

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Energi merupakan salah satu aspek yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan ini. Penggunaan energi terus-menerus dilakukan, apalagi dengan pertumbuhan manusia yang semakin meningkat membuat mereka terus berpikir untuk mengembangkan teknologi guna memanfaatkan energi untuk memenuhi kebutuhannya. Menurut hukum termodinamika pertama bahwa energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan^[3]. Karena itu, sesungguhnya energi telah tersedia di alam untuk dimanfaatkan oleh manusia guna memenuhi kebutuhan hidupnya.

Sumber energi di alam ini banyak sekali, akan tetapi hanya sebagian kecil yang dapat dimanfaatkan oleh manusia. Bahkan terdapat energi yang terbuang sia-sia yang hanya menambah entropi bagi lingkungan karena kurangnya *sense of engineering for heat recovery* dan sebenarnya energi tersebut masih dapat dimanfaatkan untuk hal yang sangat berguna, misalnya air pendingin buangan kondensor yang langsung dibuang ke laut, asap cerobong PLTU dan PLTGU yang terbuang ke udara. Berdasarkan data-data PLTU Suralaya unit 1 sampai dengan 7, setiap hari menghasilkan limbah air pendingin kondensor dengan suhu berkisar antara (34 – 37) °C dengan jumlah aliran 522.000 m³/jam atau setara 145 m³/det. Setelah dilakukan perhitungan ternyata kandungan panas limbah air pendingin kondensor unit 1-7 dapat menghasilkan energi sebesar 3.634 Mega Joule/sec setara dengan 3.634 MegaWatt^[2]

Sebenarnya masih banyak sumber energi-energi yang lain yang selama ini hanya terbuang percuma ke lingkungan. Selain dapat mengganggu ekosistem, pelepasan energi ini juga sangat tidak efisien. Misalnya, energi panas buangan *flue gas* pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) yang bersuhu sekitar 500 °C dengan *flow* sekitar 138.125 Kg/s untuk PLTG berdaya 130 MW. Saat ini total kapasitas PLTG yang masih terpasang di Indonesia terdapat sekitar 2723,63 MW, artinya

masih terdapat sekitar 1308,75 Mega watt panas yang terlepas dengan percuma ke udara bebas. Data tersebut ditunjukkan oleh tabel 1.1 dibawah ini.

No.	Pembangkit Thermal	Temperature <i>Flue Gas</i> (°C)	Kapasitas Terpasang Di Indonesia (MW) *)	Taksiran Energi Panas Terbuang (MW)**)
1	PLTG	500	2723,63	1308,75
2	PLTD	400 – 500	2982,12	1273,75
3	PLTU (minyak & Batu bara)	170	6900,00	884,15
4	PLTGU	160	6280,97	354,12

*) Sumber : Data PLN 2005. (<http://202.162.220.3/statistik/statistik.asp>)

***) Pemanfaatan sampai temperatur 50 °C.

Tabel 1.1 Energi Panas Buangan *Flue Gas* Pada Pembangkit Di Indonesia

Limbah ini sekarang hanya dibuang percuma ke lingkungan. dapatkah limbah yang melimpah-ruah ini dimanfaatkan? Tak ada kata tak mungkin, jika manusia terus mencoba menjelajahi segala kemungkinan. Saat ini telah banyak sekali peluang untuk melakukan konservasi energi, contohnya adalah konservasi energi yang telah dilakukan di Amerika Serikat dalam memanfaatkan limbah panas buangan industri, geotermal dan matahari guna meningkatkan efisiensi suatu sistem turbin dengan cara menggabungkan penerapan siklus rankine dengan siklus absorpsi refrigerasi ^[1].

Hasil pengkajian pada PLTU Tanjung Priok ternyata ditemukan peluang bahwa sebenarnya limbah yang semula berujud energi panas apabila dilakukan proses pengecilkan (*throtling process*) ke tekanan yang lebih rendah sehingga temperatur jenuh uap airnya turun, sehingga berubah bentuk menjadi fase uap dan fase air. Uap hasil proses pengecilkan, dapat dimanfaatkan menjadi air sulingan untuk dimasukkan kembali ke dalam siklus air-uap PLTU dengan mengkondensasi uap tersebut menggunakan suatu pendingin. Dan airnya yang memiliki temperatur rendah karena pengaruh tekanan vakum, dapat dimanfaatkan pula untuk pendingin kondensor dan air yang masih memiliki temperatur yang

cukup rendah tersebut baru dapat dibuang ke laut bebas, sehingga tentu saja akan menghindari pengrusakan ekosistem di dalam laut..

Penggunaan air sulingan dari proses ini berarti penghematan penggunaan air PAM atau menggantikan penggunaan *steam* untuk *desalination plant*. Apalagi sekarang ini sedang terjadi krisis air untuk pemakaian air sulingan pada siklus uap PLTU. Tekanan dan temperatur yang rendah dalam proses pencekikan mengakibatkan air ini dapat dimanfaatkan untuk pendingin ruangan sehingga mampu menghemat penggunaan energi listrik untuk Air Conditioner di setiap ruangan di sekitar PLTU. Sedangkan air yang telah dimanfaatkan untuk pendingin-pendingin ruangan tadi yang masih memiliki temperatur yang lebih rendah dari air laut biasa, dapat dicampur dengan air laut yang akan masuk ke kondensor pembangkit sehingga temperatur air pendingin kondensor lebih rendah lagi. Karena itu, hal tersebut akan menurunkan tekanan (menambah kevakuman ruang kondensor di sudu turbin tingkat akhir) sehingga akan menaikkan efisiensi unit PLTU secara keseluruhan.

