkontak dengan uap, saat itulah terjadi perpindahan panas yang menyebabkan uap berubah menjadi kondensat. Tidak semua uap akan terkondensasi, gas-gas tersebut akan mempengaruhi kevakuman dari kondensator sehingga uap tersebut harus dikeluarkan melalui sistem gas ekstraksi (ejector).

Efektivitas kondensator dihitung berdasarkan perbandingan neraca kalor pada Gambar 2 selama minggu pertama Desember 2016 pada pukul 08:00 WIB. Data diperoleh dari *logsheet* yang ada di *control room* PLTP Kamojang, sedangkan data pembanding adalah data desain kondensator dari *manual book* kondensator *direct contact* di PLTP Kamojang.



Gambar 1 Neraca balance energy kondensator *direct contact* (Suryanti dan Andriyana, 2017)

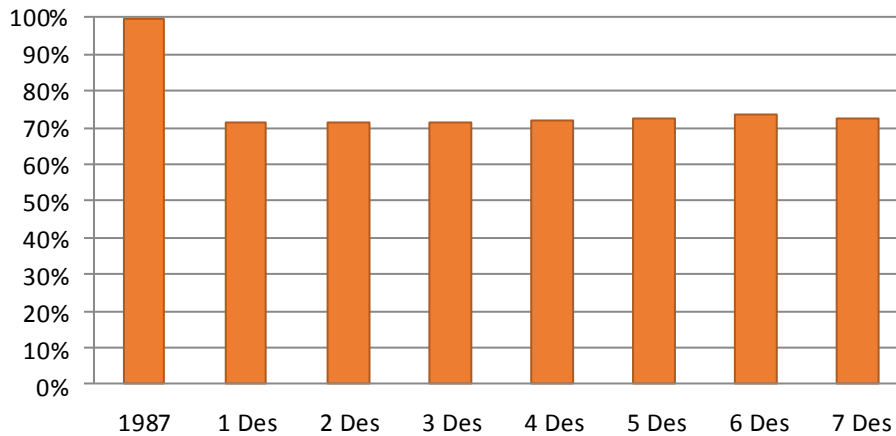
Keterangan: - CT : *Cooling Tower*
- IC : *Inter Condenser*
- AC : *After Condenser*

Laju perpindahan kalor dihitung menggunakan entalpi uap berdasarkan kondisi fluida pada saat masuk atau keluar dengan laju perpindahan massa 423 ton/jam yaitu laju uap masuk ke turbin, sedangkan efektivitas dihitung dengan membandingkan laju aliran kalor yang keluar dengan laju aliran kalor yang masuk, hasilnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil perhitungan efektivitas kondensator

| Waktu | Fraksi Uap | Q ₁ (kW) | Q ₂ (kW) | Q ₃ (kW) | Q ₄ (kW) | Q ₅ (kW) | Q ₆ (kW) | Efektivitas (%) |
|-----------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| 13/9/1987 | 0,822 | 222.961 | 610.240 | 370.924 | 574 | 9.084 | 9.084 | 99,7 |
| 1/12/2016 | 0,799 | 550.523 | 712.312 | 428.720 | 177 | 11.126 | 9.402 | 71,2 |
| 2/12/2016 | 0,603 | 522.597 | 664.739 | 391.251 | 179 | 10.350 | 8.873 | 71,2 |
| 3/12/2016 | 0,624 | 525.433 | 675.208 | 397.412 | 181 | 10.325 | 9.012 | 71,6 |
| 4/12/2016 | 0,651 | 527.751 | 664.739 | 377.317 | 183 | 10.165 | 8.873 | 71,9 |
| 5/12/2016 | 0,723 | 534.419 | 690.221 | 395.990 | 189 | 10.513 | 9.200 | 72,6 |
| 6/12/2016 | 0,706 | 531.258 | 710.666 | 414.256 | 189 | 10.783 | 9.460 | 73,6 |
| 7/12/2016 | 0,759 | 539.104 | 695.572 | 400.493 | 212 | 10.594 | 9.271 | 72,5 |

