

## UNJUK KERJA MESIN PENDINGIN KOMPRESI UAP PADA BEBERAPA VARIASI SUPERHEATING DAN SUBCOOLING

Mega Nur Sasongko

<sup>1</sup>Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Jalan M.T Haryono 167 Malang

Telp. 0341-587710

E-mail: megasasongko@ub.ac.id

### Abstract

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan unjuk kerja mesin pendingin dengan jalan melakukan modifikasi terhadap titik subcooling dan superheating. Subcooling bertujuan agar temperatur refrigeran masuk evaporator semakin rendah, sedangkan superheating bertujuan agar temperatur refrigeran keluar evaporator semakin tinggi. Alat penelitian yang digunakan adalah instalasi mesin A.C Bench P.A Hilton. Ltd. dengan refrigeran R-22. Tingkat superheating divariasikan dalam tiga variasi yaitu 7,79 °C; 8,15 °C; 8,65 °C dan tingkat subcooling divariasikan dalam 5 °C; 6 °C; dan 7 °C. Pembebanan heater dan boiler pada evaporator sebagai variabel terkontrol sebesar 2 [kW].

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar tingkat superheating dan subcooling akan meningkatkan nilai unjuk kerja dari suatu instalasi AC. Nilai unjuk kerja terbesar pada penelitian ini terdapat pada variasi tingkat superheating 8,65 °C dan tingkat subcooling 7°C. Nilai terbesar yang diperoleh dari unjuk kerja efek refrigerasi, kerja kompresi, dan COP berturut – turut secara teoritis dan aktual adalah: 179,5 [kJ/kg] ; 190,05 [kJ/kg]; 25 [kJ/kg]; 31,25 [kJ/kg]; 7,18; dan 6,06

**Keywords:** unjuk kerja AC, subcooling, superheating.

### PENDAHULUAN

Salah satu cara untuk meningkatkan unjuk kerja mesin pendingin adalah kita dapat melakukan modifikasi. Modifikasi yang bisa dilakukan adalah modifikasi siklus seperti superheating dan subcooling [1,2]. Superheating adalah proses pemanasan kembali yang mengakibatkan temperatur refrigeran pada saat keluar evaporator meningkat di atas temperatur uap jenuh, sehingga refrigeran berubah fase dari uap jenuh kering menjadi uap panas lanjut sebelum masuk kompresor. Alat untuk mendapatkan kondisi superheating disebut superheater. Sedangkan subcooling adalah kondisi dimana refrigeran cair lebih dingin dari temperatur minimum, sehingga temperatur refrigeran yang keluar dari kondensor akan lebih rendah [3] Alat untuk mendapatkan kondisi subcooling disebut supercooling.

Para konsumen AC pasti menginginkan kondisi ruangan yang sejuk dan nyaman ketika mereka berada di dalam lingkungannya. Oleh karena itu di butuhkan AC yang mampu memberikan kinerja yang optimal. Pada penelitian ini menggunakan instalasi yaitu AC

Bench. Instalasi ini adalah jenis dari mesin pendingin kompresi uap, untuk itu hasil dari penelitian ini berlaku juga untuk unjuk kerja dari freezer, cold storage, AC mobil dan lain-lain. Kinerja suatu AC bisa kita nilai dari unjuk kerjanya.

Dalam upaya untuk memperoleh kinerja AC yang maksimal tersebut, ada beberapa hal yang patut diperhatikan antara lain superheating dan subcooling. Dengan memvariasikan tingkat superheating dan subcooling, maka kita bisa mengetahui tingkat superheating dan penambahan subcooling mana yang memberikan koefisien prestasi paling tinggi.

### METODOLOGI PENELITIAN

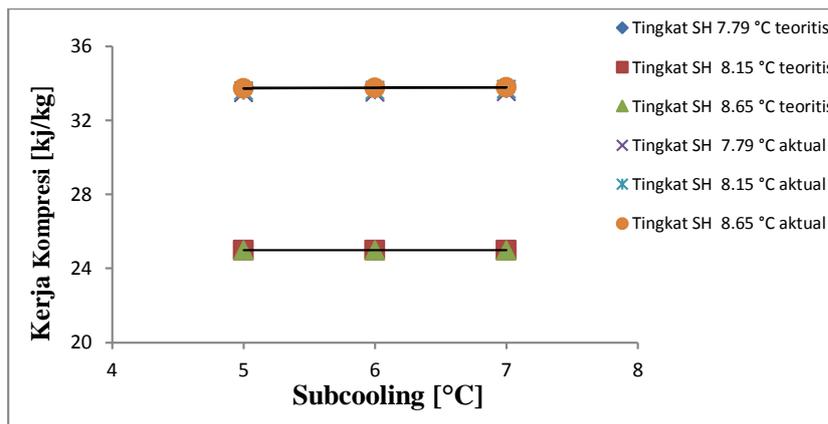
Penelitian tentang unjuk kerja mesin pendingin dilakukan pada instalasi AC test Bench seperti terlihat pada Gambar 1. Sistem AC yang digunakan adalah sistem mesin pendingin siklus kompresi uap dengan refrigeran R-22. Tingkat superheating divariasikan dalam tiga variasi yaitu 7,79 °C; 8,15 °C; 8,65 °C dan tingkat subcooling divariasikan dalam 5 °C; 6 °C; dan 7 °C.

