
PROSIDING



**SEMINAR NASIONAL
AVoER IV Tahun 2012**



**Universitas Sriwijaya
Fakultas Teknik**



**Gedung Serba Guna Program PascaSarjana
Jl. Srijaya Negara Kampus UNSRI Bukit Pesar Palembang
Rabu-Kamis/28 - 29 November 2012**

Supported by :





PROSIDING



**SEMINAR NASIONAL
AVoER IV Tahun 2012**



ISBN : 979-587-440-3

© Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Gedung Serba Guna Program PascaSarjana
Jl. Srijaya Negara Kampus UNSRI Bukit Pesar Palembang
Rabu-Kamis/28 - 29 November 2012

Supported by :





SEMINAR NASIONAL ADDED VALUE OF ENERGY RESOURCES (AVoER) KE-4

Gedung Serba Guna Program Pascasarjana

Jalan Srijaya Negara Kampus UNSRI Bukit Besar Palembang

Rabu-Kamis / 28-29 November 2012

Untuk segala pertanyaan mengenai AVoER ke-4 tahun 2012

Silahkan hubungi :

Sekretariat :

Gedung H-5 fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Kampus bukit besar Palembang

Telp. : 0711 370178

Fax. : 0711 352870

Website : <http://avoer.unsri.ac.id>

Contact Person :

Dr. Ir. Riman Sipahutar, MSc. (0811787782)

Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, MT (081373002626)

Rendra Maha Putra Jf (085273043945)

Reviewer :

Prof. Dr. Eddy Ibrahim, MS.

Prof. Dr. Ir. Hj. Erika Buchari, MSc

Dr. Ir. Subriyer Nasir, MS.

Dr. Ir. Nukman, MT

Dr. Irfan Jambak, ST, MT

Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, MSc

Dr. Johannes Adiyanto, ST, MT

Dr. Novia, ST, MT

Dr. Budhi Setiawan, ST, MT

Dr. Ir. Hendri Chandra, MT





UCAPAN TERIMA KASIH

Panitia AVoER Ke-3 Tahun 2011 mengucapkan banyak terimah kasih kepada sponsor, keynote speaker dan semua pihak yang membantu terlaksananya kegiatan ini.

Sponsor

Universitas Sriwijaya

PT. Pertamina RU III

PT. Tambang Batubara Bukit Asam, (Persero) Tbk

Pemerintah Kota Palembang

Asosiasi Perumahan seluruh Indonesia

Keynote Speaker

Ir. Tatang Sabaruddin, MT., Direktur Pembinaan Program MINERBAPABUM
Kementrian ESDM

Dr. Ir. Halim Abdurrahim, dari Institute Teknologi Bandung

Ir. Syaiful Islam, Genaeral Manager Pengembangan Daerah Tambang Pranap Riau
PT. Bukit Asam Pesero (Tbk).

Ir. H. Eddy Santana Putra, MT., Wali Kota Palembang

Ir. Eddy Prabowo, General Manager RU III PT. Pertamina

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR			iii
DAFTAR ISI			vii
No Paper	Kode	Judul	Hal
A. BIDANG KEBIJAKAN, PRENCANAAN DAN MANAJEMEN ENERGI (KPM)			
402	KMP 1	Kajian Efektivitas Metode Geolistrik Tahanan Jenis Untuk Identifikasi Lapisan Batubara Sebagai Reservoar <i>Coal Bed Methane (Cbm)</i> Di Tanjung Enim Sumatera Selatan. Eddy Ibrahim (UNSR)	1
410	KMP 2	Penerapan Metode <i>Cadzow Filtering</i> Dan <i>R-G-B Blending</i> Dalam Meningkatkan Kualitas Data Seismik Untuk Eksplorasi Hidrokarbon Aldo Noviaro, Khairul Ummah, Bagus Spto Mulyatno (UNILA, PT WAVIV Technologies)	9
413	KMP 3	Faktor-faktor penentu dalam Penerapan <i>Green Supply Chain Management</i> : Perspektif Budaya dan Teori Institusi Baihaqi, Rici Cakra Perwira (ITS)	22
418	KMP 4	Pengaruh Ukuran Dan Waktu Perendaman Batubara Dalam Dimetil Eter Terhadap <i>Free Moisture</i> Batubara Musi Banyuasin Dzuhazhzhin 'Azhim, Dian Y. Sari, David Bahrin, M. Faizal, Trisaksono B. Priambodo (UNSR, BPPT)	31
421	KMP 5	Penyesuaian Gaya Hidup Sebagai Langkah Penghematan Energi Franky Liauw (UNTAR)	40
428	KMP 6	Mengatasi Kehilangan Energi Primer Yang Berlebihan Pada Jaringan Pipa Distribusi Air Menggunakan Model Komputer <i>Watergems</i> M. Baitullah Al Amin (UNSR)	49
429	KMP 7	Pembuatan Etanol Dari Serat Buah Bintaro Dengan Proses Hidrolisa Asam Dan Fermentasi M. Hatta Dahlan, Masayu Nuraini R, Rahmat Feri Fernando (UNSR)	57
430	KMP 8	<i>Energy Efficiency Concept Of Green Architecture:Improving Imagination Of Comprehensive, Dinamic, Innovative, And Futuristic Architecture Design</i> Meivirina Hanum, Chairul Murod (UNSR)	58



