

(SNTI-E3)
**STUDI VCO SEBAGAI BAHAN PENYIMPAN ENERGI TERMAL PADA SISTEM
PENGKONDISIAN UDARA CHILLER**

Djuanda, Setyono Ch. Iskandar, Amiruddin
Universitas Negeri Makassar,
Kamp. Panrangtambung Jl. Dg Tata Raya, Makassar
Email: djuanda89@yahoo.com

ABSTRAK

Sistem pengkondisian udara membutuhkan konsumsi listrik terbesar dari suatu gedung perkantoran. 70% dari konsumsi listrik harus disediakan untuk memperoleh tingkat kenyamanan dari ruangan. Besarnya daya listrik yang digunakan menyebabkan perlunya suatu inovasi teknologi yang terus menerus sehingga berdampak pada penurunan biaya operasional suatu gedung. Beberapa sistem baru yang lebih efisien telah diaplikasikan pada gedung-gedung besar. Inovasi pada penggunaan refrigeran hidrokarbon yang dapat menghemat penggunaan energi listrik juga telah banyak ditawarkan. Meski demikian tawaran penggunaan hidrokarbon masih mengalami kendala pada sifatnya yang mudah terbakar. Penghematan energi juga dapat dilakukan dengan penerapan sistem penyimpanan energi termal (TES) pada sistem pengkondisian udara chiller. Efektifitas penggunaan TES akan lebih besar jika sistem tarif listrik yang diberlakukan adalah sistem beban puncak. Sehingga ketika daya listrik pada tarif rendah sistem TES dapat dioperasikan untuk menyimpan energi dan dipergunakan jika daya listrik berlaku pada tarif tinggi. Pada penelitian ini digunakan bahan VCO sebagai penyimpan energi termal pada sistem pengkondisian udara chiller. Akan tetapi karena temperatur beku masih 19°C maka diperlukan campuran lain untuk menurunkan temperatur beku menjadi sekitar 7 – 12°C yang merupakan daerah kerja dari sistem chiller.

Kata kunci: Pengkondisian udara, chiller, VCO, Energi Termal

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan manusia sekarang ini, tidak lepas dari suatu peran perangkat pendingin udara dan refrigerasi yang merupakan alat pengkondisian udara (*Air Conditioning*) dan refrigerator. Peningkatan temperatur bumi (*Global Warming*) saat ini, menimbulkan ketidaknyamanan, terutama pada daerah tropis. Kebutuhan akan sistem pendingin juga tidak lepas dalam suatu proses dalam bidang industri, seperti halnya dalam *food processing* dan *petrochemical Industry*.

Konsumsi listrik untuk pemakaian sistem pengkondisian udara pada perkantoran dapat mencapai 70% dari konsumsi total (Lombard dk, 2007). Besarnya daya listrik yang digunakan menyebabkan perlunya suatu inovasi teknologi yang terus menerus sehingga berdampak pada penurunan biaya operasional suatu gedung. Beberapa sistem baru yang lebih efisien telah diaplikasikan pada gedung-gedung besar. Inovasi pada penggunaan refrigeran hidrokarbon yang dapat menghemat penggunaan energi listrik juga telah banyak ditawarkan. Meski demikian tawaran penggunaan hidrokarbon masih mengalami kendala pada sifatnya yang mudah terbakar.

Rekayasa sistem yang dilakukan di sistem pengkondisian udara juga dilakukan dengan berbagai cara. Semuanya bermuara untuk menghasilkan sistem yang hemat energi. Beberapa tahun terakhir ini untuk sistem pengkondisian udara rumah tangga, banyak diperkenalkan sistem AC inverter yang diklaim dapat menghemat pemakaian listrik.

Untuk pengkondisian skala besar seperti pada gedung bertingkat dan perkantoran perubahan sistem tidak banyak membantu dalam hal penghematan listrik. Hal ini disebabkan pada pengkondisian udara skala besar menggunakan sistem pendingin yang berbeda dibandingkan dengan pendingin udara rumah tangga. Sistem pengkondisian udara skala besar menggunakan sistem chiller dimana refrigeran primer akan mendinginkan refrigeran sekunder. Refrigeran sekunder kemudian bersirkulasi ke unit *Air Handling Unit* (AHU) untuk menyerap kalor dari udara yang bersirkulasi ke setiap ruangan.