Pembebanan heater dan boiler pada evaporator sebagai variabel terkontrol sebesar 2 [kW]. Unjuk kerja mesin pendingin yang diteliti adalah kerja kompresi, efek refrigerasi dan koefisien performance dari sistem mesin pendingin. Data hasil penelitian berupa tekanan dan temperatur selanjutnya diplot pada diagram P-h untuk refrigeran Freon-22.

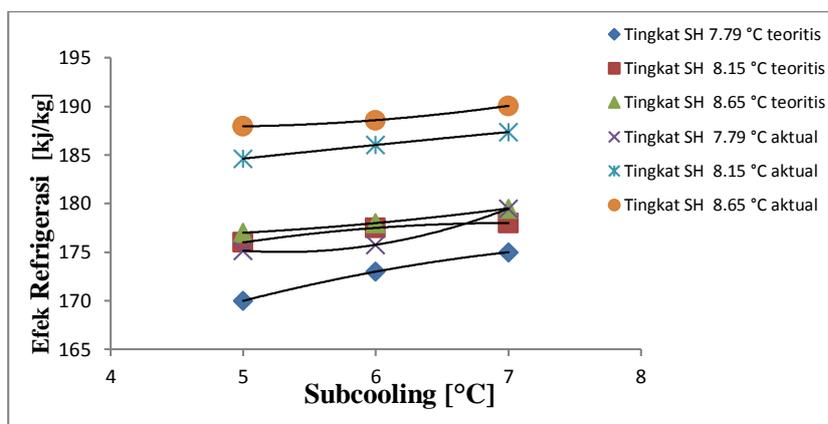
Dari pembacaan ini diketahui besarnya harga entalpi pada setiap titik yaitu sebelum masuk kompresor, setelah keluar kompresor, setelah masuk dan keluar katuk ekspansi. Harga entalpi ini selanjutnya sebagai dasar untuk menghitung efek refrigerasi, kerja kompresi, dan koefisien prestasi.