433	KMP 9	Pemanfaatan Gas Suar Bakar Melalui Lng Mini Untuk Sektor Transportasi M. Mirza, Y. Muharam (UI)	78
444	KMP 10	Green Building' Perancangan Bangunan Hemat Energi yang dilakukan di Jakarta Sani Heryanto (UNTAR)	95
446	KMP 11	<i>Design Of Automatic Sleeve For Transfer Nut Clutch Using Programmable Logic Controller</i> Syahril Ardi, Agus Ponco, Adhari Faried Ardin (PMA)	107
447	KMP 12	Optimasi Rasio SiO ₂ /Al ₂ O ₃ Pada Sintesis ZSM-5 Dari Zeolit Alam Lampung Dengan Sumber Silika Penambah Dari Sekam Padi Tika Damayanti, Suhesti Forsela, Chindy Feryandy HB, Simparmin Br Ginting, Hens Saputra (UNILA, TIRBR, PUSPIPTEK)	116
448	KMP 13	Perbaikan Sistem Pengetanahan Dengan Penambahan <i>Low Range Coal</i> Di Tanah Laboratorium Teknik Universitas Bengkulu Yuli Rodiah (UNIB)	128
450	KMP 14	Perancangan Pembangkit Listrik Gelombang Laut Menggunakan Sistem Pneumatik Selinder Tabung Anizar Indriani, Ika Novia Anggraini (UNIB)	
451	KMP 15	Analisis Eksergi Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) UBP Kamojang Unit PLTP Darajat Jawa Barat Dyos Santoso, Randy Maulana Yusuf (UNSRI)	134
455	KMP 16	Optimalisasi Penyerapan Panas Flue Gas Pada Mixed Feed Dan Steam Air Coil Convection Section Primary Reformer (101-B) Pabrik Amoniak Pusri-II Filius Yuliandi, Yuliana (PT. PUSRI)	140
456	KMP 17	Analisis Operasi Optimal Manajemen Pembangkita Di Propinsi Bengkulu Dalam Rangka Mengatasi Krisis Energi Afriyastuti Herawati, Yuli Rodiah (UNIB)	148
457	KMP 18	Analisis Pengaruh Waktu Dan Temperatur <i>Bubbling</i> Terhadap Penurunan Kadar Fe Pada Proses <i>Dry Refining</i> Di Departemen Metalurgi PT KOBA TIN Fitleny Pendi, A. Taufik Arief (UBB, UNSRI)	154
461	KMP 19	Pembuatan Biodiesel Dari Dedak Padi Dengan Metode Esterifikasi-Transesterifikasi Insitu Abdul Kadir J, Panji Fajar Maulana, Abdullah	168



ANALISIS EKSERGI PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI (PLTP) UBP KAMOJANG UNIT PLTP DARAJAT JAWA BARAT

¹Ir. Dyos Santoso, M.T, ²Randy Maulana Yusuf, S.T
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
INDRALAYA

dyos_santoso@yahoo.com
randy.maulana.yusuf@gmail.com

ABSTRACT

This paper presents the performance analysis of geothermal power plant which consist of some main components such as final separator, steam turbine, condensor, cooling tower and others. Observed geothermal power plant is the one that is dominated by working fluid, which vapour-dominated system. Based on the result of the performance analysis using exergy analysis method, the irreversibility at final separator, steam turbin, condensor and cooling tower consecutively is 12.80 MW, 24.65 MW, 3.084 MW and 3.823 MW.