Penambahan penyimpan energi termal (*thermal storage*) pada instalasi chiller membantu penghematan pemakaian listrik untuk keperluan pengkondisian udara. Berbeda dengan sistem konvensional, air yang mengalir ke chiller akan didinginkan dan kemudian disirkulasikan sebagian menuju AHU dan lainnya ke thermal storage. Di thermal storage terjadi pertukaran kalor antara bahan thermal storage dengan air dingin, sehingga mengubah fasa bahan thermal storage. Saat chiller dalam kondisi mati, AHU akan disuplai oleh air dingin yang bersumber dari thermal storage. Pada saat tersebut pemakaian listrik hanya untuk mensuplai pompa sirkulasi saja. Sehingga akan terjadi penghematan yang sangat besar dalam penggunaan energi listrik khususnya pada negara dengan sistem pembayaran energi yang berbeda antara waktu puncak dan diluar waktu puncak.

Pada penelitian ini menguji bahan thermal storage baru berbahan dasar VCO. Karena titik beku VCO berkisar 19°C maka diperlukan bahan lain untuk menurunkan titik beku VCO menjadi berkisar 7 - 12°C yang disesuaikan dengan temperature operasi system chiller. Bahan campuran tersebut dinamakan bahan penekan.

TINJAUAN PUSTAKA

Thermal Storage adalah alat penyimpanan kalor yang digunakan untuk menyimpan kelebihan energi pada saat tidak dibutuhkan dan melepaskan energi pada saat dibutuhkan. Kalor yang disimpan dapat berupa kalor sensibel, kalor laten dan kalor karena reaksi kimiawi. Berdasarkan jenis media thermal storage yang digunakan, terdapat 2 thermal storage yang biasa digunakan yaitu tangki air (water tank) dan PCM. Water Tank merupakan thermal storage yang paling sederhana dan kalor disimpan dalam bentuk kalor sensibel. Waktu diluar jam puncak sistem, thermal storage menyerap kalor sensible dan menyimpannya, kemudian kalor tersebut akan dipergunakan pada waktu jam puncak.

PCM adalah thermal storage yang menyimpan kalor dalam bentuk kalor laten. System memanfaatkan perubahan fasa bahan untuk menyimpan dan melepaskan kalor. Sebagai contoh pada system pengkondisian udara, untuk melepas kalor bahan akan berubah fasa dari cair menjadi padat, dan pada saat menyerap kalor akan berubah dari fasa padat ke fasa cair. Sistem ini memungkinkan volume thermal storage jauh lebih kecil dibandingkan dengan tangki air, hal ini disebabkan kalor laten yang dimiliki bahan lebih besar dibandingkan dengan kalor sensible.

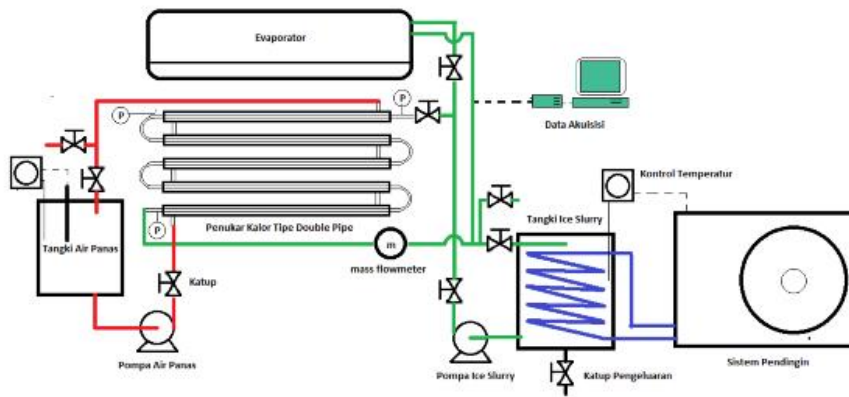
Pada penelitian ini digunakan bahan VCO sebagai bahan dasar pembuatan material penyimpan termal. Dwiyuni (2006) memberikan sifat-sifat vco yang dihasilkan dari proses pembekuan dan peleburan emulsi santan serta pengurangan kadar air minyak seperti pada Tabel 1. Hasil diperoleh setelah melalui pengujian dengan menggunakan kromotografi gas.