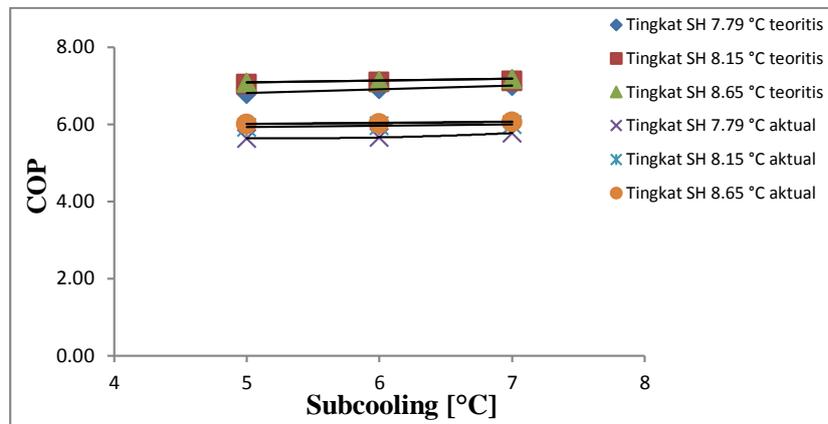
Gambar 1. Instalasi AC Bench



Gambar 2. Grafik Variasi Tingkat Subcooling terhadap Kerja Kompresi



Gambar 3. Grafik Variasi Tingkat Subcooling terhadap efek refrigerasi



Gambar 4. Grafik Variasi Tingkat Subcooling terhadap COP

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembahasan Grafik

Gambar 2 diatas menunjukkan grafik hubungan antara tingkat subcooling dan superheating terhadap kerja kompresi teoritis dan aktual pada mesin pendingin dengan variasi tingkat superheating 7,79 °C, 8,15 °C, 8,65 °C dan variasi tingkat subcooling 5 °C, 6 °C, 7 °C pada putaran blower tetap yaitu 500 [rpm]. Pada grafik kerja kompresi teoritis mulai dari variasi tingkat superheating 7,79 °C, 8,15 °C, dan 8,65 °C disertai dengan variasi tingkat subcooling mulai dari 5 °C, 6 °C, dan 7 °C menunjukkan adanya kecenderungan konstan. Pada variasi tingkat superheating 7,79 °C dan variasi tingkat subcooling 5 °C didapatkan nilai dari kerja kompresi sebesar 25 [kJ/kg], begitu pula pada variasi tingkat superheating 8,15 °C, 8,65 °C dan variasi tingkat subcooling 6 °C, 7 °C memiliki nilai kerja kompresi yang sama yaitu sebesar 25 [kJ/kg]. Secara teoritis, kerja kompresi hanya dipengaruhi oleh selisih nilai entalpi masuk kompresor dan keluar kompresor, sehingga kerja kompresi lebih dipengaruhi oleh variasi tingkat superheating dan tidak berhubungan dengan variasi tingkat subcooling [4].

Semakin besar tingkat superheating akan mengakibatkan temperatur refrigeran keluar evaporator akan semakin tinggi ( $h_1$ ), dengan bertambahnya nilai  $h_1$  akan menyebabkan nilai  $h_2$  juga bertambah. Tetapi peningkatan nilai entalpi pada proses ini bernilai konstan, hal ini yang menyebabkan nilai dari kerja kompresi menjadi konstan.

Sedangkan nilai dari kerja kompresi aktual berbeda dengan kerja kompresi teoritis. Pada grafik kerja kompresi aktual mulai dari variasi tingkat superheating 7,79 °C, 8,15 °C dan 8,65 °C disertai dengan variasi tingkat subcooling mulai dari 5 °C, 6 °C dan 7 °C menunjukkan adanya kecenderungan meningkat. Semakin besar tingkat subcooling, temperatur refrigeran masuk evaporator akan semakin kecil. Semakin besar tingkat superheating maka akan semakin membebani evaporator. Pembebanan berlebih pada evaporator akan menyebabkan temperatur refrigeran dan tekanan refrigeran masuk kompresor meningkat sehingga kerja kompresi yang dibutuhkan semakin besar dikarenakan temperatur dan tekanan refrigeran yang tinggi. Untuk tingkat superheating 7,79 °C dan tingkat subcooling 5 °C kerja kompresi yang didapat sebesar 31,05 [kJ/kg]. Kerja kompresi aktual cenderung mengalami penurunan sampai tingkat superheating 8,65 °C dan subcooling 7 °C.

Gambar 3 diatas menunjukkan grafik hubungan antara tingkat superheating dan subcooling terhadap Efek Refrigerasi teoritis dan aktual pada mesin pendingin dengan variasi tingkat superheating 7,79 °C, 8,15 °C, 8,65 °C dan variasi tingkat subcooling 5 °C, 6 °C, 7 °C pada putaran blower tetap yaitu 500 [rpm]. Pada grafik efek refrigerasi teoritis mulai dari variasi tingkat superheating 7,79 °C, 8,15 °C, dan 8,65 °C disertai dengan variasi tingkat subcooling mulai dari 5 °C, 6 °C, dan 7 °C menunjukkan adanya kecenderungan meningkat. Semakin besar tingkat

superheating dan subcooling, maka semakin besar pula nilai efek refrigerasi. Hal ini disebabkan karena semakin besar tingkat subcooling, maka semakin rendah temperatur refrigeran pada saat masuk evaporator, dan semakin besar tingkat superheating maka semakin tinggi temperatur refrigeran pada saat keluar evaporator sehingga penyerapan kalor yang terjadi pada saat refrigerant masuk evaporator akan semakin tinggi dan mengakibatkan nilai dari entalpi meningkat.

Dengan adanya peningkatan subcooling, maka besarnya nilai entalpi refrigeran pada saat masuk evaporator ( $h_4$ ) akan semakin kecil dan dengan adanya peningkatan superheating, maka besarnya nilai entalpi refrigeran pada saat keluar evaporator akan semakin tinggi ( $h_1$ ) sehingga mengakibatkan  $\Delta h$  semakin besar yang menyebabkan nilai efek refrigerasi semakin meningkat.

