

ISSN 1907-5995



PROSIDING SEMINAR NASIONAL

KE-7 TAHUN 2012

Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi



*Inovasi Teknologi dan Informasi
untuk Optimalisasi Energi*



PT PLN (Persero)



STTNAS Yogyakarta, Sabtu 15 Desember 2012



**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL
KE 7 Tahun 2012**

**Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi
Inovasi Teknologi dan Informasi untuk
Optimalisasi Energi**

**SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL
YOGYAKARTA**

SUSUNAN PANITIA

Penanggung Jawab	:	Ketua STTNAS
Pengarah	:	Pembantu Ketua
KetuaPelaksana	:	Ir. Harianto, MT.
Sekretaris Pelaksana Staff Sekretariat	:	Ir. Eka Yawara, MT. 1. Sri Harjanti 2. Sunah
BendaharaPelaksana	:	Drs. Sukapdi
SeksiMakalah Koordinator	:	Dr. Hill. Gendoet Hartono, ST., MT.
Teknik Mesin	:	Dr. Ratna Kartikasari, ST, MT.
Teknik Elektro	:	Tugino, ST, MT.
Teknik Sipil	:	Drs. H. Triwuryanto, MT.
Teknik Geologi	:	Dr. Ir. Ev. Budiadi, MS.
Teknik PWK	:	Drs. Achmad Wismoro, ST, MT.
Teknik Pertambangan	:	Ir. Ag. Isjudarto, MT.
Seksi Proseeding	:	1. Ir. Muhammad Abdulkadir, MT. 2. Djoko Purwanto, ST.
Seksi Acara	:	Sigit Budi Hartono, ST, MT.
Seksi Publikasi, Dokumentasi	:	1. ArisWarsita, ST, MT. 2. Ferry Okto Satriya, ST. 3. Ign. Purwanto 4. H. Andiyanto, Amd.
Sponsor	:	1. Ir. Nizàm Effendi 2. Sulaiman Tampubolon, ST.

<i>Somawardi, Yuliyanto</i>	335
16. Studi Eksperimental Mesin Refrigerasi Sistem Absorpsi (H ₂ O-LiBr) yang Memanfaatkan Dua Sumber Air Panas Dengan Temperatur Berbeda <i>R. Kiay Demak, Suhanan, Prajitno</i>	341
17. Peningkatan Kualitas Pelayanan Dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment Dan Diagram Kartesius (Studi kasus : BMT DRI Muamalat Talang) <i>Saufik Luthfianto, Siswiyanti, Imam Aji Pranomo</i>	347
18. Rancangan Strategi Pemasaran Dengan Menggunakan Metode SWOT dan AHP (Analitical Hierarchy Proses) untuk Meningkatkan Volume Penjualan <i>Siswiyanti, M.Fajar Nurwildani, Faizal Ali</i>	353
19. Pengaruh Penambahan XXL Fuel Booster terhadap Unjuk Kerja Mesin Sepeda Motor <i>Muhammad Abdulkadir, Harianto</i>	359
20. Penelitian Rekayasa Kompor Wajan Listrik Batik Cap <i>Suharyanto</i>	365
21. Rancang Bangun Mesin Irat Bambu Untuk Industri Kecil Dan Menengah (IKM) <i>Suharyanto</i>	372
22. Kualitas Repair Welding Dengan Metode TIG Pada Cast Wheel Aluminium <i>Budi Harjanto, Suharno, Yuyun Estriyanto</i>	377
23. Pengaruh Variasi Waktu Solution Heat Treatment dan Suhu Aging Perlakuan Panas T6 Pada Centrifugal Casting 400 Rpm Dengan Grain Refiner Al-TiB 7,5% Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Paduan Aluminium Cor A356 Velg Sepeda Motor <i>Yulfitra, Priyo Tri Iswanto</i>	380
24. Kualitas Layanan Sistem Rantai Pasok Sistem Distribusi Ikan Hasil Ukm Petani Ikan dengan Metode Physical Distribution Service Quality (PDSQ) <i>Wiwik Sulistiyowati, Verani Hartati, Hana Catur, Didik Hariyanto</i>	386
25. Pemanfaatan Limbah Arang untuk Pembuatan Arang Briket Pengrajin Arang di Desa Mantup Lamongan <i>Hadi Santosa, Setiyadi</i>	391
26. Pengaruh Parameter Kecepatan Pemakanan Terhadap Getaran Mesin Perkakas Pada Proses Up Milling Dan Down Milling Menggunakan Mesin Frais Universal Knuth UFM 2 <i>Romiyadi, Emon Azriadi</i>	396
27. Pengaruh Shot Peening terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Sambungan Friction Stir Welding pada Aluminium Seri 5083 <i>Wartono, M. N. Ilman</i>	402
28. Produksi Biogas dari Substrat Limbah Padat dan Limbah Cair Industri Pati Aren <i>D. Andang Arif Wibawa, Dewi Astuti Herawati, Fentimur Evida Septriana, Hari Sulistyono</i>	408
29. Pengaruh Perubahan Temperatur terhadap Respon Amplitudo Pola Aliran Slug dengan Menggunakan Gelombang Ultrasonik pada Pipa Horizontal <i>Sonika Maulana, Khasani, M.A. Bramantya</i>	413
30. Pengaruh Penambahan Tertiary Butyl Alcohol terhadap Nilai Toleransi Air dalam Campuran Nafta dengan Metanol <i>Maria Endah Prasadja</i>	419
31. Analisis Ekergi Mesin Pembuat Es Balok <i>Eka Yawara</i>	425

