

Pemanfaatan Energi Panas pada Mesin Pengkondisian Udara 2 PK Sebagai Media Pemanas Air Mandi

Frederikus Konrad¹, Sigit Pradana², Sri Poernomo Sari³

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jakarta
Jl. R.S. Fatmawati Pondok Labu Jakarta Selatan – 12450

Frederikus_konrad@yahoo.com

³Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya 100, Pondokcina, Depok

Abstrak

Pengkondisian udara yang biasa disebut dengan Air Conditioner (AC) merupakan salah satu jenis mesin pendingin yang banyak digunakan masyarakat, hampir ada di setiap rumah dan membuang percuma energi panasnya ke lingkungan sekitar dari perangkat outdoor unit. Besarnya energi panas yang dibuang ke lingkungan berasal dari panas yang diserap oleh evaporator atau indoor unit terhadap ruangan yang didinginkan serta ditambah energi panas hasil kerja kompresor. Energi panas tersebut dapat dimanfaatkan kembali. Bentuk pemanfaatan energi panas yang terbuang adalah dengan menambah pipa yang berasal dari kompresor menuju kondensor untuk memanaskan air. Proses kerja mesin AC adalah siklus tertutup dari kompresor, kondensor, pipa kapiler dan evaporator dimana media pendingin akan bekerja secara terus menerus selama AC tersebut dinyalakan. Penambahan pipa guna memanaskan air untuk keperluan mandi. Hasil pengujian dari AC yang menggunakan pemanas air adalah kenaikan daya aktual yaitu sebesar dari 1,357 Kw menjadi 1,447 Kw. Kalor yang dibuang kondensor terjadi penurunan dari 154,546 kJ/kg menjadi 152,137 kJ/kg. Temperatur yang dihasilkan dari tangki air berkapasitas 20 liter adalah 63,0 °C dalam waktu 120 menit.

Kata kunci : AC, energi panas dan pemanas air

PENDAHULUAN

Panas yang dihasilkan dari mesin pengkondisian udara pada ruang tertentu yang tidak dimanfaatkan lebih lanjut, merupakan pembuangan energi yang sia-sia. Hal ini mendasari penelitian akan pemanfaatan energi panas dari pengkondisian udara. Dengan memperhatikan banyaknya pengeluaran biaya yang dikeluarkan oleh setiap keluarga dengan membeli dan membayar biaya listrik serta gas untuk memanaskan air bagi keperluan mandi air panas oleh sebagian masyarakat. seperti memasak air panas baik dengan pemanas air yang menggunakan listrik, serta menggunakan gas bahkan yang sederhana dengan memasak air dalam ceret air. Hal tersebut yang mendasari berapa pentingnya memanfaatkan sumber panas yang dikeluarkan oleh hasil kerja pengkompresian kompresor dari pengkondisian udara menuju kondensor pada rangkaian siklus pendingin. Mengingat bahwa alat pengkondisian udara untuk daerah perkotaan sudah merupakan sebuah alat yang biasa atau dengan kata lain bukan alat yang mahal atau mewah, maka jumlah pemakai dari alat tersebut meningkat banyak. Dengan melihat banyaknya pemakai pengkondisian udara serta pengefisienan pengeluaran biaya bulanan per kepala keluarga maka alangkah

baiknya bila memanfaatkan panas yang dihasilkan dari kerja mesin pengkondisian udara tersebut. Bila kita anggap penggunaan AC (*Air Conditioner*) dalam satu keluarga sebanyak 3 (tiga) unit dengan konsumsi pemakaian air untuk satu kali mandi sebanyak 20 liter/orang dimana jumlah satu keluarga terdapat 5 orang dengan demikian berapa sumber energi yang di habiskan untuk menghangatkan air sebanyak 20 liter [1]

