

Analisa performa sistem pendinginan absorpsi menggunakan energi panas matahari pada sebuah gedung perkantoran

Yusvardi Yusuf

Jurusan Teknik Mesin Universitas Tirtayasa, Cilegon, Banten

Abstract

Air-conditioning in buildings is directly responsible to the greenhouse effect and depletion of the ozone layer, caused by destructive gases released into the atmosphere from conventional air conditioning system. The needs for a new sustainable concept in air conditioning system for buildings is crucial. Refrigeration absorption system powered by solar energy has many benefits e.g. the use of environmentally friendly liquid like water and brine solution. This could save energy and environmentally friendly. The refrigeration absorption system can be used independently or combined with conventional air conditioning. This system could use solar energy in order to save energy consumption and reduce the CO₂ emission.

Keywords: air conditioning, system absorption, the absorption chiller

Abstrak

Pengkondisian udara pada bangunan gedung bertanggungjawab langsung terhadap efek rumah kaca dan penipisan lapisan ozon, disebabkan gas-gas perusak yang terlepas di atmosfer dari sistem pengkondisian udara konvensional. Dibutuhkan implementasi konsep baru berkelanjutan di dalam sistem pengkondisian udara pada bangunan gedung adalah hal yang sangat krusial. Sistem pendinginan absorpsi dengan bertenaga panas matahari memiliki banyak keuntungan dengan penggunaan fluida kerja yang tidak merusak seperti air, atau berupa larutan garam. Ini merupakan salah satu bentuk penghematan energi dan aman bagi lingkungan. Dapat digunakan pada sistem yang berdiri sendiri atau pengkondisian udara konvensional. Tujuan utamanya adalah untuk memanfaatkan energi panas matahari untuk mereduksi konsumsi energi dan emisi gas CO₂.

Kata kunci: Pengkondisian udara, sistem absorpsi, chiller absorpsi

1. Pendahuluan

Pendinginan absorpsi adalah salah satu bentuk pertama dan tertua dari sistem pengkondisian udara dan refrigerasi yang digunakan. Sistem ini memakai energi termal untuk menghasilkan pendinginan dan energi matahari, panas buangan dan bentuk lainnya. Penggunaan energi untuk pengkondisian udara terutama air conditioning banyak menggunakan listrik dengan sumber yang berasal dari bahan bakar fosil. Dibutuhkan cara untuk mengurangi pemakaian energi fosil dengan energi terbarukan. Salah satu sumber energi yang masih harus ditingkatkan pemanfaatannya adalah energi panas matahari. Indonesia sebagai negara tropis mempunyai potensi yang besar untuk dapat memanfaatkan energi panas matahari. Menurut data 60% energi listrik dipakai untuk sistem tata udara. Jumlah yang besar ini seharusnya dapat dihemat dengan menggunakan energi terbarukan. Dengan pemanfaatan energi matahari maka kita mengurangi dampak pencemaran dari emisi CO₂ dan efek gas rumah kaca [4].

2. Landasan Teori

Chiller absorpsi dengan air-lithium bromide telah lama dioperasikan sejak tahun 1950 di Amerika Serikat [4]. Chiller absorpsi dengan memakai air-lithium bromida biasanya dikonfigurasi sebagai pendingin air untuk sistem pendingin udara di gedung-gedung besar. Spesifikasi yang tersedia dari chiller adalah dalam kisaran 10-1500 Ton Refrigerasi. Koefisien kinerja (COP) dari mesin ini, didefinisikan

oleh rasio antara kapasitas pendinginan dan masukan panas yang dikendalikan, bervariasi selama rentang $0.7 < COP < 1.3$. Untuk menentukan koefisien kinerja dari mesin digunakan persamaan berikut:

$$COP = \frac{\text{Kapasitas pendinginan di evaporator}}{\text{Input panas generator} + \text{Kerja input pompa}} \quad (1)$$