TEKNIK GEOLOGI

1. Gempa Bumi dan Rekayasa Alat Pemindainya yang Sederhana dan Aplikatif di Daerah Pleret, Kabupaten Bantul, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta <i>Arie Noor Rakhman</i>	431
2. Pemetaan Sebaran Substrat Sedimen Dasar di Perairan Pesisir Semenanjung Muria, Kabupaten Jepara <i>Heni Susiati, Hadi Suntoko, Imam Hamzah</i>	437

ANALISIS EKSERGI MESIN PEMBUAT ES BALOK

Eka Yawara
 Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
 Jl. Babarsari Depok Sleman Yogyakarta
 Email: eka_ywr@yahoo.com

ABSTRAK

Unjuk kerja suatu mesin refrigerasi dapat diketahui tidak hanya dengan mengetahui harga COPnya, tetapi bisa juga dengan efisiensi eksergetik atau efisiensi hukum ke-2. Komponen utama mesin refrigerasi terdiri dari kompresor, kondenser, katup ekspansi, dan evaporator. Masing-masing dari komponen itu menyumbang eksergi yang hancur.

Untuk menghitung efisiensi eksergetik mesin refrigerasi ini maka eksergi yang hancur dari masing-masing komponen dihitung mempergunakan keseimbangan eksergi untuk masing-masing komponen itu. Dalam penelitian ini sebagian data-data diambil dari hasil rancangan mesin pembuat es balok, dengan mempertimbangkan kerugian-kerugian pada masing-masing komponen, selain itu *superheat* refrigeran keluar dari evaporator dan *subcool* keluar dari kondenser juga dipertimbangkan.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa semakin tinggi efisiensi isentropis maka COP dan efisiensi eksergetik mesin refrigerasi semakin tinggi, dan penggunaan R134a memberikan hasil yang lebih baik; kenaikan efisiensi eksergetik beriringan dengan kenaikan COP mesin refrigerasi, dan bahwa eksergi yang hancur terutama dihasilkan oleh penggunaan kompresor dengan efisiensi yang rendah, disusul oleh evaporator dan katup ekspansi.

Kata kunci: eksergi, efisiensi eksergetik, efisiensi isentropis kompresor

LATAR BELAKANG

Salah satu penerapan sistem refrigerasi adalah pembekuan air yang dimanfaatkan untuk pembuatan balok es. Balok es digunakan secara luas mulai dari skala kecil seperti pengawetan ikan oleh nelayan sampai skala besar. Perancangan industri penyediaan balok es harus memperhatikan efisiensi dan unjuk kerja sistemnya. Selain COP (*Coefficient Of Performance*), cara lain untuk mengetahui unjuk kerja mesin refrigerasi adalah dengan bantuan analisis eksergi.

