

## PENGARUH PERUBAHAN BEBAN TERHADAP SISTEM UAP EKSTRAKSI PADA *DEAERATOR* PLTU TANJUNG JATI B UNIT 2

Jev N. Hilga, Sunarwo, M. Denny S, Rudy Haryanto

Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. H. Sudarto, S.H., Tembalang, Semarang, 50275, PO BOX 6199 / SMS

Telp. (024) 7473417, 7499585, Faks. (024) 7472396

<http://www.polines.ac.id>, e-mail : [secretariat@polines.ac.id](mailto:secretariat@polines.ac.id)

### Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan beban terhadap besarnya pengurangan daya turbin tekanan menengah dan tekanan rendah karena dampak perubahan kebutuhan massa uap ekstraksi pemanas *deaerator*, mengetahui seberapa besar energi panas dari uap ekstraksi turbin tekanan menengah yang dapat dimanfaatkan oleh air umpan, serta berapa efisiensi thermal dari *deaerator*. Metode pengambilan data yang digunakan adalah secara langsung dengan cara mengambil data laporan harian pada program *TOPi solvo* dan secara tidak langsung melalui perhitungan sesuai rumus yang dibutuhkan. Hasil yang didapatkan berupa nilai terendah dari pengurangan daya turbin sebesar 6,8 MW, penambahan laju energi air umpan sebesar 62,99 MW, serta efisiensi thermal *deaerator* sebesar 95,1 % yang semuanya terjadi pada beban 446,7 MW. Sedangkan nilai tertinggi dari pengurangan daya turbin sebesar 15,37 MW, penambahan laju energi air umpan sebesar 149,85 MW, serta efisiensi thermal *deaerator* sebesar 98,35 % yang semuanya terjadi pada beban 663,9 MW.

**Kata kunci :** *deaerator*, turbin, air umpan

### 1. PENDAHULUAN

Air umpan di dalam siklus Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) sangat penting dikarenakan untuk menghasilkan uap di dalam boiler diperlukan adanya pemanasan air umpan hingga menjadi uap panas lanjut dengan temperatur mencapai  $540^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 160 bar-g. Sedangkan untuk mencapai temperatur uap yang diharapkan tanpa adanya pemanasan air umpan, maka dibutuhkan bahan bakar (dalam hal ini batubara) yang sangat banyak. Oleh karena itu diperlukan adanya pemanas air umpan sebelum air umpan dimasukkan ke dalam boiler agar panas yang dibutuhkan dari pembakaran batubara lebih sedikit karena temperatur air umpan yang masuk boiler sudah mencapai kurang lebih setengah dari kebutuhan temperatur uap panas lanjut.

Selain pentingnya perubahan fasa dari air menjadi uap di dalam boiler, juga diperlukan adanya penghilangan kadar oksigen dan gas-gas tak terkondensasi yang bersifat korosif, sehingga diperlukan adanya sebuah instalasi alat bernama *deaerator* yang juga dapat

berfungsi sebagai pemanas air umpan karena prinsip kerja yang digunakan dalam penghilangan kadar oksigen dan gas-gas tak terkondensasi menggunakan kontak langsung antara uap ekstraksi turbin tekanan menengah sebagai media pemanasnya dengan air umpan.

*Deaerator* disebut sebagai pemanas air umpan tipe langsung (*open feedwater heater*), karena dalam proses pemanasannya terjadi kontak langsung (pencampuran) antara uap pemanas dari ekstraksi turbin tekanan menengah dengan air umpan yang masuk ke dalam tangki pemanas *deaerator*. Proses pemanasan ini mengakibatkan kenaikan temperatur air umpan kurang lebih  $17^{\circ}\text{C}$ – $20^{\circ}\text{C}$ . Selain itu, kontrol temperatur air keluar *deaerator* yang mendekati titik didihnya (belum sampai mendidih) pada nilai tekanan tangki *deaerator* tertentu dapat berfungsi untuk mencegah terjadinya kavitasi pada *boiler feed pump*.