Keyword: energy analysis, exergy analysis, irreversibility, efficiency.

1. PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan akan energi, ketersediaan energi yang terbatas, serta pemanfaatan energi dan dampak lingkungan, sehingga perlu dilakukan pengolahan sumber daya energi [1]. Dengan sumber daya energi yang terbatas dan kebutuhan akan energi yang terus meningkat, sehingga penting untuk memahami mekanisme penurunan kualitas sumber daya energi untuk mengembangkan pendekatan sistematis untuk meningkatkan sistem [2]. Sistem dan proses yang menurunkan kualitas sumber daya energi hanya dapat diidentifikasi melalui analisis rinci dari keseluruhan sistem. Instalasi pembangkit tenaga biasanya diuji dengan analisis energi tetapi pemahaman yang lebih baik dapat dicapai bila diambil tinjauan termodinamika yang lebih lengkap yang menggunakan hukum kedua termodinamika dengan menggunakan metode analisis eksergi. Metode analisis eksergi merupakan metode analisis sistem termal yang mengkombinasikan antara hukum pertama dan kedua termodinamika. Dengan menggunakan metode ini akan didapatkan gambaran yang sesungguhnya tentang besarnya kerugian dari suatu sistem, penyebabnya dan lokasinya,

sehingga dapat melakukan peningkatan sistem secara keseluruhan ataupun hanya pada komponen-komponennya.

2. ANALISIS TEORI

2.1 Konsep Eksergi

Eksergi adalah kerja maksimum teoritis yang dapat digunakan (kerja poros atau kerja elektrik) yang diperoleh sebagai selisih antara sistem dan lingkungan hingga didapat suatu keadaan setimbang dengan lingkungan [3]. Eksergi adalah ukuran seberapa jauh perbedaan antara sistem dari lingkungannya, dengan demikian eksergi merupakan suatu sifat dari sistem dan lingkungannya [4].

2.2 Eksergi dan Energi

Energi adalah ukuran dari kuantitas dan eksergi adalah ukuran dari kualitas dan kuantitas. Energi itu tidak pernah bernilai nol sedangkan eksergi dapat bernilai nol pada keadaan mati (*dead state*) atau keadaan setimbang dengan lingkungan [5].

2.3 Sistem Lingkungan dan Keadaan Mati

Dalam termodinamika, sistem adalah segala sesuatu yang ingin kita kaji untuk dijadikan objek analisis [5]. Dalam sistem pembangkit tenaga panas bumi, uap dan

gas yang bersirkulasi yang diambil dari dalam bumi (*geothermal*) adalah sistem. Dasaat sistem berubah menuju lingkungan maka kerja yang dihasilkan terus berkurang hingga didapati keadaan setimbang antara sistem dan lingkungan. Keadaan seperti inilah yang disebut Keadaan Mati (*dead state*). Pada keadaan mati, sistem dan lingkungan memiliki nilai eksergi nol [5].

2.4 Komponen Eksergi

Komponen eksergi fisik yang menyertai arus/aliran suatu zat [3] adalah:

$$e^{PH} = (h_i - h_0) - T_0(s_i - s_0) \quad (1)$$

2.5 Pemusnahan Eksergi dan Kerugian Eksergi

Irreversibilitas akibat gesekan, pencampuran, reaksi kimia, dan sebagainya selalu memusnahkan eksergi [3]. Pemusnahan eksergi itu berbanding lurus dengan pembentukan entropi. Pemusnahan eksergi disimbolkan dengan \dot{I} (*irreversibility*), pada beberapa literatur lain pemusnahan eksergi disimbolkan dengan \dot{E}_D (*exergy destruction*).

$$\dot{I} = T_0 \cdot S_{gen} \geq 0$$

3. METODOLOGI

3.1 Pendekatan Umum

Kajian sistem didasarkan pada kajian komponen-komponen penyusun sistem. Komponen sistem yang dianalisis adalah komponen sistem secara umum, yang mana komponen-komponen tersebut yaitu: *final separator*, transmisi uap, turbin uap, kondensor, sistem ekstraksi gas (*GES*), dan sistem pendinginan.

3.2 Ruang Lingkup dan Batasan

Proses analisis ini mencakup fluida kerja yang dihasilkan dari *reservoir-geothermal* dan proses pemisahan antara uap (*final separator*), transmisi uap, ekspansi uap (turbin uap), kondensor, *gas extraction system* (*GES*), dan sistem pendinginan (*Cooling Tower*).