Mesin pengkondisian udara adalah mesin yang dipergunakan untuk menyerap panas dari ruang yang didinginkan kemudian melepas panas tersebut ke luar ruangan. Kalor tersebut dilepas melalui kondensor, dengan temperatur *refrigerant* masuk kondensor sekitar 50⁰ C, dan didinginkan hingga temperatur keluar kondensor hingga sebesar 55⁰ C. Sehingga terdapat potensi kalor yang bisa dimanfaatkan untuk kebutuhan lainnya. Untuk menghemat penggunaan energi, maka kalor yang akan dilepas oleh kondensor tersebut dapat digunakan untuk memanaskan air, yaitu disamping sebagai pendingin kondensor akan diperoleh air panas yang dapat dipergunakan untuk keperluan sehari-hari/mandi [2,3]

Mesin pengkondisian udara yang dipergunakan untuk penelitian ini adalah mesin pengkondisian udara dengan beban

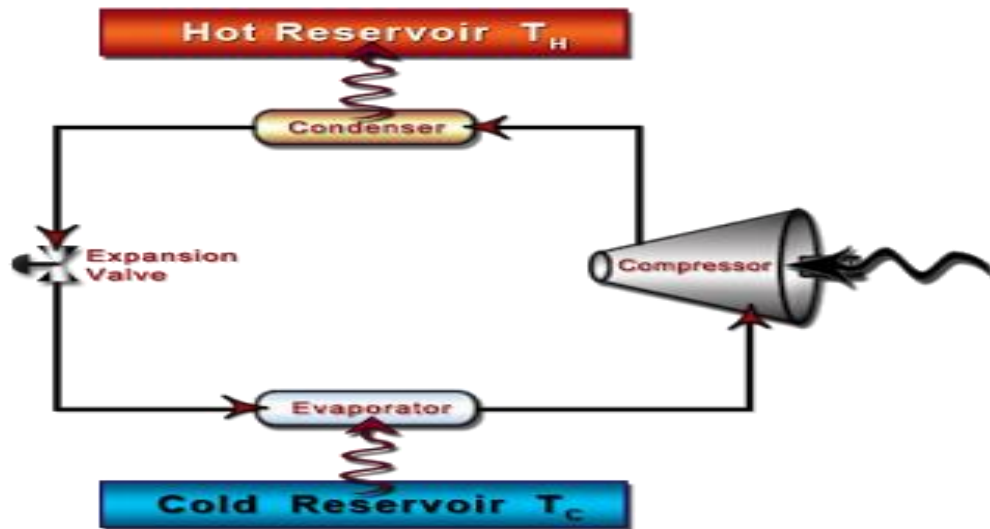
pendinginan sebesar 2 PK atau setara dengan 18.000 Btu/h dengan merek sharp.

TINJAUAN PUSTAKA

Mesin Pendingin

Mesin pendingin (*refrigerator*) adalah merupakan alat yang dipergunakan untuk

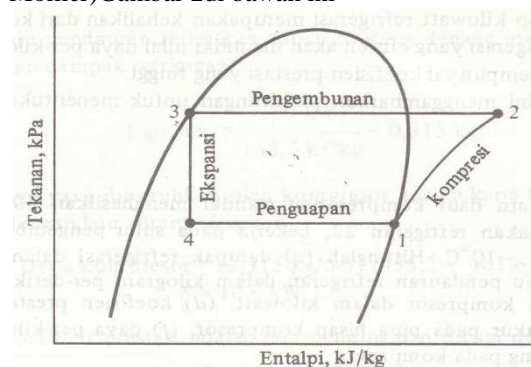
menyerap kalor dari reservoir dingin (ruangan yang didinginkan) dengan bantuan kerja kompresor untuk selanjutnya dibuang ke *reservoir* yang lebih panas. Secara skematik sistem pendinginan seperti terlihat pada Gambar 1



Sumber, Peneliti

Gambar 1 Skema sederhana kerja mesin pendingin

Pada umumnya mesin pendingin yang dipergunakan untuk hunian adalah jenis daur kompresi uap. Adapun secara termodinamika siklus ideal kerja mesin pendingin daur kompresi uap seperti terlihat pada diagram Tekanan - Enthalpy (Diagram Mollier) Gambar 2 di bawah ini



