

ANALISA PERUBAHAN SUHU DAN ZAT PADA SISTEM AIR CONDITIONER (AC) HD 785 BERDASARKAN ILMU TERMODINAMIKA

(1) Humaidi, (2) Gusti Rusydi Furqon Syahrillah

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB

Jl. Adhiyaksa No. 2 Kayu Tangi, Banjarmasin

Email: rani_rusdi@yahoo.com

ABSTRAK

Air conditioner (AC) HD 785 adalah mesin pendingin yang menggunakan sistem kompresi uap sehingga terjadi perubahan panas dan tekanan, dalam sistem ini menggunakan bahan pendingin (*refrigerant*) yang bersirkulasi menyerap panas dan melepas panas, serta terjadi perubahan dari tekanan rendah ke tekanan tinggi. Sirkulasi tersebut berulang secara terus-menerus dan jumlah *refrigerant* yang digunakan tetap dan hanya bentuk dari *refrigerant* saja yang berubah.

Subjek penelitian ini adalah HD 785 yang merupakan alat berat pertambangan. Sedangkan untuk objek penelitian ini terdapat pada sistem pendingin air conditioner (AC) pada kabin operator yang mempunyai karakteristik yang unik, *vibration*, *shock-loading*, *operator changes*, panas dari *engine* serta kondisi-kondisi lainnya yang mempengaruhi desain dan masalah pada sistem air conditioner (AC).

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi putaran kompresor maka COP akan menurun, meningkatnya putaran kompresor menyebabkan temperatur dan tekanan *refrigerant* yang keluar kompresor akan semakin meningkat, sehingga kerja kompresi yang dilakukan juga semakin besar. Hal ini berkebalikan dengan temperatur dan tekanan *refrigerant* yang masuk ke evaporator. Temperatur dan tekanan *refrigerant* yang masuk evaporator akan semakin rendah dengan meningkatnya putaran kompresor, hal ini menyebabkan efek refrigrasi yang dihasilkan semakin rendah, sehingga akan menurunkan nilai COP.

Kata Kunci : Pengkondisian udara, *refrigerant*, *evaporator*

PENDAHULUAN

Termodinamika adalah cabang ilmu fisika yang mempelajari tentang energi dan berbagai pemanfaatannya (terutama energi panas) dan proses transformasinya. Pada hakikatnya termodinamika sangat berperan penting dalam proses pengkondisian udara yang dianut oleh sistem pendingin Pada *air conditioner* (AC). Maka dari itu pada kesempatan ini penulis akan membahas termodinamika pada bagian mesin pendingin. Clausius menyatakan bahwa

“tidaklah mungkin memindahkan kalor pada suhu rendah ke tandon bersuhu tinggi tanpa dilakukan usaha” perumusan clausius sehubungan dengan refrigrasi (mesin pendingin) yaitu untuk memindah kalor dari dalam refrigrasi yang bersuhu rendah keluar refrigrasi yang bersuhu tinggi.

Aplikasi mesin *refrigrasi* meliputi bidang yang sangat luas, mulai dari keperluan rumah tangga, pertanian, industri otomotif, dunia pertambangan, dan sebagainya, mesin *refrigrasi* yang paling banyak digunakan

untuk saat ini adalah mesin *refrigerasi* siklus kompresi uap.

Dalam dunia pertambangan mesin *refrigerasi* mempunyai peranan yang sangat penting dalam menciptakan kondisi yang aman nyaman saat mengemudikan alat berat pertambangan khususnya HD 785 sebagai alat pengangkut material. Kondisi udara tropis di Indonesia yang umumnya mempunyai temperatur dan kelembaban tinggi, dan kondisi udara pada area pertambangan menjadikan keberadaan *air conditioner* (AC) sebagai suatu keharusan. Fluida atau bahan pendingin yang digunakan pada sistem *air conditioner* (AC) HD 785 adalah R-134a yang ramah lingkungan sehingga tidak merusak lapisan ozon.

Pada instalasi *air conditioner* (AC) HD 785, puli poros kompresor dihubungkan dengan puli *cranks engine* yang dihubungkan oleh mekanisme sabuk atau *V-belt*. Kecepatan putar kompresor berubah-ubah mengikuti kecepatan putar pada *engine*. Karena selama ini didalam buku panduan (*Shop Manual*) belum ada petunjuk atau standarisasi untuk perubahan *fase* disetiap siklus yang terjadi pada mesin *air conditioner* (AC), unjuk kerja *refrigerasi* dalam sistem *air conditioner* (AC) HD 785 dalam aspek mekanis yang salah satunya dengan variasi putaran kompresor.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Komunikasi Kooperatif

Air conditioner (AC) pada HD 785 digunakan untuk mengkondisikan udara didalam kabin operator, sehingga sangat besar pengaruhnya terhadap kenyamanan pengendaranya (operator), karena HD 785 termasuk dalam golongan kendaraan tambambang dan konstruksi mempunyai karakteristik yang unik, vibration, shock-loading, operator *changes* dan kondisi yang lain, yang akan mempengaruhi perbedaan

design dan masalah instalasi dari sistem *air conditioner* (AC). Kabin yang kuat, insolation dan isolasi terhadap sumber panas sangat penting untuk efisiensi dari sistem *air conditioner* (AC).