3.3 Sumber Data

Data-data yang digunakan dalam analisis ini nantinya adalah data-data meliputi :

1. Data operasi keseluruhan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi UBP

Kamojang Unit PLTP Darajat pada saat *performance test*. Meliputi data komponen-komponen/subsistem instalasi pembangkit selama 24 jam.

2. Data teknis PLTP Unit Bisnis Pembangkit Kamojang Unit PLTP Darajat meliputi : tekanan, temperatur, laju aliran massa, dan data teknis lainnya yang mendukung dalam penelitian.
3. Buku pedoman operasi PLTP UBP Kamojang Unit PLTP Darajat (*Manual Design*).

3.4 Asumsi Umum

Asumsi umum yang digunakan dalam perhitungan analisis eksergi pada instalasi PLTP adalah :

1. Kadar *non-condensable gas* (*NCG*) yang terkandung dalam uap panas bumi tersebut 0,85 % (*sumber* : *PT. Indonesia Power PLTP UBP Kamojang Unit PLTP Darajat*).
2. Setiap komponen/subsistem diasumsikan pada *steady state*.
3. Semua komponen/subsistem diasumsikan beroperasi tanpa memperhitungkan kerugian kalor.
4. Uap *geothermal* diasumsikan sama dengan uap air.
5. Eksergi kinetik, eksergi potensial dan eksergi kimia diabaikan.
6. Sistem pada keadaan *steady-state* volume kontrol.

3.5 Analisa dan Pengolahan Data

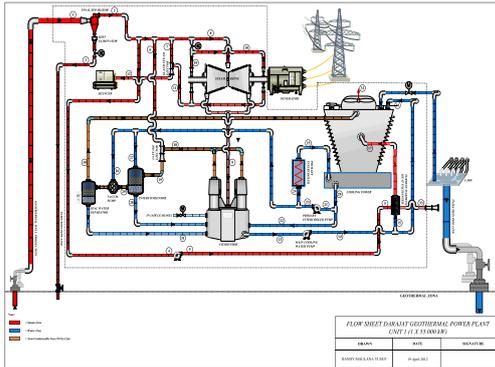
Data-data yang ada disusun dan kemudian diolah menggunakan lembar kerja program *microsoft excel* untuk menghitung eksergi spesifik, laju aliran eksergi, irreversibilitas, efisiensi energi dan efisiensi eksergi. Dalam perhitungan ini satuan internasional (*SI*) digunakan untuk semua satuan hasil perhitungan.

4. DESKRIPSI PROSES PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI UBP KAMOJANG UNIT PLTP DARAJAT

4.1 Deskripsi Sistem

Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi UBP Kamojang Unit PLTP Darajat terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu : *final separator*, turbin uap, kondensor,

sistem ekstraksi gas, *cooling tower*, dsb. *Flowsheet* pembangkit listrik tenaga panas bumi Unit Bisnis Pembangkit Kamojang Unit PLTP Darajat Jawa Barat dapat dilihat pada gambar 1. Proses unit pembangkit ini dimulai dari uap dan gas yang di hasilkan oleh sumur-sumur bor (*production well*) yang selanjutnya disalurkan dengan menggunakan pipa-pipa penghubung ke pembangkit.



Gambar 1 Diagram Alir PLTP UBP Kamojang Unit PLTP Darajat

4.2 Data Operasi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Unit Bisnis Pembangkit Kamojang Unit PLTP Darajat Jawa Barat

Tabel 1 Data Operasi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Unit PLTP Darajat (Sumber : PT. Indonesia Power UBP Kamojang Unit PLTP Darajat)

Titik	Tekanan P (MPa)	Temperatur T (°C)	Uap Q (kg/s)	Air Q (kg/s)
1	12	200	341,998	
2	9,8	179,9	341,68	
3	9,8	179,9	0,318	
4	9,8	179,9	10,5	
5	10	179,9	10,5	
6	9,8	179,9	4,98	
7	9,8	179,9	0,43	
8	9,8	179,9	315,12	
9	0,0105	43	315,12	
10	1,3	150,9	0,58	
11	0,854	95,3	0,58	
12	1,1	131,32	1,01	
13	0,105	43,8		91,7712
14	2,35	43,8		91,7712
15	2,35	43,8		0,34
16	2,35	43,8		91,4312
17	3,35	141,4	0,34	
18	0,0098	27,5	1,23	
19	0,22	149,7	6,21	
20	1,014	25,5		94,92
21	1,014	25,5		5,82
22	1,014	25,5		89,1