COP mesin refrigerasi menunjukkan unjuk kerja mesin berdasarkan rasio kalor yang diserap oleh evaporator dan kerja kompresor, sedangkan efisiensi eksergetik menunjukkan unjuk kerja mesin berdasarkan rasio eksergi yang berguna dan eksergi yang tersedia, atau dengan kata lain semakin tinggi efisiensi eksergetik suatu mesin maka semakin kecil eksergi yang hancur.

Analisis eksergi telah banyak digunakan untuk meneliti unjuk kerja suatu sistem, terutama sistem termal. Bilgen dan Takahashi (2002) telah melakukan analisis eksergi dan studi eksperimental terhadap sistem pompa kalor, yang hasilnya antara lain adalah bahwa analisis eksergi dapat digunakan untuk mengetahui unjuk kerja suatu sistem dan memberikan saran perbaikan unjuk kerja. Dalam penelitiannya menggunakan analisis eksergi dan energi, Alhamid et al. (2010) menyimpulkan bahwa untuk kondisi operasi dan sistem tertentu metode optimasi eksergi dan energi dapat digunakan untuk memperoleh temperatur kondensasi optimal dari sistem kondenser-bertingkat. Selanjutnya, Wu et. Al (2011) mempergunakan analisis eksergi untuk membandingkan antara unjuk kerja sistem pemanas rumah tinggal secara keseluruhan dan unjuk kerja komponen utama sistem itu.

Eksergi didefinisikan sebagai kerja berguna maksimum yang dapat diperoleh dari suatu sistem pada keadaan tertentu terhadap lingkungan referensinya yang disebut dengan keadaan mati (Cengel, 2002). Suatu sistem dinyatakan berada dalam keadaan mati jika berada dalam keadaan kesetimbangan termodinamis (kesetimbangan termal dan mekanikal) dengan lingkungannya.

Dalam suatu sistem termodinamika, eksergi dapat dipindahkan ke atau dari suatu sistem dalam tiga bentuk: kalor, kerja dan aliran massa. Perpindahan eksergi dalam bentuk kalor dinyatakan dengan (Cengel, 2002):

$$\dot{X}_Q = \left(1 - \frac{T_0}{T}\right) \dot{Q} \quad (1)$$

Dengan:

\dot{X}_Q = laju perpindahan eksergi oleh kalor, kW;

T_0 = temperatur lingkungan, K;

T = temperatur sumber kalor, K

\dot{Q} = laju kalor yang dipindahkan melewati batas sistem, kW.

Perpindahan eksergi oleh kerja dinyatakan dengan persamaan:

$$\dot{X}_W = \dot{W} - \dot{W}_s, \text{ untuk kerja batas} \quad (2)$$

$$\dot{X}_W = \dot{W}, \text{ untuk selain kerja batas} \quad (3)$$

Dengan:

\dot{X}_W = laju perpindahan eksergi oleh kerja, kW;

\dot{W}_s = laju kerja yang dilakukan terhadap lingkungan pada tekanan atmosfer, kW;

\dot{W}_s sendiri dinyatakan dengan persamaan:

$$\dot{W}_s = P_0 (\dot{V}_2 - \dot{V}_1) \quad (4)$$

Dengan:

P_0 = tekanan atmosfer, Pa;

\dot{V}_2 = laju volume akhir, m³;

\dot{V}_1 = laju volume mula-mula, m³.

Perpindahan eksergi oleh massa dinyatakan dengan persamaan:

$$\dot{X}_m = \dot{m}\psi \quad (5)$$

Dengan:

\dot{X}_m = laju perpindahan eksergi oleh massa, kW;

\dot{m} = laju aliran massa yang melewati batas sistem, kg/s;

ψ = eksergi aliran dari massa, kJ/kg.

Perubahan eksergi oleh aliran fluida dengan mengabaikan energi kinetik dan energi potensial adalah:

$$\Delta\psi = \psi_2 - \psi_1 = (h_2 - h_1) - T_0(s_2 - s_1) \quad (6)$$

Dengan:

h_1 = entalpi mula-mula, kJ/kg;

h_2 = entalpi akhir, kJ/kg;

s_1 = entropi mula-mula, kJ/kg.K;

s_2 = entropi akhir, kJ/kg.K.