Tabel 1. Beberapa parameter hasil pengujian VCO (Dwiyuni, 2006)

Parameter	Nilai
Densitas relatif	0,91517
Indeks bias pada 40°C	1,4479
Kadar air (%)	0,0136
Bilangan asam	0,5772
FFA (%)	0,2966
Peroksida (meq oksigen/kg minyak)	0,69359
Warna	jernih
Persen transmisi	100
Bau dan rasa	kelapa

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan melakukan uji eksperimen VCO sebagai bahan penyimpan energy thermal pada sistem chiller untuk aplikasi pengkondisian udara. Chiller yang digunakan adalah sistem chiller skala laboratorium. Skema system yang dibangun dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema alat pengujian

Peralatan pengujian terdiri dari penukar kalor tipe double pipe, sistem pendingin, tangki pendingin, heater sebagai sumber kalor, tangki air panas, pompa sirkulasi, evaporator, mass flowmeter, kontrol temperatur, dan data akuisisi. Prinsip kerjanya adalah air didinginkan dalam tangki pada temperatur dengan range 5 – 12°C sesuai dengan temperatur pendingin sistem chiller. air kemudian ke evaporator. Thermal storage dimasukkan ke dalam tangki pendingin, VCO akan melepaskan kalor dan berubah fasa menjadi padat. Pada saat sistem pendingin sudah tidak bekerja, thermal storage akan berfungsi menyerap kalor dan berubah fasa kembali menjadi fasa cair. Pengukuran temperatur dan laju aliran fluida akan dilakukan dibeberapa titik pada penukar kalor sehingga diperoleh efek perpindahan kalor pada sistem chiller.

Jenis thermal storage yang digunakan berbentuk tabung terbuat dari pipa tembaga. Diameter tabung 1 inchi dan panjang tabung yang digunakan adalah 25 cm. Bahan campuran VCO dan penekan dimasukkan ke dalam tabung thermal storage sebanyak 80% dari volume tabung. Hal ini untuk memberikan ruang ketika volume VCO membesar selama proses pembekuan. Gambar pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.



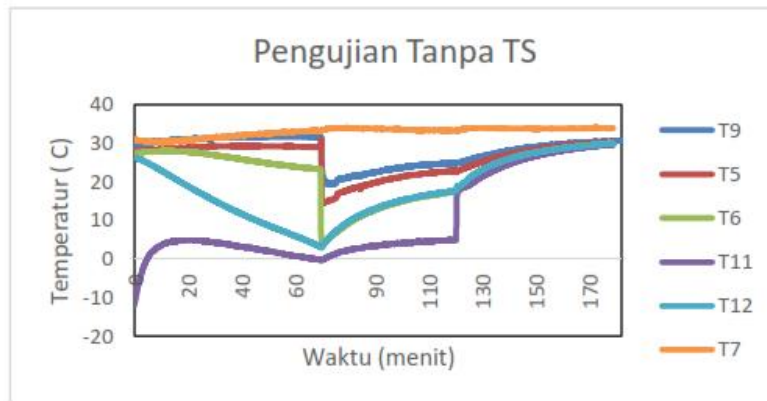
Gambar 2. Pengujian VCO sebagai bahan thermal storage

HASIL PENELITIAN

Pengujian VCO sebagai bahan penyimpan energy termal dilakukan dengan dua tahap uji. Pertama dengan menguji sistem chiller dengan menggunakan air dingin biasa, dan yang kedua dengan menguji sistem chiller yang telah menggunakan penyimpan energy termal. Hasil dari kedua pengujian tersebut akan dibandingkan untuk mengetahui kemampuan VCO sebagai bahan penyimpan energy termal.

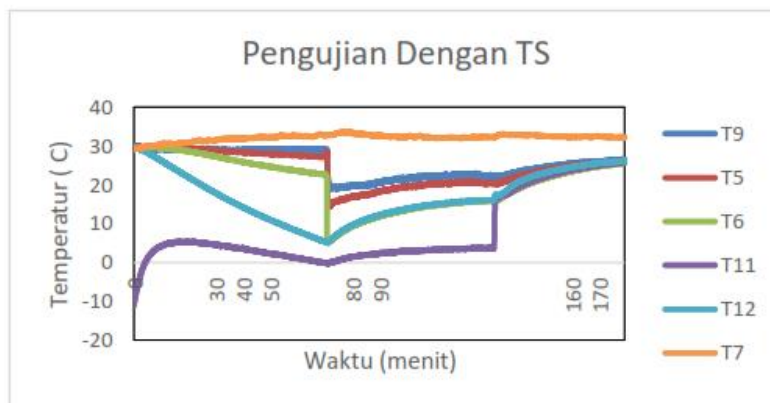
Pada uji pertama, sistem pendingin dihidupkan untuk mendinginkan temperature air dalam tangki hingga mencapai temperature 3°C, setelah tercapai air dingin dari tangki kemudian dialirkan melalui evaporator berpendingin udara hingga kondisi tunak tercapai. Pengujian kemudian dilanjutkan dengan mematikan sistem pendingin hingga temperature air yang bersirkulasi mencapai temperature ruang.