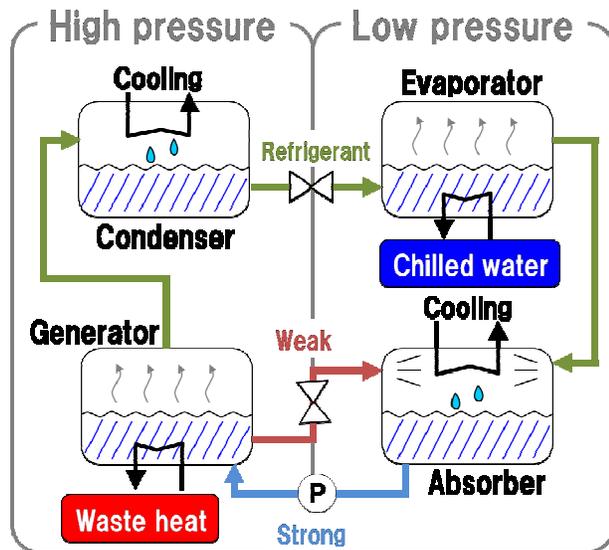
Siklus absorpsi menggunakan air-lithium bromida sebagai fluida kerja dapat menjadi sistem yang paling sederhana dari teknologi absorpsi dan pada Gambar 1 ditunjukkan siklusnya. Siklus terdiri dari empat komponen utama, yaitu, generator, kondensor, evaporator, dan absorber. Transfer energi antara siklus dan sekitarnya terjadi dalam empat komponen utama dan pompa, arah dari transfer energi ditunjukkan oleh panah.

Sistem absorpsi 80-ton air-LiBr yang terpasang di gedung ini telah beroperasi sejak tahun 2013 sampai dengan tahun 2015 telah mensuplai udara dingin untuk gedung tersebut. Gambar 2 menunjukkan susunan tabung kolektor matahari yang terpasang di atap gedung.

Diagram pemipaan dan instrumen dari komponen utama ditunjukkan oleh gambar 3. Keseluruhan sistem ini terdiri dari 5 komponen utama yaitu: atap yang terpasang tabung kolektor matahari, 80 ton air-LiBr chiller absorpsi efek tunggal, tangki penyimpanan air panas, sistem pendukung termal dan unit fan coil. Tabung kolektor matahari seluas 240 m² mengkonversi iradiasi sinar matahari menjadi energi

*Korespondensi: Tel./Fax.: -
E-mail: yus_unsat@yahoo.com

termal dan dipakai untuk memanaskan air. Air panas ini digunakan untuk memanaskan 80 ton air-LiBr yang menghasilkan air dingin. Untuk menjaga agar suplai air panas ini tetap stabil maka digunakan tangki penyimpanan air panas dengan volume 1000 liter yang berfungsi menjaga panas antara tabung kolektor matahari dan chiller. Chiller membutuhkan air panas dengan temperatur dari 70°C sampai 95°C. Penyimpanan turun di bawah 70°C maka CNG diaktifkan untuk memanaskan air. Air dingin untuk chiller disuplai oleh *cooling tower*. Air dingin disirkulasikan melalui 15 unit fan coil, yang mensuplai air-conditioning untuk gedung.