Untuk proses aliran stedi, persamaan keseimbangan eksergi dinyatakan dengan:

$$\dot{X}_{in} - \dot{X}_{out} - \dot{X}_{des} = 0 \quad (7)$$

Dengan:

\dot{X}_{in} = laju eksergi memasuki sistem, kW;

\dot{X}_{out} = laju eksergi keluar dari sistem, kW;

\dot{X}_{des} = laju eksergi yang dihancurkan, kW.

Substitusi persamaan (1), (3), (4), (5), dan (6) ke dalam persamaan (7) menghasilkan persamaan keseimbangan eksergi untuk proses aliran stedi:

$$\sum \left(1 - \frac{T_0}{T_k}\right) \dot{Q}_k - \dot{W} + \dot{m}(\psi_1 - \psi_2) - \dot{X}_{des} = 0 \quad (8)$$

Dari persamaan (8), dengan asumsi bahwa setiap komponen bersifat adiabatik, maka \dot{X}_{des} masing-masing komponen adalah,

Kompresor: $\dot{X}_{des} = \dot{W} + \dot{m}(\psi_1 - \psi_2)$

Kondenser: $\dot{X}_{des} = \sum \left(1 - \frac{T_0}{T_k}\right) \dot{Q}_k + \dot{m}(\psi_1 - \psi_2)$

Katup ekspansi: $\dot{X}_{des} = \dot{m}(\psi_1 - \psi_2)$

Evaporator: $\dot{X}_{des} = \sum \left(1 - \frac{T_0}{T_k}\right) \dot{Q}_k + \dot{m}(\psi_1 - \psi_2)$

Kemudian, efisiensi hukum ke-2 dinyatakan dengan

$$\eta_{II} = 1 - \frac{\dot{X}_{des}}{\dot{X}_{in}} \quad (9)$$

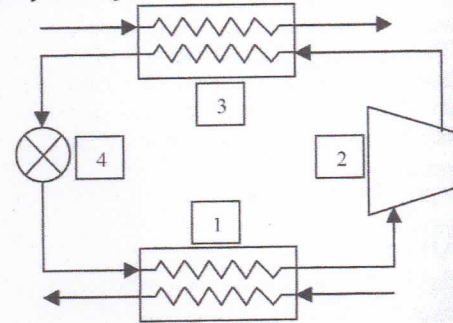
TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui unjuk kerja mesin pembuat balok es dengan mempertimbangkan kerugian-kerugian sebagai akibat gesekan antara fluida dan salurannya, dan efisiensi kompresor dengan menggunakan R22 (chlorodifluoromethane, CHClF2) dan R134a (1,1,1,2-tetrafluoroethane, CH2FCF3) sebagai refrigeran. Unjuk kerja dalam

penelitian ini ditunjukkan dengan COP dan efisiensi hukum II, η_{II} . Dalam penelitian ini penulis mengambil studi kasus Perancangan Mesin Pembuat Es Balok Dengan Kapasitas 15 Ton Per Hari (Rawung, 2011) yang belum mempertimbangkan kerugian-kerugian seperti disebut di atas.

METODE

Untuk penelitian ini, penulis menggunakan studi kasus Mesin Pembuat Es Balok Dengan Kapasitas 15 Ton Per Hari (Rawung, 2011) yang skemanya ditunjukkan oleh Gambar 1.



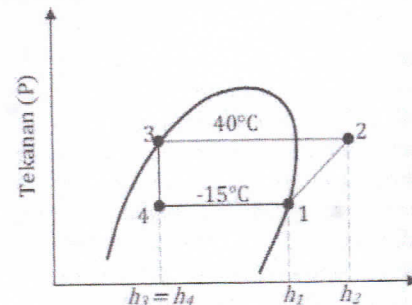
Gambar 1. Skema Mesin Pembuat Es Balok

Keterangan Gambar 1:

1. Evaporator
2. Kompresor
3. Kondenser
4. Katup Ekspansi

Evaporator digunakan untuk mendinginkan brine, yang kemudian brine ini digunakan untuk membekukan air untuk menghasilkan es balok. Setelah refrigeran dikompresi, selanjutnya refrigeran akan dikondensasi pada kondenser dengan media pendingin adalah air.

