

Pengaruh Perawatan Condenser Terhadap Tekanan Condenser Di STG Blok 2 PLTGU Tambak Lorok

Harun Al Rosyid

Jurusan D3 Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknik – PLN
Email : harunalrosyid@yahoo.com

Retno Aita Diantari

Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik – PLN
Email : retno_aita@yahoo.co.id

Andik Susilo

Jurusan D3 Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknik – PLN

Abstrak

Condenser is one of the important tools in PLTGU Pond Lorok. Condenser is a heat exchanger that serves to condense the steam turbine output becomes condensate water which would then be circulated back into water filler with sea water as coolant medium. The increase in condenser pressure showed a decrease in the performance of the condenser. Therefore it is necessary for cleaning the condenser. Cleaning the condenser in the online condition can be done in an effort to lower the condenser pressure. From the condenser cleaning results during March and April condenser pressure can be lowered by 1.1 mmHg Abs - 4.3 mmHg Abs. With the reduction in the condenser pressure of ± 4 mm Hg Abs then the power turbine will rise by 1 MW, it indicates that the unit more efficient.

Keywords: Condenser, pressure condenser, condenser cleaning

1. PENDAHULUAN

Pusat Listrik Tenaga Gas Uap atau biasa disebut PLTGU merupakan pembangkit listrik gabungan dari GTG (Gas Turbine Generator) dan STG (Steam Turbine Generator).

Di STG PLTGU terdapat sistem air pendingin utama yang memiliki fungsi untuk mendinginkan uap keluaran Low Pressure Turbine. Uap ini dikondensasikan menjadi air condensate yang akan digunakan kembali dalam siklus uap air di STG yang merupakan siklus tertutup. Dalam proses perubahan fasa dari uap keluaran turbin tekanan rendah (Low Pressure Turbine) menjadi air condensat memerlukan instalasi alat yang disebut dengan Condenser.

Condenser merupakan salah satu peralatan yang penting untuk mencapai efisiensi sistem yang tinggi. Kinerja condenser dipengaruhi oleh perpindahan panas yang baik, sehingga tekanan vakum pada condenser dapat dijaga tetap tinggi. Tekanan vakum condensor selalu dipantau karena semakin tinggi tekanan vakum condenser menunjukkan bahwa kinerja condensor semakin

baik. Untuk menjaga kinerja condensor dilakukan dengan melakukan pembersihan condensor. Pembersihan condensor dapat dilaksanakn dalam kondisi unit beroperasi. Keberhasilan pembersihan dapat dipantau dari penurunan tekanan condensor dan kenaikan tekanan vakum di condenser.

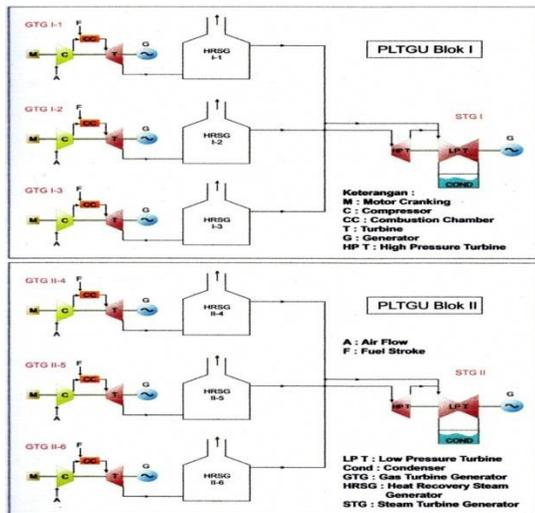
Pada STG Blok II PLTGU Tambak Lorok menggunakan condenser tipe permukaan dengan Aliran Bercabang (Deviderd Flow), Lualan Tunggal (One Pass), dan Shell Tunggal (Single Shell).