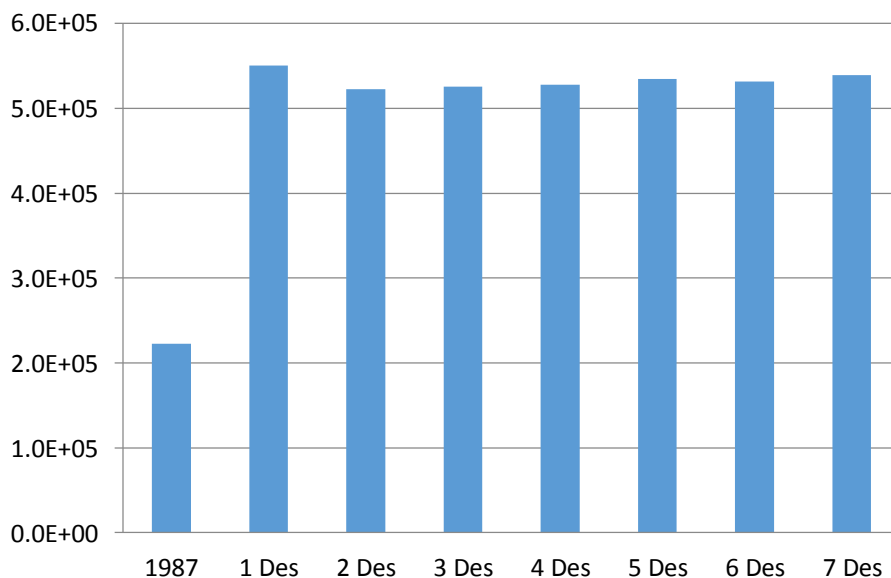
Berdasarkan perhitungan pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa efektivitas kondensor menurun menjadi rata-rata 72,1% atau turun sebesar 27,6% dari efektivitas tahun 1987 sebesar 99,7%. Perbandingan efektivitas kondensor dari desain 1987 dengan hasil perhitungan efektivitas kondensor pada awal Desember 2016 dapat dilihat pada Gambar 2.



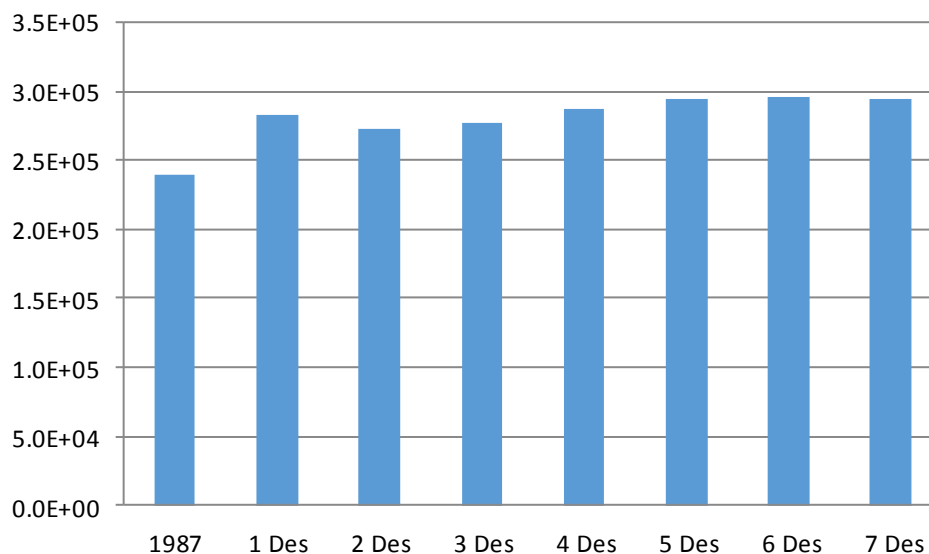
Gambar 2 Perbandingan efektivitas desain pada 1987 dan hasil perhitungan efektivitas kondensor dalam persen

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa efektivitas kondensor mulai 1 sampai dengan 7 Desember 2016 lebih rendah dibanding desain efektivitas kondensor tahun 1987.