Untuk efek refrigerasi aktual mulai dari variasi tingkat superheating 7,79 °C, 8,15 °C, dan 8,65 °C disertai dengan variasi tingkat subcooling mulai dari 5 °C, 6°C, dan 7 °C menunjukkan adanya kecenderungan meningkat pada grafik. Semakin besar tingkat superheating dan subcooling, maka semakin besar pula nilai efek refrigerasi. Semakin besar tingkat subcooling akan mengakibatkan temperatur refrigeran masuk evaporator semakin rendah, semakin besar tingkat superheating akan mengakibatkan temperatur refrigeran keluar evaporator semakin tinggi dan nilai dari kapasitas pendinginan akan semakin meningkat. Hal ini yang menyebabkan nilai dari efek refrigerasi menjadi semakin meningkat.

Gambar 4 diatas menunjukkan grafik hubungan antara tingkat subcooling terhadap COP teoritis dan aktual pada mesin pendingin dengan variasi tingkat superheating 7,79 °C, 8,15 °C, 8,65 °C dan variasi tingkat subcooling 5 °C, 6 °C, 7 °C pada putaran blower tetap yaitu 500 [rpm]. Pada grafik COP teoritis mulai dari variasi tingkat superheating 7,79 °C, 8,15 °C dan 8,65 °C disertai dengan variasi tingkat subcooling mulai dari 5 °C, 6°C dan 7 °C menunjukkan adanya kecenderungan meningkat. Semakin besar tingkat superheating dan subcooling, maka semakin besar pula nilai COP. Hal ini disebabkan karena semakin besar tingkat subcooling,

maka semakin rendah temperatur refrigerant pada saat masuk evaporator dan semakin besar tingkat superheating, maka semakin tinggi temperatur refrigeran pada saat keluar evaporator. Untuk tingkat superheating 7,79 °C dan tingkat subcooling 5 °C COP yang didapat sebesar 6,80. COP ini akan cenderung mengalami peningkatan sampai tingkat superheating 8,65 °C dan tingkat subcooling 7 °C.

Dengan adanya peningkatan subcooling, maka besarnya nilai entalpi refrigeran pada saat masuk evaporator ( $h_4$ ) akan semakin kecil dan dengan adanya peningkatan superheating, maka besarnya nilai entalpi refrigeran pada saat keluar evaporator akan semakin tinggi ( $h_1$ ), begitu pula pada entalpi refrigeran keluar kompresor ( $h_2$ ) yang semakin tinggi. Hal ini mengakibatkan nilai dari  $\Delta h$  akan semakin besar dan berdampak pada nilai COP yang semakin tinggi.

Untuk COP aktual mulai dari variasi tingkat superheating 7,79 °C, 8,15 °C, dan 8,65 °C disertai dengan variasi tingkat subcooling mulai dari 5 °C, 6°C, dan 7 °C menunjukkan adanya kecenderungan meningkat pada grafik. Semakin besar tingkat superheating dan subcooling, maka semakin besar pula nilai COP. Hal ini disebabkan karena semakin besar tingkat superheating dan subcooling, maka temperatur refrigeran keluar evaporator akan semakin tinggi. Semakin besar tingkat superheating dan subcooling, akan mengakibatkan nilai dari kapasitas refrigerasi akan semakin meningkat. Meningkatnya kapasitas refrigerasi mengakibatkan semakin besar nilai dari efek refrigerasi dan berdampak pada nilai COP yang semakin tinggi. Untuk tingkat superheating 7,79 °C dan tingkat subcooling 5 °C COP yang didapat sebesar 5,22. COP ini akan cenderung mengalami peningkatan sampai tingkat superheating 8,65 °C dan tingkat subcooling 7 °C.

## KESIMPULAN

Hasil dari penelitian pengaruh superheating dan subcooling terhadap unjuk kerja instalasi AC adalah:

1. Kerja kompresi teoritis cenderung konstan dan dipengaruhi oleh superheating dan subcooling. Kerja kompresi aktual mengalami

peningkatan dan dipengaruhi oleh superheating dan subcooling

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Lendy, 2011, *Pengaruh Variasi Tingkat Superheating pada Evaporator terhadap Unjuk Kerja Instalasi AC*, Universitas Brawijaya, Malang
- [2] Syaiful, 2005, *Unjuk Kerja Sistem Air-Cooled Chiller dengan Evaporator Jenis Spiral Menggunakan Refrigeran HCR-22*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [3] Stoecker, W. F. & Jones, J. W, 1992, *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*, Terj. Supratman Hara, Erlangga, Jakarta.
- [4] Yuniarto, Bambang, 2005, *Pengaruh Perubahan Temperatur Evaporator terhadap Prestasi Air Cooled Chiller, dengan Refrigeran R-134a, Pada Temperatur Kondensor*, Universitas Diponegoro, Semarang.