Pada rancangan yang skemanya ditunjukkan oleh Gambar 1 di atas menggunakan siklus kompresi uap ideal sederhana yang ditunjukkan pada Gambar 2,



Gambar 2. Siklus kompresi uap ideal

Pada rancangan ini evaporator yang digunakan dari tipe *shell-and-tube dry expansion*. Temperatur refrigeran di dalam evaporator adalah $-15\text{ }^\circ\text{C}$ dan temperatur brine masuk evaporator pada $-8\text{ }^\circ\text{C}$ dan keluar pada $-10\text{ }^\circ\text{C}$. Sedangkan pada kondenser

menggunakan tipe *water cooled shell-end-tube condenser*. Temperatur refrigeran di dalam kondenser adalah 40 °C. Temperatur air masuk kondenser pada 25 °C dan keluar pada 30 °C.

Dengan kondisi rancangan seperti ditunjukkan pada Gambar 2, dan menggunakan R22 sebagai refrigeran, maka entalpi di masing-masing ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Entalpi pada titik-titik keadaan

Titik	Temperatur (°C)	Tekanan (bar)	Entalpi (kJ/kg)
1	-15	2,957	399,55
2	67	15,31	440,67
3	40	15,31	249,67
4	-15	2,957	249,67

Beban pendinginan dari rancangan ini adalah 131,67 kW, maka dari data pada Tabel 1, laju aliran massa refrigeran adalah 0,9 kg/s dan COP = 3,75. Selain itu, dalam rancangan ini efisiensi hukum ke-2, $\eta_{II} = 80,7\%$.

Selanjutnya rancangan ini dimodifikasi sebagai berikut, *superheat* refrigeran keluar dari evaporator dan *subcool* keluar dari kondenser ditentukan sebesar 5 °C, penurunan tekanan refrigeran selama melewati pipa-pipa di dalam evaporator dan kondenser diperhitungkan, dan efisiensi isentropis kompresor divariasikan.

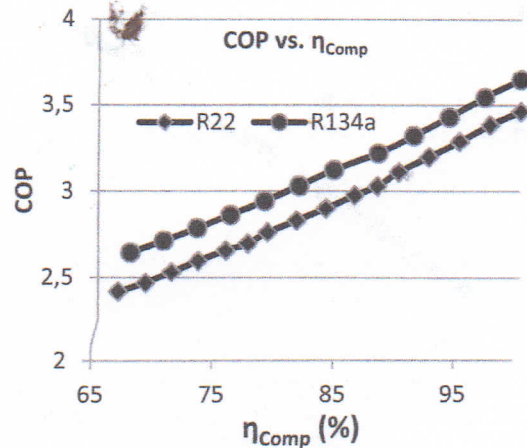
Akibat adanya penurunan tekanan temperatur refrigeran mengalami penurunan sebesar kira-kira 1,5 °C (Wolverine Tube Inc., 2006) keluar dari evaporator dan kondenser.

Data-data hasil penelitian diperoleh dengan bantuan grafik dan tabel dari Cool Pack v 1,46 (Department of Mechanical Engineering, Technical University of Denmark)

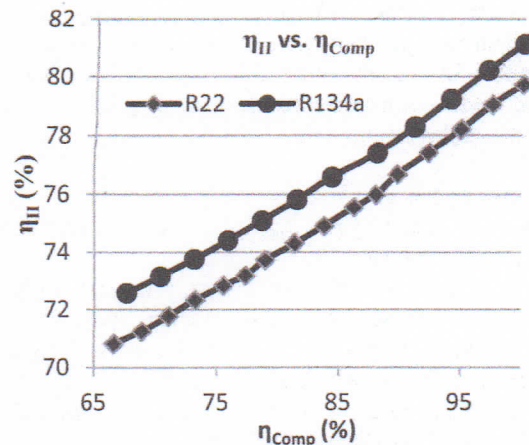
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil selengkapnya dari penelitian ini dirangkum dalam Tabel 2 dan Tabel 3 di halaman lampiran.