Perpindahan kalor secara konduksi dapat dirumuskan sebagai persamaan lanjut umum untuk perpindahan kalor konduksi atau sering dikenal dengan hukum fourier seperti pada persamaan

$$Q = -kA \frac{\Delta T}{L}$$

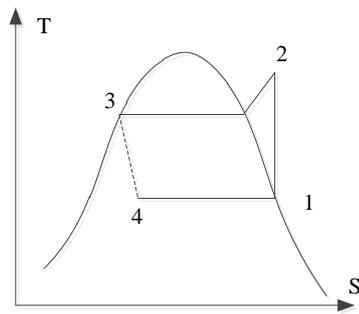
Pada persamaan)

- Q : laju perpindahan panas (watt)
- k : konduktifitas thermal bahan ($W/m^{\circ}C$)
- L : tebal dinding (m)
- ΔT : perbedaan temperatur ($^{\circ}C$)
- A : luas dinding (m)

Pada persamaan diatas bahwa laju perpindahan kalor bernilai minus (-) karena kalor akan selalu berpindah ketemperatur yang lebih rendah.

Apabila daur carnot diterapkan pada kompresi uap, maka seluruh proses akan terjadi dalam *fasa* campuran. Untuk itu *fluida* kerja yang masuk kompresor diusahakan tidak berupa campuran, yang tujuannya mencegah kerusakan.

Pada daur carnot ekspansi *isentropic* terjadi pada turbin, daya yang dihasilkan digunakan untuk menggerakkan kompresor. Dalam hal ini mengalami suatu kesulitan teknis, maka untuk memperbaikinya digunakan katup ekspansi atau pipa kapiler dengan demikian proses berlangsung pada *entalpi* konstan.



Gambar 1 Daur Carnot Ideal
(W.F. Stoeckr & J.W. Jones, 1996)

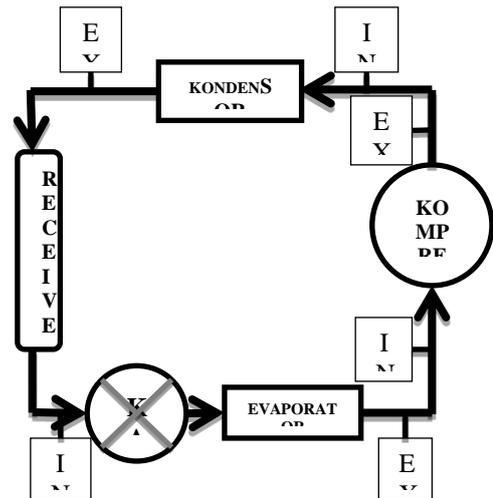
Dimana :

- 1-2 : kompresi *adiabatic* dan *reversible*, dari uap jenuh menuju tekanan konstan
- 2-3 : pelepasan kalor *reversible* pada tekanan konstan, menyebabkan penurunan panas lanjut dan pengembunan *refrigerant*.
- 3-4 : ekspansi *irreversible* pada *entalpi* konstan, dari cairan jenuh menuju tekanan evaporator.
- 4-1 : penambahan kalor *reversible* pada tekanan tetap yang menyebabkan penguapan menuju uap jenuh.

METODE PENELITIAN

Subjek penelitian ini adalah HD 785 yang merupakan alat berat pertambangan. Sedangkan untuk objek penelitian ini terdapat pada system pendingin *air conditioner* (AC) pada kabin operator yang mempunyai karakteristik yang unik, *vibration, shock-loading, operator changes*, panas dari *engine* serta kondisi-kondisi lainnya yang mempengaruhi desain dan masalah pada sistem *air conditioner* (AC). Pengukuran dilakukan pada saat idle position

Pembahasan



Dalam proses penelitian perubahan suhu dan zat pada sistem *air conditioner* (AC) HD 785 yang berdasarkan ilmu termodinamika ini. Penulis melakukan beberapa tahapan diantaranya :

1. Proses Pengukuran Tekanan

Dalam proses pengukuran tekanan, penulis melakukan pengukuran tekanan pada saluran masuk kompresor dan pada saluran keluar kompresor dengan menggunakan variasi putaran kompresor yang sama dengan putaran *engine* unit karena terhubung oleh *V-belt* sebagai penerus gerak putaran *engine* ke kompresor *air conditioner* (AC). Variasi putaran : 1000 rpm, 1200 rpm, 1500 rpm, 1700 rpm, 2000 rpm. Dan memperoleh hasil sebagai mana tabel berikut :

Tabel 4.1 Pengukuran Tekanan

No	Putaran Engine (rpm)	Tekanan Kompresor (psi)		Tekanan Kondensor (psi)		Tekanan Evaporatur (psi)	
		In	Out	In	Out	In	Out
1	1000	36	225	220	200	195	38
2	1200	34	225	220	200	195	36
3	1500	29	230	225	205	203	30
4	1700	24	230	225	210	205	29
5	2000	22	235	230	210	210	25