2.KAJIAN LITERATUR

2.1 Sistem PLTGU Tambak Lorok

PLTGU Tambak Lorok terdiri dari 2 blok, yakni blok I dan blok II. Seperti yang terlihat pada gambar di atas, pada masing-masing blok terdiri dari 3 unit GTG (Gas Turbin Generator), 3 unit HRSG (Heat Recovery Steam Generator) dan 1 unit STG (Steam Turbin Generator). Ketiga unit GTG bekerja menghasilkan daya listrik dengan menggunakan materi gas yang dibakar untuk diubah menjadi energi panas. Gas buang (exhaust gas) dari turbin gas pada GTG yang

nilainya kira-kira $\pm 563^{\circ}\text{C}$ kemudian dialirkan ke HRSG untuk memanasi air sehingga menjadi uap kering dan selanjutnya disalurkan ke unit STG untuk memutar turbin yang telah terkopel dengan generator, sehingga dihasilkan daya listrik. Sisa uap dari LP (Low Pressure) turbin uap kemudian didinginkan atau dikondensasikan agar berubah menjadi air kembali melalui kondensor dan selanjutnya dipanaskan kembali melalui HRSG. Demikian seterusnya sehingga terjadi siklus tertutup.



Gambar 1. PLTGU Tambak Lorok

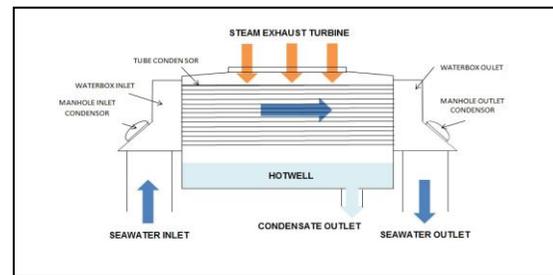
2.2. Condenser PLTGU STG Blok 2

2.2.1 FungsidanPrinsipKerja

Condenser merupakan alat penukar kalor yang berfungsi untuk mengkondensasikan uap keluaran turbin menjadi air kondensat yang selanjutnya akan disirkulasikan kembali menjadi air pengisi (*feed water*) dengan air laut sebagai media pendinginnya. Selain itu Condenser juga berfungsi untuk membentuk ruang hampa yang setinggi-tingginya agar jatuh panas uap di dalam turbin dapat terjadi setinggi mungkin. Prinsip kerja kondensor yaitu proses perpindahan panas yang terjadi dari satu fluida kerja yang bertemperatur tinggi (uap) ke fluida kerja yang memiliki temperatur rendah (air laut) dimana terjadi perubahan fasa dari uap menjadi air. Media pendingin uap kondensor adalah air laut yang diambil dari sekitar unit pembangkit yang disirkulasikan secara paksa melalui pompa.

2.2.2 Jenis Condenser

Condenser yang terpasang pada STG Blok II PLTGU Tambak Lorok adalah tipe permukaan (*surface condenser*). Pada kondenser tipe ini air pendingin terpisah dengan uap bekas maupun air kondensat yang terjadi. Air pendingin mengalir di dalam pipa-pipa kondenser, sedang uap bekas/air kondensat berada diluar pipa. Air pendingin dialirkan melalui pipa-pipa yang jumlahnya mencapai 13.956 buah dengan tujuan mendapatkan luas perpindahan panas yang sebesar-besarnya sehingga pengembunan uap bekas keluar turbin dapat terjadi secara sempurna.



Gambar 2. Condenser permukaan

2.2.3 KomponenUtama Dan Alat Bantu Condenser.

Condenser sebagai peralatan pendingin utama terdiri dari beberapa komponen utama yaitu antara lain:

1. Pipa saluran Masuk
2. Waterbox condenser
3. Pipadalam condenser (Tube)
4. Hotwell
5. Pipasalurankeluar

Adapun alat-alat pendukung condenser antara lain:

1. *Debris filter* sebagai saringan air laut sebelum masuk condenser
2. *Vacuum priming unit* yaitu untuk mengeluarkan udara yang terbawa masuk air laut.
3. *Ball cleaning system* yaitu untuk membersihkan tube condenser dengan menginjeksikan bola karet.
4. *Vacuum pump* yaitu untuk membuang non condensable gasses

2.3 Penyebab Penurunan Vacum Condenser.

Penurunan tekanan vacum di condenser dapat disebabkan oleh berbagai faktor yaitu antara lain:

1. Tube condenser kotor.
2. Saringan debris filter kotor.
3. Tekanan gland seal terlalu rendah.
4. Vacuum breaker valve tidak menutup rapat.
5. Membran turbin mengalami keretakan.
6. Valve drain over flow deaerator terbuka.
7. Kemampuan vacum pump turun.
8. Water separator vacum pump terlalu rendah.
9. Kebocoran pada ruang condenser sehingga udara luar ada yang masuk.
10. Temperatur air pendingin dan kecepatan laju aliran air pendingin.