Selanjutnya dari Gambar 3 diketahui bahwa COP mesin refrigerasi mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan efisiensi isentropis kompresor. Dan ternyata, penggunaan R134a memberikan COP yang lebih tinggi dari pada R22 untuk efisiensi isentropis kompresor yang sama.



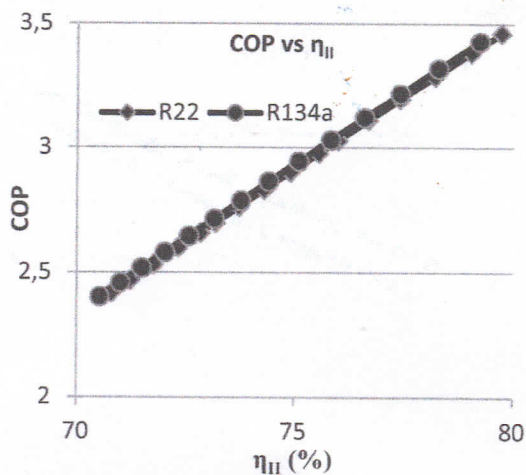
Gambar 3. Pengaruh efisiensi kompresor terhadap COP



Gambar 4. Pengaruh efisiensi kompresor terhadap efisiensi hukum ke-2

Efisiensi eksergetik (efisiensi hukum ke-2) juga mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan efisiensi isentropis kompresor (Gambar 4). Seperti halnya pada COP, penggunaan R134a memberikan efisiensi eksergetik yang lebih tinggi dari penggunaan R22.

Dan meskipun efisiensi isentropis kompresor diambil 100 %, efisiensi eksergetiknya tidak mencapai 100%, hal ini karena sumber eksergi yang hancur (X_{des}) tidak hanya dari kompresor, tetapi dari seluruh komponen. Evaporator dan katup ekspansi menyumbang X_{des} yang cukup besar, sedangkan X_{des} dari kompresor tergantung dari efisiensi isentropisnya (Tabel 2 dan Tabel 3). Semakin rendah efisiensi isentropis kompresor maka X_{des} akan semakin besar, sebagai contoh untuk $\eta_{comp} = 70\%$ pada R22 menghasilkan 12,1469 kW dan pada R134a menghasilkan 11,2324 kW. Oleh karena itu untuk memperkecil X_{des} total, salah satu caranya adalah dengan menggunakan kompresor dengan efisiensi yang tinggi.



Gambar 5. Hubungan antara efisiensi isentropis kompresor dan COP

COP mesin refrigerasi juga mengalami kenaikan seiring naiknya efisiensi eksergetik dan kenaikan ini secara linier (Gambar 5). Kenaikan pada kedua refrigeran hampir berimpit dengan R134a sedikit lebih tinggi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa:

- Semakin tinggi efisiensi isentropis maka COP dan efisiensi eksergetik mesin refrigerasi semakin tinggi, dan penggunaan R134a memberikan hasil yang lebih baik,
- Kenaikan efisiensi eksergetik beriringan dengan kenaikan COP mesin refrigerasi,
- Eksergi yang hancur terutama dihasilkan oleh penggunaan kompresor dengan efisiensi yang rendah, disusul oleh evaporator dan katup ekspansi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhamid, M. I., Syaka, D.R.B., and Nasruddin, 2010, "Exergy and Energy Analysis of a Cascade Refrigeration System Using R744+R170 for Low Temperature Applications", *International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering IJMME-IJENS* Vol: 10 No: 06
- Bilgen, E., and Takahashi, H., 2002, "Exergy analysis and experimental study of heat pump systems", *Exergy, an International Journal* 2, Elsevier, Amsterdam
- Cengel, Y. A., and Boles, M. A., 2002, "Thermodynamics: An Engineering Approach", 4th edition McGraw-Hill.
- Rawung, O. Y., 2011, "Merancang Mesin Pembuat Es Balok Dengan Kapasitas 15 Ton Per Hari", Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin STTNAS Yogyakarta.
- Wolverine Tube Inc., 2006, "Engineering Data Book III", <http://www.wlv.com/products/>
- Wu, X. Y., and Zmeureanu, R., 2011, "Exergy analysis of residential heating systems: performance of whole system vs performance of major equipment", *Proceedings of Building Simulation 2011: 12th Conference of International Building Performance Simulation Association*, Sydney, 14-16 November.