(Sumber : Data Primer, Hasil Pengolahan)

Proses Pengukuran Suhu

Pada proses pengukuran suhu. Penulis melakukan pengukuran suhu pada kompresor yaitu pada pipa saluran masuk dan pipa saluran keluar. Pada suhu kondensor yaitu pada pipa saluran masuk dan pipa saluran keluar. Pada evaporator juga dilakukan pada pipa saluran masuk dan pipa saluran keluar. Dan pengukuran itu dilakukan dengan variasi putaran kompresor yaitu pada putaran 1000 rpm 1200 rpm 1500 rpm 1700 rpm 2000 rpm. Dengan hasil sebagai mana table berikut :

No	Putaran Engine (rpm)	Suhu (°C) Kompresor		Suhu (°C) Kondensor		Suhu (°C) Evaporatur	
		In	Out	In	Out	In	Out
1	1000	22	50	46	28	9	20
2	1200	21	60	55	29	11	19
3	1500	18	62	55	32	13	16
4	1700	17	66	61	33	15	14
5	2000	15	68	62	34	16	12

Tabel 4.2 Pengukuran Suhu (Sumber : Data Primer, Hasil Pengolahan)

Menggambarkan P-h diagram

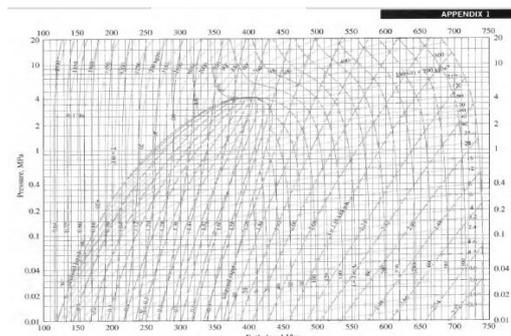
P-h diagram mempunyai fungsi untuk menggambarkan siklus kompresi uap mesin pendingin. Dengan P-h diagram dapat diketahui nilai entalpi setiap titik yang diteliti, suhu kondensor (T_c), suhu evaporator (T_e), dan suhu keluar dari kompresor (T_{2s}). Dari data suhu dan tekanan yang diperoleh dan menggambarkan diagram P-h dapat ditentukan besarnya entalpi (h). Pada penelitian ini digunakan diagram P-h R-134a. Besarnya entalpi disetiap putaran engine rpm disajikan pada table berikut :

Tabel 4.3 Nilai Entalpi dan Entropi Dalam Satuan (kJ/kg)

Putaran engine (rpm)	$h_1 (h_g)$ kJ/kg	$h_2 (h_g)$ kJ/kg	$h_3 (h_f)$ kJ/kg	$h_4 (h_f)$ kJ/kg	$h_{2s} (h)$ kJ/kg
1000	259,405	272,46	88,61	88,61	274,435
1200	258,882	275,99	90,05	90,05	278,25
1500	257,29	276,47	94,39	94,39	278,25
1700	256,755	277,454	95,85	95,85	284,765
2000	255,67	277,942	97,31	97,31	284,765

(Sumber : Data Primer, Hasil Pengolahan)

Menentukan harga h bias dilihat dari tabel temperatur R-134a, untuk harga h_1 dan harga h_2 bisa dilihat dari tabel temperatur pada entalpi uap jenuh dan untuk harga h_{2s} bias di lihat pada entropi uap jenuh lalu dikombinasi pada tabel superheat untuk menentukan entropi pada tabel superheat. Setelah semua harga entalpi diketahui maka diagram P-h digambarkan.



KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi Rpm engine untuk memutar kompresor maka COP akan menurun, meningkatnya Rpm engine untuk memutar kompresor menyebabkan temperature dan tekanan refrigerant yang keluar kompresor akan semakin meningkat, sehingga kerja kompresi yang dilakukan juga semakin besar. Hal ini berkebalikan dengan temperatur dan tekanan refrigerant yang masuk ke

evaporator. *Temperature* dan tekanan *refrigerant* yang masuk evaporator akan semakin rendah dengan meningkat putaran kompresor, hal ini menyebabkan efek *refrigrasi* yang dihasilkan semakin rendah, sehingga akan menurunkan nilai COP.

REFERENSI

- [1] Tim instruktur, 2010. *Handbook Maintenance Komatsu Dump Truck HD 785-7*. PT. BUMA: Balikpapan
- [2] Tim instruktur, 2013. *Handbook Training Air Conditioner*. Balikpapan: PT. BUMA
- [3] Tim instruktur, 2013. *Handbook Training Preventive Maintenance Komatsu Dump Truck HD 785-7*. PT. UT: Jakarta.
- [4] Potter, Merle dan Craig Somerton, 2008. *Termodinamika Teknik Edisi Kedua*. Erlangga: Jakarta
- [5] Stoecker dan Jerold Jones, 1982. *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*. Erlangga: Jakarta.
- [6] Soekardi, Chandrasa, 2014. *Termodinamika Dasar Mesin Konversi Energi*. Andi Offset: Jakarta.