Hasil pengujian tahap pertama diperlihatkan pada Gambar 3. Temperatur udara yang keluar dari evaporator awalnya 19°C kemudian terus meningkat sampai keadaan tunak tercapai pada temperature 24°C. Pengujian kemudian dilanjutkan dengan mematikan sistem pendingin sehingga proses pendinginan yang keluar dari evaporator memanfaatkan kalor sensible yang masih tersedia dari air. Temperature ruang kembali diperoleh setelah 43,5 menit waktu uji.



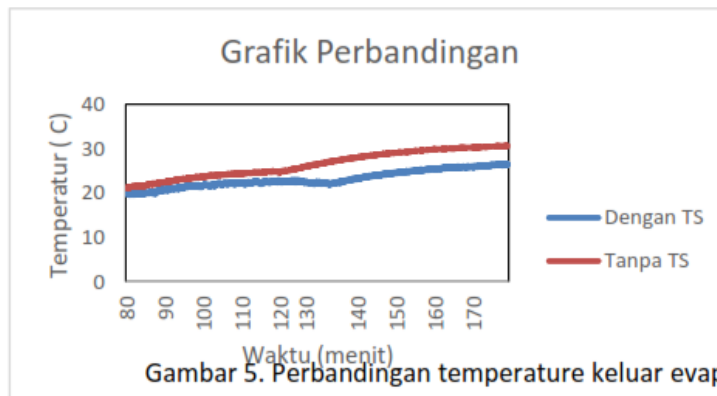
Gambar 3. Hasil pengujian tanpa penyimpanan termal

Pada uji kedua, chiller dihidupkan dengan memasukkan penyimpan termal berisi campuran VCO dan penekan ke dalam tangki air dingin. Pengujian dilaksanakan seperti dengan tahap uji pertama. Hasil pengujian pada dengan menggunakan penyimpan energy termal dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil pengujian dengan penyimpan termal

Temperatur udara yang keluar dari evaporator awalnya 19°C kemudian terus meningkat sampai keadaan tunak tercapai pada temperature 22°C. Pengujian kemudian dilanjutkan dengan mematikan sistem pendingin sehingga proses pendinginan yang keluar dari evaporator memanfaatkan kalor sensible yang masih tersedia dari air. Hasil pengujian antara dengan menggunakan penyimpan termal dan tanpa penyimpan termal menunjukkan perbedaan yang berarti. Hal ini dapat dilihat dari perbandingan grafik temperature udara keluar evaporator pada Gambar 5.



Dengan menggunakan penyimpan termal maka temperature udara keluar evaporator akan lebih rendah dibandingkan tanpa menggunakan penyimpan termal. Dengan menggunakan penyimpan termal VCO dan penekan sebanyak 500 gr maka waktu yang bisa dilayani oleh chiller dibandingkan dengan sistem tanpa penyimpan termal adalah 22 menit.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa potensi penggunaan VCO sebagai penyimpan energy termal pada sistem pengkondisian udara. Titik beku VCO yang berada pada kisaran 19°C dapat diturunkan pada temperatur 7 - 12°C dengan penggunaan bahan penekan yang sesuai. Selain itu hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu yang dapat dilayani oleh chiller dengan menggunakan penyimpan termal dibandingkan dengan sistem tanpa penyimpan termal adalah 22 menit.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih diberikan kepada DIKTI yang telah membiayai kegiatan penelitian ini melalui Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Universitas Negeri Makassar Tahun Anggaran 2014.

REFERANSI

1. Bellas, I., Tassaou, S.A., 2005, Present and future application of ice slurry, International Journal of Refrigeration 28, pp. 115-121.
2. Dwiyuni, M., 2006, Kajian Sifat Fisiko Kimia Ekstraksi Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil, VCO) Dengan Metode Pembekuan Krim Santan, Fakultas Teknologi Pertanian Bogor.
3. Knodel, B.D., France, D.M., Choi, U.S., Wambsganss, M.W., 2000, Heat transfer and pressure drops in ice slurry, Applied Thermal engineering 20, pp. 671-685.
4. Lombard, L.P, Ortiz J., Pout C., 2007, A review on buildings energy consumption information, Energy and Building, pp 1-5.