23	2,5	25,5		5,82
24	2,5	25,5		3,6
25	2,5	30		3,6
26	2,5	25,5		0,49
27	2,5	25,5		1,73
28	0,22	45,5		1,7838
29	0,022	37,7	0,83	
30	0,095	45,8	0,53	
31	0,95	45,8		0,493
32	1,014	40,8		34,565
33	5,53	70		10,5

5. ANALISIS ENERGI DAN EKSERGI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI UBP KAMOJANG UNIT PLTP DARAJAT

5.1 Entropi, Entalpi, Analisis Energi dan Analisis Eksergi pada masing-masing kondisi

Kondisi Lingkungan

$$T_0 = 18^\circ\text{C}$$

Berdasarkan gambar 1 dan tabel 1, maka besarnya entalpi, entropi, analisis energi, dan analisis eksergi disajikan pada tabel beriku ini :

Tabel 2 Entalpi dan Entropi Masing-Masing Kondisi

Titik	Entalpi kJ/kg	Entropi kJ/kg.°C	Aliran Energi (MW)	Aliran Eksergi (MW)
1	2816,063101	6,590835799	963,0879	109,5759253
2	2778,746825	6,597245526	949,4422	96,68439177
3	2778,746825	6,597245526	0,8836	0,089983717
4	2778,746825	6,597245526	29,1768	2,971160482
5	2777,158543	6,585065092	29,1602	2,956785621
6	2778,746825	6,597245526	13,8382	1,409178972
7	2778,746825	6,597245526	1,1949	0,121676096
8	2778,746825	6,597245526	875,6387	89,16877059
9	2581,260819	9,179385906	813,4069	9,516681854
10	2776,18898	7,493782754	1,6102	0,153277847
11	2668,116538	7,41214938	1,5475	0,091448083
12	2701,293247	7,384899047	2,7283	0,193249639
13	183,4232528	0,622831928	16,8330	9,313454782
14	183,6201575	0,622738243	16,8510	9,331679972
15	183,6201575	0,622738243	0,0624	0,034572624
16	183,6201575	0,622738243	16,7886	9,297107348
17	2739,19988	6,977118779	0,9313	0,080438221
18	2552,2444	9,1171087	3,1393	0,0136625

	56	27		43
19	2668,2172 67	8,0336019 09	16,569 6	0,9102847 3
20	107,02025 45	0,3742380 04	10,158 4	2,8055779 15
21	107,02025 45	0,3742380 04	0,6229	0,1720234 25
22	107,02025 45	0,3742380 04	9,5355	2,6335544 9
23	107,15765 6	0,3741989 85	0,6237	0,1728271 89
24	107,15765 6	0,3741989 85	0,3858	0,1069034 16
25	125,96932 11	0,4367181 77	0,4535	0,1705741 67
26	107,15765 6	0,3741989 85	0,0525	0,0145507 43
27	107,15765 6	0,3741989 85	0,1854	0,0513730 3
28	190,53751 11	0,6451814 1	0,3399	0,1930028 16
29	2570,9556 33	8,8053324 35	2,1339	0,0294076 54
30	2584,0335 78	8,1729476 75	1,3695	0,0317426 43
31	191,85490 06	0,6490824 37	0,0946	0,0539562 55
32	170,96721 85	0,5830543 97	5,9095	3,1020552 27
33	293,44462 83	0,9546810 56	3,0812	2,1581037 28

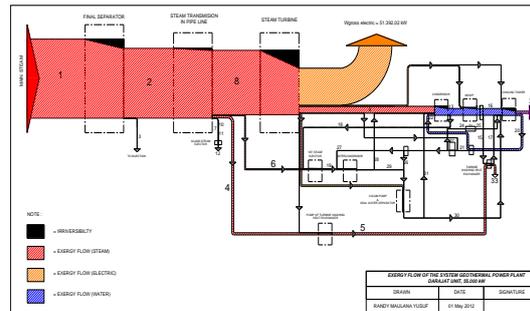
5.2 Irreversibilitas dan Efisiensi Komponen /Subsistem Unit PLTP Darajat