Gambar 1. Siklus pendinginan absorpsi H₂O-LiBr dengan efek tunggal

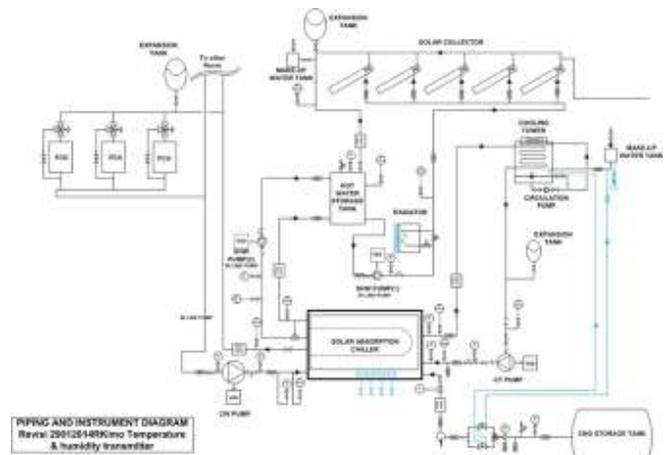


Gambar 2. Susunan tabung kolektor matahari di atap gedung perkantoran

3. Metode Penelitian

Metode eksperimental dilakukan guna mendapatkan data-data pengukuran yang riil dan objektif. Guna mendapatkan data yang valid maka pada alat uji dipasang beberapa sensor temperature, alat ukur tekanan dan flowmeter. Semua data pengukuran yang dihasilkan disimpan dalam data komputer. Pengujian dilakukan dalam 2 tahap, tahap pertama adalah tahap ujicoba dimana setelah alat uji selesai terpasang lalu dirunning guna mengetahui apakah semua komponen yang terpasang dapat berfungsi dengan sempurna.

Tahap kedua adalah pengambilan data dimana dalam tahap ini alat uji dikondisikan bekerja penuh guna mensuplai udara sejuk ke gedung dan data yang terekam dibuat trend grafiknya guna mengetahui kemampuan riil dari alat uji. Diagram instrument dan pemipaan dari komponen utama ditunjukkan oleh gambar 3. Keseluruhan sistem ini terdiri dari 5 komponen utama yaitu: atap yang terpasang tabung kolektor matahari, 80 ton air-LiBr chiller absorpsi efek tunggal, tangki penyimpanan air panas, sistem pendukung termal dan unit fan coil. Tabung kolektor matahari seluas 240 m² mengkonversi iradiasi sinar matahari menjadi energi termal dan dipakai untuk memanaskan air. Air panas ini digunakan untuk memanaskan 80 ton air-LiBr yang menghasilkan air dingin. Untuk menjaga agar suplai air panas ini tetap stabil maka digunakan tangki penyimpanan air panas dengan volume 1000 liter yang berfungsi menjaga panas antara tabung kolektor matahari dan chiller. Chiller membutuhkan air panas dengan temperatur dari 70°C sampai 95°C. Penyimpanan turun di bawah 70°C maka CNG diaktifkan untuk memanaskan air. Air dingin untuk chiller disuplai oleh *cooling tower*. Air dingin disirkulasikan melalui 15 unit fan coil, yang mensuplai air dingin untuk gedung.



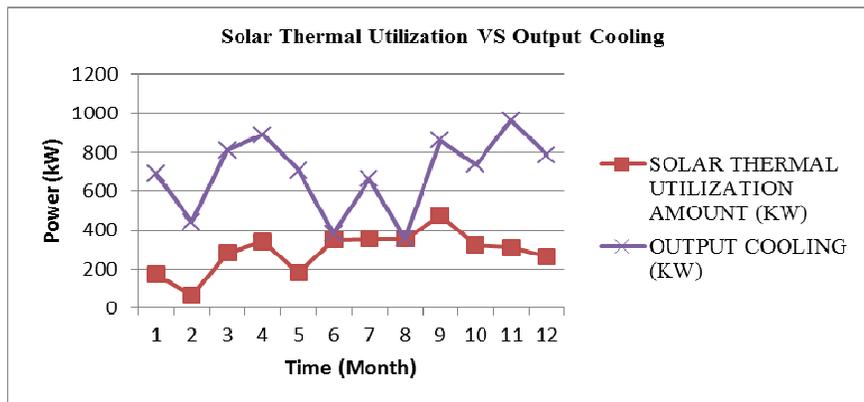
Gambar 3. Diagram instrumen dan pemipaan dari sistem

3. Hasil dan Pembahasan

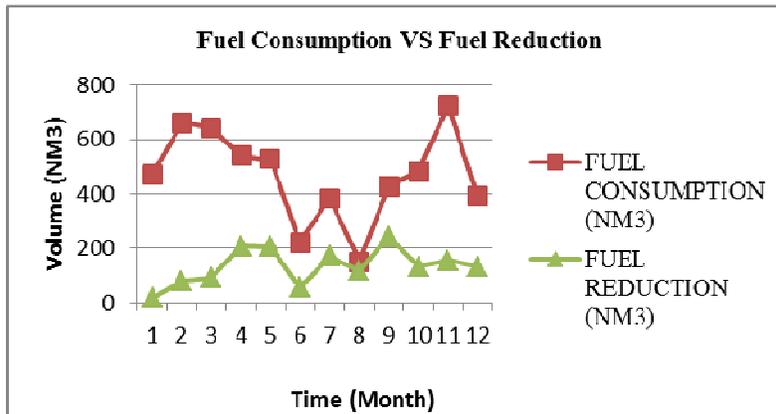
Dari hasil pengujian selama setahun penuh maka didapatkan data-data yang semuanya terekam di komputer. Data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 4.