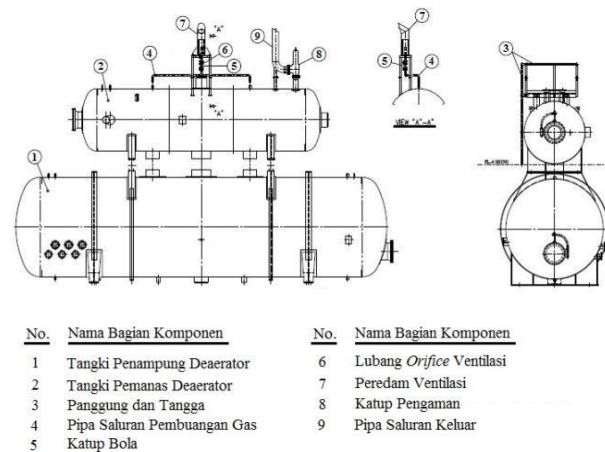
Selain sebagai pemanas air umpan, fungsi *deaerator* adalah sebagai media penghilang gas-gas tak terkondensasi di dalam air umpan

pengisi boiler, dimana air umpan sebelum masuk ke tangki pemanas *deaerator* diinjeksikan zat kimia terlebih dahulu yang disebut *hydrazine*. Zat tersebut digunakan untuk mengikat oksigen yang terkandung di dalam air umpan, agar nantinya lebih mudah dihilangkan ketika air masuk ke dalam *deaerator*. Oksigen dan gas-gas tak terkondensasi lainnya seperti CO<sub>2</sub> dihilangkan untuk menghindari terjadinya korosi pada pipa-pipa boiler agar umur dari pipa-pipa tersebut lebih lama. Air umpan keluar *deaerator* yang sudah dihilangkan kadar gas-gas tak terkondensasinya tadi perlu diinjeksikan lagi zat kimia berupa *ammonia* untuk menjaga pH air agar tetap pada kisaran 9,6 – 9,8. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari air bersifat asam ketika dipanaskan lagi di dalam boiler karena semakin tinggi temperatur air, maka nilai pH air tersebut semakin turun.

Dengan prinsip-prinsip di atas, maka *deaerator* memiliki dua tahap sistem, yaitu pemanasan dan deaerasi air umpan yang terjadi secara bersamaan. Sistem ini dapat mengurangi konsentrasi oksigen hingga kurang dari 0,005 ml/liter dan sepenuhnya menghilangkan konsentrasi karbon dioksida sehingga air umpan tidak bersifat korosif. Air yang sudah dipisahkan dengan gas-gas tak terkondensasi akan disalurkan turun melalui *downcomer* vertikal menuju ke tangki penampung *deaerator*.

*Deaerator* terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian tangki pemanas dan tangki penampung. Tangki pemanas *deaerator* merupakan tempat terjadinya pemanasan sekaligus deaerasi air umpan. Sedangkan tangki penampung *deaerator* berfungsi sebagai tempat penampungan air umpan yang sudah dipanaskan dan dikurangi kadar oksigennya di dalam tangki pemanas. Air di dalam tangki penampung digunakan sebagai pemasok air umpan untuk perubahan kebutuhan jumlah air akibat berubahnya kebutuhan beban, dan juga sebagai cadangan ketika sistem mengalami keadaan darurat.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 1. Deaerator

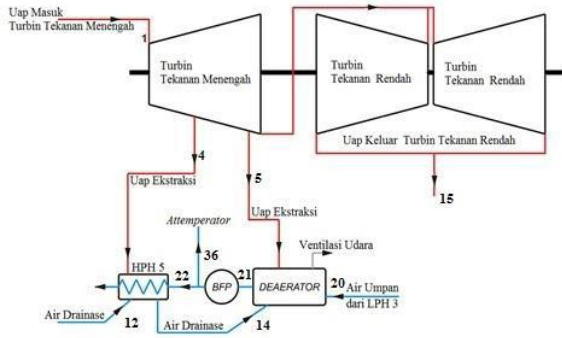
Seperti yang terlihat pada gambar di atas, bahwa *deaerator* memiliki komponen lain yang membantu kinerja alat tersebut. Antara lain ada panggung dan tangga yang merupakan sarana untuk melihat bagian atas dari bagian *deaerator* apabila ada kerusakan disana. Kemudian ada pipa saluran pembuangan gas-gas yang sudah dihilangkan pada saat proses deaerasi. Selanjutnya ada katup bola yang berfungsi untuk mengatur keluaran gas-gas yang akan dibuang ke atmosfer. Lalu ada lubang *orifice* ventilasi dan peredam ventilasi yang berguna untuk menaikkan tekanan gas agar tidak terkondensasi sebelum dibuang ke atmosfer dan untuk meredam suara keluaran dari gas tersebut. Yang terakhir ada katup pengaman dan pipa saluran keluar yaitu bagian yang mengatur tekanan di dalam tangki *deaerator* agar tidak melebihi batas kapasitas kemampuan tangki. Ketika tangki memiliki tekanan melebihi batas kemampuan, maka secara otomatis katup pengaman tersebut akan membuka dan tekanan di dalam tangki akan berkurang, sedangkan pipa saluran keluar ini merupakan saluran pembuangan tekanan yang ada di dalam tangki *deaerator*.