2.4 Pembersihan Condenser

Pembersihan condenser adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk perawatan condenser dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja condenser. Kinerja suatu condenser dapat diketahui dari nilai kevakuman condenser. Semakin rendah tekanan condenser yang berarti semakin tinggi tekanan vakum condenser maka semakin baik kinerja dari condenser begitu sebaliknya. Hal ini tentu saja tidak bergantung hanya pada kebersihan kondensator saja akan tetapi peralatan pendukung kondensator juga harus dalam kondisi normal (pompa vakum operasi normal, tidak ada kebocoran di condenser, dll).

2.4.1 Metode Pembersihan

Terdapat beberapa metode pembersihan untuk condenser yaitu antara lain:

➤ Metode *Chemical Cleaning*

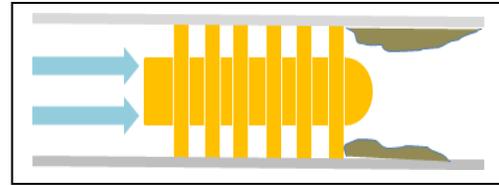
Yaitu metode pembersihan dengan mensirkulasikan zat kimia pada condenser. Umumnya dilakukan pada saat unit shutdown atau untuk keperluan overhoul.

➤ Metode *Mechanical Cleaning*

Terdapat beberapa macam yaitu antara lain:

- *Drilling* atau *Turbining cleaning* yaitu pembersihan dilakukan dengan mendrill deposit yang menempel pada dinding tube.
- *Hydrojetting cleaning* yaitu pembersihan dilakukan dengan cara menginjeksikan air kedalam tube pada tekanan yang tinggi.
- *Projectile cleaning* yaitu dengan menggunakan scruber/brush yang berbentuk seperti peluru, dipasang pada tube-tube

condenser yang kemudian didorong dengan air dan udara bertekanan sehingga diharapkan kotoran terbawa keluar dari tube-tube terdorong oleh scrubber.



Gambar 3. Projectile cleaning

2.4.2 Waktu Pembersihan

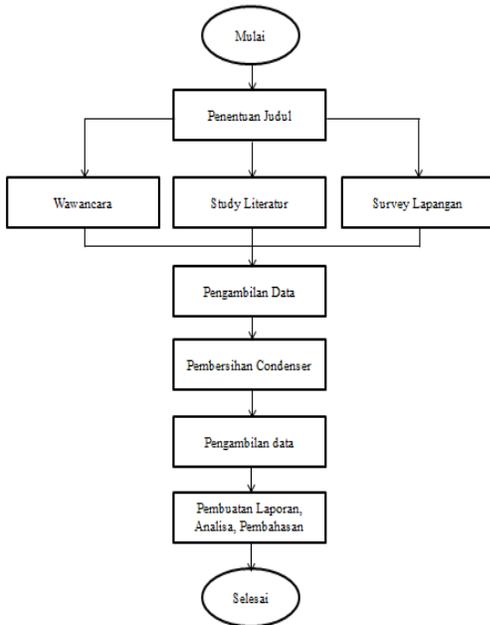
Pembersihan condenser dapat dilakukan pada saat offline atau kondisi tidak beroperasi maupun juga pada saat unit dalam kondisi online atau dalam keadaanberbeban/operasi. Pembersihan condenser secara online dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain:

1. Backwash yaitu membalik arah aliran air pendingin.
2. Pembersihan dengan Ball cleaning system yaitu dengan mensirkulasikan bola-bola karet ke dalam condenser.
3. Pembersihan manual yaitu pembersihan yang dilakukan oleh petugas pembersih dengan cara masuk ke dalam condenser dan debris filter melalui manhole.

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penyusunan penelitian ini adalah dengan cara pengumpulan data-data yang ada, baik itu hasil wawancara, data operasional, serta pengamatan di lapangan atau *object* kerja secara langsung.