Tabel 3 Eksergi yang Dimusnahkan pada Subsistem Unit PLTP Darajat

No.	Subsistem/ Komponen	Eksergi yang Dimusnahkan (MW)	Efisiensi Kerja (%)
1	Final Sep. & Mist Eliminator	12,80154984	88,23
2	Gland Steam Ejector	0,01987454	90,67
3	Steam turbine	24,65208873	72,35
4	Seal of Saft Turbine	0,061829764	59,66
5	Condensor	3,083740633	95,53
6	1st Stage Ejector	0,512556784	63,98
7	Intercondensor	0,739247291	23,13
8	Vacum Pump and Seal Water Separator	1,958259499	4,19
9	Pump of Turbine Washing HE	0,006874862	99,26
10	Main Cooling Water Pump	1,35822519	87,59
11	Primary Intercooler Pump	0,00229282	61,28
12	Primary Intercooler	0,063670751	-
13	Turbine Washing Heat Exchanger	0,045865597	74,83
14	Cooling Tower + W_{fan}	3,822709237	61,79

Berdasarkan hasil perhitungan analisis eksergi yang ditampilkan pada tabel 3

yakni besarnya nilai irreversibilitas komponen/subsistem pada pembangkit listrik tenaga panas bumi secara keseluruhan disajikan dalam bentuk diagram seperti yang perlihatkan pada Gambar 2 sebagai berikut : pada setiap komponen/subsistem didalam pembangkit listrik tenaga panas bumi UBP Kamojang Unit PLTP Darajat Jawa Barat.



Gambar 2 Diagram Grassman Aliran Eksergi pada Instalasi Pembangkit Listrik Panas Bumi Unit Darajat

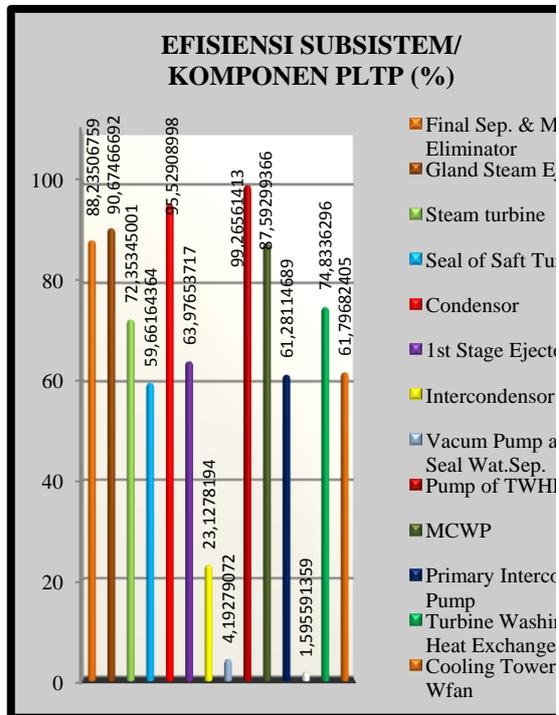
5.3 Pembahasan

Dari hasil perhitungan analisis instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) UBP Kamojang Unit PLTP Darajat terdapat perbedaan mengenai besarnya energi yang dapat dimanfaatkan oleh sistem pembangkit. Hal ini telah dijelaskan pada bagian sebelumnya bahwa perhitungan dengan menggunakan metode analisis energi tidak dibatasi oleh kondisi lingkungan (*dead state*).

Berdasarkan tabel 3 dan gambar 2 bagian terbesar pemusnahan eksergi terjadi pada turbin uap, yaitu sebesar 24,65 MW. Pemusnahan eksergi pada komponen tersebut berasal dari terjadinya gesekan antara fluida kerja dengan sudu-sudu turbin uap yang menyebabkan terjadinya pembangkitan entropi pada fluida kerja. Pada tingkatan pertama pembangkitan entropi sangat menguntungkan untuk tingkat selanjutnya akan tetapi pembangkitan entropi pada tingkatan terakhir merugikan karena pembangkitan entropi ini tidak dimanfaatkan seperti pada tingkatan-tingkatan sebelumnya melainkan langsung dimasukkan kedalam kondensor [5].