## 2. METODE PENELITIAN

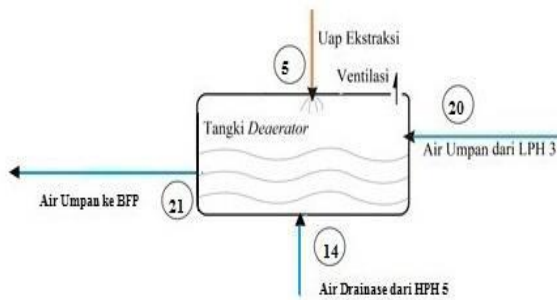
1. Metode Interview
2. Metode Studi Kepustakaan
3. Metode Bimbingan
4. Praktik Kerja Lapangan

### 3. HASIL dan PEMBAHASAN

Berikut ini data dukung yang dibutuhkan dalam perhitungan yang akan dilakukan, sesuai gambar-gambar berikut :



Gambar 2. Aliran Uap Ekstraksi Turbin Tekanan Menengah



Gambar 3. Aliran Energi Deaerator

14 00:00				
19/04/20	618,0	1532,3	538,7	32,3
14 00:00				
23/04/20	596,5	1454,8	538,2	30,6
14 00:00				
25/04/20	545,3	1372,0	538,6	28,7
14 00:00				
27/04/20	483,9	1189,4	538,0	23,1
14 00:00				
01/05/20	446,7	1087,5	539,5	25,1
14 00:00				
05/05/20	525,6	1323,2	537,2	27,9
14 00:00				

Waktu	Beban	m <sub>s</sub>	h <sub>s</sub>	h <sub>15</sub>
MW	t/h		kJ/kg	kJ/kg
13/04/20	561,4	51,4	3.104,35	2.822,00
14 00:00				
15/04/20	663,9	69,7	3.139,90	2.881,40
14 00:00				
19/04/20	618,0	64,3	3.113,92	2.833,45
14 00:00				
23/04/20	596,5	58,3	3.105,28	2.829,11
14 00:00				
25/04/20	545,3	52,0	3.096,75	2.805,44
14 00:00				
27/04/20	483,9	39,0	3.088,14	2.787,34
14 00:00				
01/05/20	446,7	31,4	3.079,50	2.784,72
14 00:00				
05/05/20	525,6	46,0	3.092,45	2.770,31
14 00:00				

Waktu	Beban	m <sub>20</sub>	T <sub>20</sub>	P <sub>20</sub>
MW	t/h		°C	Barg
13/04/20	561,4	1275,3	148,2	7,0
14 00:00				
15/04/20	663,9	1890,2	155,7	8,9
14 00:00				
19/04/20	618,0	1607,7	153,9	8,4
14 00:00				
23/04/20	596,5	1528,3	152,4	8,0
14 00:00				
25/04/20	545,3	1260,3	150,8	7,5
14 00:00				
27/04/20	483,9	951,4	146,2	6,5
14 00:00				
01/05/20	446,7	751,7	143,2	5,9
14 00:00				
05/05/20	525,6	1291,6	150,1	7,3
14 00:00				

Waktu	Beban	T <sub>21</sub>	P <sub>21</sub>	T <sub>14</sub>	P <sub>14</sub>
MW	°C	barg	°C	barg	barg
13/04/20	561,4	166,8	6,5	171,8	8,9
14 00:00					
15/04/20	663,9	174,3	8,4	182,2	13,4
14 00:00					
19/04/20	618,0	172,8	7,9	179,5	13,2
14 00:00					
23/04/20	596,5	169,9	7,5	177,4	10,7
14 00:00					
25/04/20	545,3	167,9	7,1	175,1	9,7
14 00:00					

Waktu	Beban	m <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>
MW	t/h		°C	barg
13/04/20	561,4	1276,9	539,0	24,4
14 00:00				
15/04/20	663,9	1609,5	540,3	38,1
14 00:00				
19/04/20	618,0	1532,3	538,7	32,3
14 00:00				
23/04/20	596,5	1454,8	538,2	30,6
14 00:00				
25/04/20	545,3	1372,0	538,6	28,7
14 00:00				
27/04/20	483,9	1189,4	538,0	23,1
14 00:00				
01/05/20	446,7	1087,5	539,5	25,1
14 00:00				
05/05/20	525,6	1323,2	537,2	27,9
14 00:00				