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram alir penelitian

3.2 Teknik Analisa Data

Teknik analisa data yang digunakan dalam melakukan analisis data dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan analisa data kualitatif dan kuantitatif. Data sebelum dan sesudah perawatan condenser yang telah dikelompokkan dan dibuat grafik dibandingkan sehingga diperoleh hasil perawatan condenser. Dari hasil perawatan condenser selama bulan Maret dan April dapat diambil kesimpulan mengenai proses perawatan condenser yang telah dilaksanakan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Spesifikasi Condenser

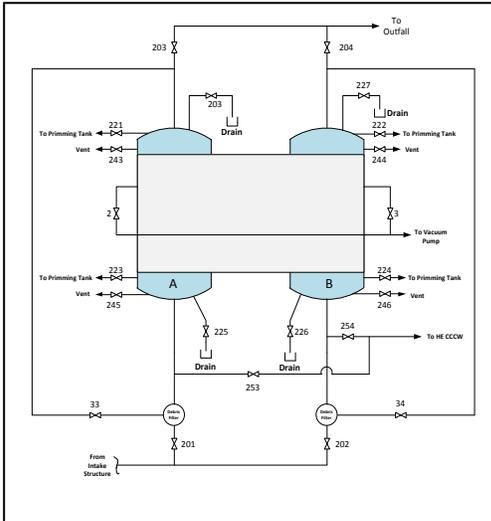
Pada STG Blok II PLTGU Tambak Lorok menggunakan condenser. Pembersihan biasanya dilaksanakan pada pagi hari karena pada waktu tersebut beban dalam kondisi rendah. Pada pagi hari biasanya PLTGU beroperasi dalam pola operasi 1-1-1 (1 GTG- 1 HRSG- 1 STG), dengan beban GTG sekitar ± 70 MW dan STG berbeban 50% dari beban GTG yaitu sekitar ± 35 MW. Tekanan condenser terbaik yang pernah dicapai di condensor STG Blok II PLTGU adalah 40 mmHg Abs untuk beban 35 MW. Alarm akan

muncul pada tekanan condenser 102 mmHg Abs, alarm low muncul bila tekanan condenser mencapai 127 mmHg Abs dan trip ketika tekanan condenser mencapai 191 mmHg Abs.

4.2 Prosedur Pembersihan Dalam Kondisi Online

1. Menentukan condenser sisi mana yang akan dibersihkan
2. Persiapan mematikan salah satu condenser
 - PLTGU maksimal operasi 2.2.1 dengan GTG beban minimum.
 - Supply air laut untuk pendingin HE CCCW yang operasi dipastikan berasal dari sisi kondensor yang normal operasi.
 - Tutup line vacuum priming yang berasal dari water box
 - Tutup line vacuum pump
 - Mengoperasikan sump pump untuk membuang air drain condensor
3. Mematikan salahsatu condenser Melakukan langkah-langkah sebagai berikut:
 - Tutup MBV inlet condenser dan pastikan tekanan vacuum < 90 mmHg.
 - Tutup MBV outlet condenser .
 - Buka venting water box inlet dan outlet kondensor
 - Buka drain water box sisi inlet dan outlet
 - Matikan motor debris filter.
4. Setelah level air laut di condenser habis maka manhole debris filter dan waterbox condenser yang akan dibersihkan
5. Membersihkan sampah yang menempel di saringan debris
6. Membersihkan tube condenser denganmetode projectile cleaning yaitu memasang scrubber pada tube yang kemudian didorong dengan water gun
7. Menutup manhole debris dan water box setelah pembersihan
8. Penormalan condenser
 - Tutup drain water box inlet dan outlet
 - Buka MBV inlet condensor yang telah dibersihkan secara bertahap/throttle
 - Start motor debris filter danbuka drain debris
 - Pastikan level kondensor terisi penuh air laut
 - Tutup venting water box inlet-outlet

- Buka line vacuum priming
- Buka line vacuum pump
- Membuka MBV outlet condensor
- Pastikan tidak ada kebocoran pada manhole debris maupun waterbox