Pada Gambar 3 dapat dilihat juga bahwa laju energi di sisi keluar turbin meningkat lebih dari 2 kali lipat dibanding data desain 1987, dari 222.961 kW menjadi rata-rata 533.012 kW. Namun demikian laju energi yang masuk ke kondensor ini tidak diimbangi dengan laju energi yang dapat diambil oleh air pendingin karena laju kalor yang mampu diambil oleh air pendingin melalui *cooling tower* tidak banyak berubah sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 4.

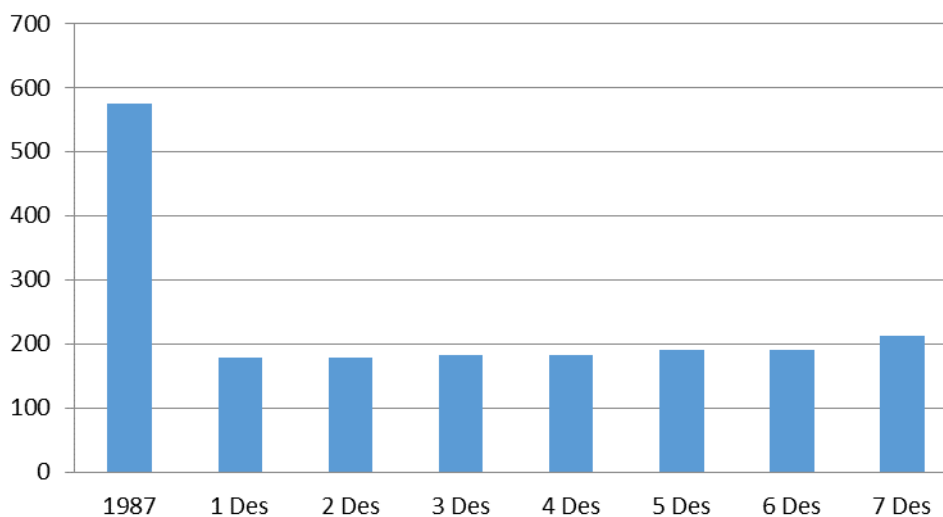


Gambar 3 Perbandingan laju energi masuk ke kondensor dari sisi keluar turbin sesuai desain 1987 dan hasil perhitungan laju energi masuk ke kondensor dari 1 sampai dengan 7 Desember 2016 (Q1) dalam kW



Gambar 4 Perbandingan laju energi yang dapat diambil oleh air pendingin *cooling tower* dari kondensator (Q2-Q3) sesuai desain 1987 dan hasil perhitungan laju energi dari 1 sampai dengan 7 Desember 2016 dalam kW

Meningkatnya kemampuan *cooling tower* dalam mengambil kalor dari kondensator tidak dapat mengimbangi peningkatan laju energi yang masuk ke kondensator, sehingga secara otomatis akan menurunkan efektivitas kondensator. Efektivitas kondensator juga makin menurun akibat laju energi yang melewati ejektor juga menurun banyak dibanding desain tahun 1987 sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Perbandingan laju energi keluar ejektor (Q4) sesuai desain 1987 dan hasil perhitungan laju energi keluar ejektor dari 1 sampai dengan 7 Desember 2016 dalam kW

4. KESIMPULAN

Hasil perhitungan efektivitas kondensator di PT Indonesia Power UPJP Kamojang Unit 3 menunjukkan penurunan menjadi rata-rata sebesar 72,1% atau turun sebanyak 27,62% dibanding desain pada tahun 1987. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya laju energi yang masuk ke kondensator dari turbin yang tidak diimbangi oleh peningkatan kemampuan *cooling tower* dalam

mengambil kalor dari kondensor dan laju energi melalui ejektor yang turun di bawah titik desain tahun 1987.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, Yongki. 2016. *Penguasaan Teknologi Energi Panas Bumi Indonesia*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Suryanti, Andriya, 2007. *Perhitungan Efektivitas Kondensor Menggunakan Metode Heat Balance Pada Unit 2 Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi PT Indonesia power UPJP Kamojang*. Politeknik Negeri Jember.