Tabel 1. Data Pengujian Chiller Absorpsi

Time (Month)	Solar Thermal Utilization Amount (kW)	Output Cooling (kW)	Fuel Consumption (Nm3)	Fuel Reduction (Nm3)
1	172	689	470	15
2	63	441	662	80
3	283	811	645	91
4	342	889	540	208
5	177	707	528	206
6	349	383	222	55
7	354	663	384	170
8	354	357	150	118
9	474	862	426	242
10	325	737	486	133
11	312	962	725	155
12	265	785	392	133



Gambar 4. Grafik Solar Thermal Utilization VS Output Cooling



Gambar 5. Grafik Fuel Consumption VS Fuel Reduction

Pada grafik di atas energy matahari yang diterima untuk system masih belum mencukupi dari kerja system, dimana hanya pada bulan ke 6 dan 8 kebutuhan tersebut tercukupi sebesar 400 kW sehingga disini perlu dibantu oleh gas CNG untuk mencukupi kekurangan tersebut. Kebutuhan output cooling tertinggi terjadi pada bulan ke 11 dan panas yang dihasilkan oleh matahari tertinggi pada bulan ke 9.

Dari grafik dapat di analisa bahwa pemanfaatan panas matahari tertinggi pada bulan September yaitu

474 kW dengan output cooling sebesar 862 kW. Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar CNG terbesar adalah 725 m³ dan reduksi bahan bakar terbesar adalah 208 m³.

4. Simpulan

Dari hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa:

a. Semakin banyak panas matahari yang terserap maka semakin besar pula output cooling yang dihasilkan

b. Reduksi gas terjadi karena panas matahari yang dimanfaatkan oleh chiller sebagai output cooling

Daftar Pustaka

- [1] Gomri Rabah.,2013, Simulation study on the performance of solar/natural gas absorption cooling chillers. *Energy Conversion and Management* 65,pp. 675–681.
- [2] Jaruwongwittaya Tawatchai, Chen Guangming.,2010, A review: Renewable energy with absorption chillers in Thailand. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14,pp.1437–1444.
- [3] Pongtornkulpanich, S. Thepa, M. Amornkitbamrung, C. Butcher.,2008, Experience with fully operational solar-driven 10-ton LiBr/H₂O. single-effect absorption cooling system in Thailand. *Renewable Energy* 33,pp.943–949.
- [4] Sriksirin P, Aphornratana S, Chungpaibulpatana S.,2001, A review of absorption refrigeration technologies. *Renew Sust Energy*,pp.343–72.
- [5] Karagiorgas Michaelis, Tsoutsos Theocharis, Moia´Pol A.,2007, A Simulation Of The Energy Consumption Monitoring In Mediterranean Hotels Application In Greece. *Energy and Buildings* 39,pp.416-426.
- [6] Tsoutsos T., Aloumpi E., Karagiorgas M.,2010, Design of a solar absorption cooling system in a Greek hospital. *Energy and Buildings* 42,pp.265 – 272.
- [7] Al-Alili A., Hwang Y., Radermacher R., Kubo I.,2010, Optimization of a solar powered absorption cycle under Abu Dhabi's weather conditions. *Solar Energy* 84,pp.2034-2040.
- [8] Molero-Villar N., Cejudo-Lo´pez J.M., Dom´nguez-Mun˜oz F., Carrillo-Andre´s A.,2012, A comparison of solar absorption system configuration. *Solar Energy* 86,pp.242-252.
- [9] Edem N'Tsoukpoe Kokouvi, Le Pierrès Nolwenn, Luo Lingai.,2012, Experimentation of a LiBr-H₂O absorption process for long term solar thermal storage. *Energy Procedia* 30,pp.331-341.