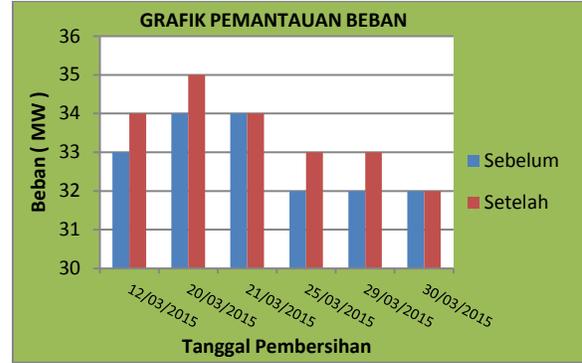


Gambar 5. Line diagram condenser

4.3 Analisa Hasil Bulan Maret



Gambar 6. Grafik tekanan condenser bulan Maret



Gambar 7. Grafik pemantauan beban bulan Maret

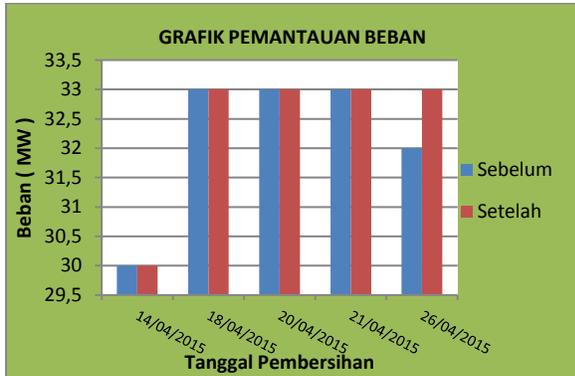
Penurunan tekanan condenser setelah pembersihan berkisar antara 2 mmHg Abs - 4 mmHG Abs. Dengan turunnya tekanan condenser sebesar ± 4 mmHg Abs terlihat diikuti dengan kenaikan beban turbin uap. Pembersihan dengan hasil terbaik yaitu pada tanggal 20 Maret dimana tekanan condenser menunjukkan 40.5 mmHg Abs dengan beban 35 MW.

4.4 Analisa Hasil Bulan April

Penurunan tekanan condenser setelah pembersihan berkisar antara 1 mmHg Abs - 4 mmHG Abs. Penurunan ± 4 mmHg Abs diikuti dengan kenaikan beban turbin uap. Pembersihan condenser rata-rata belum berhasil mendapatkan hasil maksimal. Pembersihan dengan hasil terbaik pada 26 April tekanan condenser menunjukkan 49.2 mmHg Abs dengan beban 33 MW.



Gambar 8. Grafik tekanan condenser bulan April



Gambar 9. Grafik pemantauan beban bulan April

4.5 Analisa Proses Pembersihan

Dari hasil pengamatan proses pembersihan di condenser selama bulan Maret dan April, keberhasilan dari proses pembersihan condenser dalam kondisi online dipengaruhi oleh :

1. Lama Waktu pembersihan
2. Peralatan pembersihan dan peralatan bantu
3. Kondisi air laut

5. Kesimpulan

1. Di PLTGU Tambak Lorok dapat dilakukan pembersihan condenser secara manual dalam kondisi online
2. Perawatan condenser secara manual dalam kondisi online di PLTGU Tambak Lorok menggunakan metode pembersihan *projectile cleaning*
3. Keberhasilan dalam proses pembersihan condenser dapat dilihat dari penurunan tekanan condenser setelah pembersihan. Penurunan tekanan condenser maksimal setelah pembersihan condenser selama bulan Maret-April yaitu sebesar 4,3 mmHg Abs dan penurunan tekanan condenser minimal yaitu sebesar 1,1 mmHg Abs.
4. Penurunan tekanan condenser pada nilai tertentu diikuti dengan kenaikan beban dari turbin uap. Dengan penurunan tekanan condenser sebesar ± 4 mmHg Abs maka beban naik sebesar 1 MW yang menunjukkan efisiensi sistem meningkat.

Daftar Pustaka

Aditya Budiman, *Optimasi Pengoperasian Condenser PLTU 3 Tambak Lorok*. Semarang, PT Indonesia Power UBP Semarang, 2009.

Installation, Operation & Maintenance Circulating Water Pump, Tambak Lorok Combined Cycle Block 2, 1994.

Modul I Kondensor Dan Sistem Air Pendingin, Perusahaan Umum Listrik Negara Pusat Pendidikan Dan Latihan Jakarta, 1989.

Yuba Heat Transfer Division Tulsa Oklahoma, *Instruction For Installation, Operation, And Maintenance Of Steam Surface Condenser*, Tambak Lorok Combined Cycle Block 2, 1994.