LAMPIRAN

Tabel 2. Unjuk kerja mesin menggunakan R22

η_{Comp} (%)	Eksergi Yang Dihancurkan (kW)					X_{in} (kW)	η_{II} (%)	COP
	Kompresor	Kondenser	K. Ekspansi	Evaporator	Total			
100,00	0,0000	1,7172	5,5963	6,9793	14,2928	70,4516	79,71	3,46
97,44	0,9733	1,5913	5,5963	6,9793	15,1401	72,1890	79,03	3,38
94,89	1,9465	1,6986	5,5963	6,9793	16,2206	74,4044	78,20	3,29
92,37	2,9198	1,8136	5,5963	6,9793	17,3090	76,6359	77,41	3,20
89,88	3,8931	1,9209	5,5963	6,9793	18,3895	78,8513	76,68	3,11
88,10	4,6230	2,2715	5,5963	6,9793	19,4701	81,0668	75,98	3,03
86,23	5,3530	2,2567	5,5963	6,9793	20,1852	82,5332	75,54	2,98
83,80	6,3262	2,3718	5,5963	6,9793	21,2736	84,7646	74,90	2,90
81,38	7,2995	2,4790	5,5963	6,9793	22,3541	86,9801	74,30	2,83
78,99	8,2728	2,5863	5,5963	6,9793	23,4346	89,1956	73,73	2,76
77,37	9,0027	2,9369	5,5963	6,9793	24,5152	91,4110	73,18	2,70
75,54	9,7327	2,9221	5,5963	6,9793	25,2304	92,8774	72,83	2,66
73,21	10,7059	3,0372	5,5963	6,9793	26,3187	95,1088	72,33	2,60
71,03	11,6792	3,3233	5,5963	6,9793	27,5780	97,6909	71,77	2,53
68,89	12,6525	3,6093	5,5963	6,9793	28,8374	100,2730	71,24	2,47
66,63	13,6258	3,7166	5,5963	6,9793	29,9179	102,4884	70,81	2,42

Tabel 3. Unjuk kerja mesin menggunakan R134a.

η_{Comp} (%)	Eksergi Yang Dihancurkan (kW)					X_{in} (kW)	η_{II} (%)	COP
	Kompresor	Kondenser	K. Ekspansi	Evaporator	Total			
100,00	0,0000	0,2159	6,4883	5,8762	12,5804	66,6405	81,12	3,65
97,00	1,0814	0,1537	6,4883	5,8762	13,5996	68,7302	80,21	3,54
94,03	2,1628	0,2643	6,4883	5,8762	14,7916	71,1741	79,22	3,43
91,09	3,2441	0,3835	6,4883	5,8762	15,9922	73,6356	78,28	3,32
88,18	4,3255	0,5027	6,4883	5,8762	17,1927	76,0972	77,41	3,22
84,45	5,6773	0,3515	6,4883	5,8762	18,3933	78,5588	76,59	3,12
81,58	6,7586	0,4707	6,4883	5,8762	19,5939	81,0204	75,82	3,03
78,74	7,8400	0,5899	6,4883	5,8762	20,7945	83,4820	75,09	2,94
75,92	8,9214	0,7091	6,4883	5,8762	21,9950	85,9436	74,41	2,86
73,14	10,0028	0,8283	6,4883	5,8762	23,1956	88,4051	73,76	2,79
70,37	11,0842	0,9475	6,4883	5,8762	24,3962	90,8667	73,15	2,71
67,64	12,1656	1,0667	6,4883	5,8762	25,5968	93,3283	72,57	2,65
63,96	13,5173	0,9155	6,4883	5,8762	26,7973	95,7899	72,02	2,58
61,27	14,5987	1,0434	6,4883	5,8762	28,0066	98,2692	71,50	2,52
58,60	15,6800	1,1626	6,4883	5,8762	29,2071	100,7308	71,00	2,46
55,95	16,7614	1,2818	6,4883	5,8762	30,4077	103,1924	70,53	2,40