Kondisi yang sekarang terjadi pada kebanyakan PLTU adalah bagaimana caranya untuk melakukan peningkatan efisiensi. Berbagai cara telah dicoba untuk meningkatkan performa PLTU dari peningkatan temperatur pada masukan turbin sampai kevakuman kondensor masih banyak menemui kendala karena terbatasnya sistem pembangkit. Dan cara yang paling tepat untuk meningkatkan efisiensi adalah menggunakan air pendingin kondensor serendah mungkin sehingga akan menurunkan tekanan pada kondensor pula yang berakibat timbulnya tekanan balik pada turbin. Tekanan ini sama dengan tekanan-jenuh yang sehubungan dengan entalpi. Oleh karena itu juga kerja turbin persatuan penurunan tekanan jauh lebih besar pada bagian tekanan rendah daripada ujung yang bertekanan tinggi. Dengan demikian, dengan menurunkan tekanan hilir beberapa psia saja dapat meningkatkan efisiensi dan aliran uap-pun berkurang untuk suatu keluaran instalasi yang tetap. Makin rendah tekanan maka makin besar efek ini. Jadi dari segi termodinamika, penting sekali menggunakan suhu air pendingin serendah mungkin. Karena itu, melihat potensi yang cukup besar membuat kami mencoba melakukan penelitian untuk mengetahui dan membuktikan bahwa energi tersebut masih dapat dimanfaatkan untuk suatu hal yang berguna.

1.2 TUJUAN PENULISAN

Tujuan penulisan skripsi ini adalah :

1. Melakukan penelitian dan simulasi mengenai pemanfaatan energi (*heat recovery*) buangan kondensor pada PLTU X dengan kapasitas 50 MW untuk meningkatkan efisiensi melalui alat *throttling process*.
2. Membuat miniatur dan melakukan percobaan alat *Throttling Process*.
3. Mengamati masalah yang muncul dalam penelitian, kemudian melakukan analisa.

1.3 PEMBATASAN MASALAH

Dalam laporan ini, batasan masalah meliputi :

1. Simulasi pemanfaatan energi buangan kondensor pada PLTU X 50 MW untuk data-data komponen turbin, kondensor, pompa, dan boiler.
2. Percobaan dilakukan terhadap fluida air dengan :
 - Tekanan vakum tabung maksimum 650 mmHg.
 - Tekanan air masuk 0,5 ; 0,75 dan 1 Kg/cm² gauge.
 - Temperatur air masuk 70 °C, 75 °C dan 80 °C.

Setelah itu dilakukan pengukuran mass flow dan temperatur air pada tabung 1 dan air sulingan yang didapatkan dari kondensasi uap di dalam tabung 2 oleh evaporator air conditioner berdaya 1 PK. Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan hasil simulasi dan perhitungan. Masalah AC, heater, pompa, dan komponen lainnya tidak dibahas secara detail pada laporan ini.

1.4 METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan proses pengumpulan informasi yang berkaitan dengan materi bahasan yang berasal dari buku-buku, jurnal yang berasal dari dosen maupun perpustakaan, data-data PLTU X 50 MW, serta situs-situs internet.

2. Pengamatan masalah

Merumuskan masalah yang ada dengan cara pengamatan langsung di laboratorium.

3. Perancangan dan Pembuatan Miniatur Alat.

Perancangan dan pembuatan miniatur alat dilakukan untuk mendapatkan data sebagai pembuktian dalam pengujian *Throttling Process*. Alat ini merupakan penelitian dasar dalam proses pemanfaatan limbah panas air laut buangan kondensor pada PLTU X 50 MW.

4. *Set Up* Alat Uji

Set up alat uji dengan menyesuaikan karakteristik semua komponen alat untuk memperoleh kondisi kevakuman setinggi-tingginya dari tabung reaktor sehingga diharapkan diperoleh temperatur jenuh air serendah-rendahnya dan uap sesuai kapasitas pendinginan oleh evaporator AC.

5. Pengujian

Pengujian dilakukan pada miniatur alat *Throttling Process* dengan tujuan untuk mengetahui temperatur dan jumlah air sulingan yang didapatkan setelah proses pengecilan ketekanan vakum tertentu. Proses pengujian meliputi proses pengaturan variasi tekanan, temperatur *heater*, *massflow* air yang masuk tabung dan air yang dihasilkan pada kedua tabung serta kemudian melakukan pengolahan data.

6. Analisa dan Kesimpulan.

Setelah data diolah maka dilakukan proses perbandingan terhadap hasil simulasi dan perhitungan. Dari analisa tersebut akan diperoleh kesimpulan untuk mengetahui keberhasilan simulasi dan pengujian, serta memberikan saran untuk perbaikan dan pengembangan alat.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Agar laporan tugas akhir ini memiliki struktur dan tujuan penulisan yang baik, maka penulisan tugas akhir ini akan mengikuti sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini berisi tentang latar belakang yang melandasi penulisan skripsi, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini menjelaskan teori-teori yang mendasari penelitian ini. Dasar teori meliputi: teori tentang *Throttling Process*, sifat-sifat Air dan Uap berdasarkan T-S diagram, perpindahan kalor, dan siklus PLTU. Dasar teori ini di kutip dari beberapa buku, jurnal, situs-situs internet dan referensi lain yang mendukung dalam penulisan ini.

BAB III INSTALASI PERALATAN DAN PENGUJIAN

Bab ini berisi tentang deskripsi alat dan bahan, perancangan alat, *set up* alat, prosedur pengujian dan cara pengambilan data.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Bab ini berisi tentang perhitungan matematis yang dilakukan terhadap simulasi perancangan alat dan terintegrasinya dengan PLTU, pengujian alat, pengolahan data, dan analisa terhadap masalah yang timbul saat pengujian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil simulasi, pengujian dan beberapa saran yang diberikan untuk perbaikan dan pengembangan penelitian.