Berdasarkan efisiensi dari komponen tersebut, subsistem/komponen-komponen dari pembangkit yang paling tidak efisien adalah pada bagian sistem ekstraksi gas (*GES*). Besarnya efisiensi

komponen tersebut adalah 4,193 %. Pompa vakum yang digunakan membutuhkan konsumsi daya yang sangat besar yakni 2 MW dengan 1 MW untuk masing-masing pompa vakum tersebut.



Gambar 3 Kurva Efisiensi Kerja Komponen/Subsistem Unit PLTP Darajat

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Bagian terbesar terjadinya pemusnahan eksergi terjadi didalam turbin uap sebesar 24,65 MW dengan efisiensi 72,35 %.
2. Komponen/subsistem yang paling tidak efisien selama proses berlangsung yakni pompa vakum sebesar 4,19 %.
3. Besarnya laju aliran eksergi yang dibuang kelingkungan dari sistem melalui *cooling tower* juga masih cukup besar yakni 3,1 MW.

6.2 Saran

Analisis energi dan analisis eksergi rinci pada instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Unit Bisnis Pembangkit Kamojang Unit PLTP Darajat Jawa Barat sebaiknya dilaksanakan secara keseluruhan dengan menggunakan kondisi operasi performance test dan data manual desain dari instalasi pembangkit tersebut. Selain itu, langkah-langkah untuk

meningkatkan performansi termodinamika selalu mempunyai konsekuensi secara ekonomi. Untuk itu kajian peningkatan performansi termodinamika sebaiknya disertai dengan kajian ekonomi, misalnya dengan analisis termoeкономи atau eksergi ekonomi.

DAFTAR NOTASI

Simbol Umum

E, e	Energi, energi spesifik
H, h	Entalpi, entalpi spesifik
ΔH_o	Entalpi dari reaksi
I, i	Ireversibilitas
M	Massa
\dot{m}	Laju aliran massa
P	Tekanan
S, s	Entropi, spesifik entropi
T	Temperatur
X	Kualitas uap

Greek symbol

E, ε	Exergi, spesifik eksergi
------------------	--------------------------

Singkatan

<i>COP</i>	Coefficient of Performance
<i>CS</i>	Cooling System
<i>CT</i>	Cooling Tower
<i>CWP</i>	Circulating Water Pump
<i>EJ</i>	Ejector
<i>GES</i>	Gas Extraction System
<i>IC</i>	Inter Condensor
<i>MCWP</i>	Main Cooling Water Pump
<i>NCG</i>	Non-Condensable Gas
<i>PIP</i>	Primary Intercooling Pump
<i>PI</i>	Primary Intercooler
<i>ST</i>	Steam Turbine
<i>SWS</i>	Seal Water Separator
<i>TS</i>	Transmission of Steam
<i>TWHE</i>	Turbine Washing Heat Exchanger

DAFTAR PUSTAKA

1. Dincer Ibrahim., Rosen A. Marc., *Thermal Energy Storage System and Applications*. Canada : A John Wiley and Sons Ltd
2. Gong, M., and Wall, G., 1997: On exergetics, economics and optimization of technical processes to meet environmental conditions. Proceedings of the conference: Thermodynamic analysis and improvement of energy systems, Beijing, China, 453-460.
3. Kotas, T. J., 1985. *The exergy method of thermal plant analysis*. London: Butterworths.
4. Moran, M. J., 1982. *Availability Analysis : A Guide to Efficient Energy Use*. New Jersey : Pantice-Hall Inc.



5. Dincer, Ibrahim., Çengel, Y.A., 2001. *Energy, entropy and exergy concepts and their roles in thermal engineering*. Entropy 2001, 3, 116-149.
6. Bejan, A., Tsatsaronis, G., Moran M. J., 1996. *Thermal design and optimization*. U.S.A: John Wiley and Sons Inc.
7. Kwambai B. Clety., 2005. *Exergy Analysis of Olkaria I Power Plant, Kenya*. Kenya : Journal.
8. Basri, Hasan., Santoso, Dyos. 2010. *Analisis Eksergi pada Siklus Turbin Gas Sederhana 14 MW Instalasi Pembangkit Tenaga Keramasan*. Palembang : Jurnal Teknik Mesin Indonesia.
9. Elwakil, MM., 1985. *Powerplant Technology*. McGraww-Hill Book.
10. Turns, R. Stephen dan Kraige R. David., 2007. *Property Tables for Thermal Fluids Engineering*. U.S.A : Cambridge University Press.