Waktu	Beban	m <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>
MW	t/h		°C	barg
13/04/20	561,4	1276,9	539,0	24,4
14 00:00				
15/04/20	663,9	1609,5	540,3	38,1

00:00					
27/04/2014	483,9	162,3	6,0	169,0	7,8
00:00					
01/05/2014	446,7	158,5	5,5	165,1	7,3
00:00					
05/05/2014	525,6	164,0	6,3	174,2	9,3
00:00					

Waktu	Beban	$\dot{m}_{36}$	$\dot{m}_{22}$	$\dot{m}_{12}$
MW	t/h	t/h	t/h	t/h
13/04/2014 00:00	561,4	137,8	1.206,90	266,5
15/04/2014 00:00	663,9	249,7	2.138,40	349,9
19/04/2014 00:00	618,0	223,1	2.087,44	324,2
23/04/2014 00:00	596,5	189,6	1.997,34	279,8
25/04/2014 00:00	545,3	185,8	1.981,20	235,2
27/04/2014 00:00	483,9	149,2	1.238,65	190,7
01/05/2014 00:00	446,7	137,9	1.206,54	143,2
05/05/2014 00:00	525,6	179,7	1.875,64	201,1

### Efisiensi Thermal Deaerator

Tabel Efisiensi Deaerator

Waktu	Beban	$\eta_p$
MW	%	
01/05/2014 00:00	446,7	95,10
27/04/2014 00:00	483,9	95,75
13/04/2014 00:00	525,6	95,92
05/05/2014 00:00	545,3	96,46
25/04/2014 00:00	561,4	97,26
23/04/2014 00:00	596,5	97,28
19/04/2014 00:00	618,0	97,74
15/04/2014 00:00	663,9	98,35

### GRAFIK DAN ANALISA

Berikut analisa yang didapat berdasarkan perhitungan efisiensi thermal deaerator pada titik sampel yang disajikan dalam bentuk grafik :

Efisiensi thermal pada deaerator memiliki nilai terkecil terjadi pada beban 446,7 MW dengan nilai efisiensi thermal sebesar 95,1 %. Sedangkan efisiensi thermal deaerator terbesar terjadi pada beban 663,9 MW

dengan nilai efisiensi thermal sebesar 98,35 %. Dapat dilihat gambar grafik efisiensi thermal deaerator besarnya efisiensi thermal deaerator terus meningkat sampai pada beban penuh. Berdasarkan perhitungan efisiensi thermal deaerator menunjukkan bahwa semakin besar beban pada pembangkit maka efisiensi thermal deaerator akan semakin besar dan semakin kecil beban pada pembangkit, maka efisiensi thermal deaerator semakin kecil. Meningkatnya efisiensi thermal deaerator terhadap beban terjadi dikarenakan adanya peningkatan energi yang akan masuk ke deaerator dan energi yang akan keluar dari deaerator. Menurunnya efisiensi thermal deaerator terhadap beban terjadi dikarenakan adanya penurunan energi yang akan masuk ke dalam deaerator dan energi yang akan keluar dari deaerator.

### 4. KESIMPULAN

- Semakin besar beban, maka efisiensi thermal deaerator juga semakin besar. Hal ini terjadi dikarenakan adanya peningkatan energi yang masuk ke deaerator dan energi yang akan keluar dari deaerator.
- Efisiensi thermal deaerator terkecil terjadi pada beban 446,7 MW dengan 95,1 %, sedangkan efisiensi thermal deaerator terbesar terjadi pada beban 663,9 MW dengan 98,35 %.
- Walaupun dengan beban maksimal efisiensi thermal deaerator juga maksimal, tetapi pembangkit tetap harus menyesuaikan beban sesuai dengan kebutuhan. Hal ini dikarenakan apabila kebutuhan beban rendah tetapi pembangkit dijalankan pada beban maksimal, maka energi listrik yang dihasilkan akan terbuang sia-sia karena energi listrik tidak dapat disimpan.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASME. 1997. *Performance Test Code on Deaerator, ASME PTC 12.3-1997*. New York:ASME.
- Marsudi, Djiteng. 2005. *Pembangkitan Energi Listrik*. Jakarta : Erlangga.
- Marsudi, Djiteng. 2011. *Pembangkitan Energi Listrik*. Jakarta : Erlangga.
- Moran, Michael & Howard. 2003. *Termodinamika Teknik*. Jakarta : Erlangga.
- Tanjung Jati B Indonesia. 1997. *"Deaerator". Operation and Maintenance Manual*. Volume 2, Nomor 1.5.5, Jepara.
- Shlyakhin, P. 1993. *Turbin Uap*. Jakarta: Erlangga.