Sumber, merawat & memperbaiki AC
Gambar 2 Diagram P-H siklus kerja

mesin pendingin kompresi uap

Keterangan :

Proses 1-2 : Kompresi adiabatik

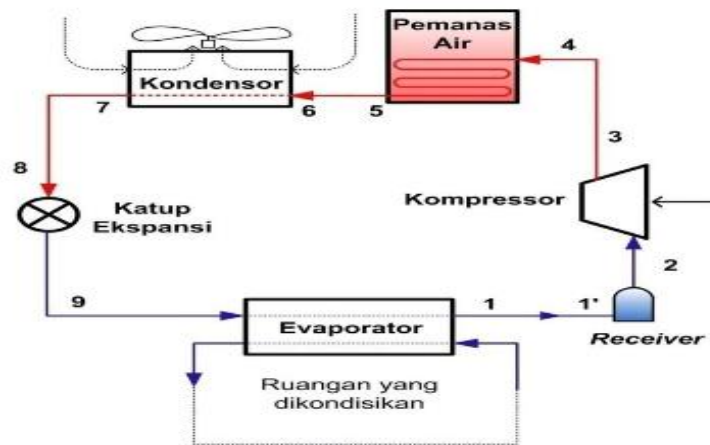
Proses 2-3 : Pelepasan kalor dengan tekanan konstan pada kondensor

Proses 3-4 : Ekspansi pada entalpi konstan (trottle)

Proses 4-1 : Penyerapan panas dengan tekanan konstan pada evaporator

Perpindahan Kalor

Air panas untuk mandi (air hangat) sering diperlukan untuk berbagai keperluan terutama untuk mandi, dalam memperoleh air panas biasa dilakukan dengan merebus/memanaskan dengan bahan bakar gas atau elemen listrik, sehingga untuk mendapatkan air panas diperlukan biaya listrik atau bahan bakar. Untuk memenuhi kebutuhan air panas tersebut kita akan memanfaatkan panas kalor yang terbuang dari kondensor mesin pengkondisian udara dengan cara mengalirkan air melalui antara keluaran kompresor dan input kondensor dalam media tertutup [4]. Skema pemanfaatan panas terbuang tersebut seperti terlihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Sumber, Peneliti

Gambar 3 pemanfaatan panas freon untuk pemanas air.

Data perencanaan

Dalam perhitungan performansi siklus kompresi uap standar berdasarkan pada tabel *saturation properties – temperature* dan *superheated vapor – constant pressure* merupakan tabel untuk temperatur (T) tekanan (P) dan entalpi (h) dimana tabel ini berlaku untuk siklus kompresi uap standar terhadap Freon R-22. Untuk mendapatkan performansi dari sistem *refrigeration* yang dilakukan dalam penelitian ini maka dibutuhkan beberapa persamaan dalam menyelesaikannya meliputi,

1. Efek Refrigerasi (ER)

Hal ini merupakan jumlah kalor yang diserap oleh refrigeran di dalam evaporator untuk setiap satu satuan massa refrigeran maka dapat di selesaikan dengan menggunakan persamaan

$$ER = h_1 - h_4 \text{ (KJ/Kg)} \quad (1)$$

Di mana

h_1 adalah entalpi uap refrigeran yang keluar evaporator

h_4 adalah entalpi uap refrigeran yang masuk evaporator [5,6]

2. Kerja Kompresor (Wk)

Dimana kerja kompresor adalah sama dengan selisih entalpi uap refrigeran yang keluar kompresor dengan entalpi uap refrigeran yang masuk ke kompresor maka dapat di selesaikan dengan menggunakan persamaan

$$Wk = h_2 - h_1 \text{ (KJ/Kg)} \quad (2)$$

Dengan

h_1 adalah entalpi uap refrigeran yang isap/masuk kompresor

h_2 adalah entalpi uap refrigeran yang tekan/keluar kompresor.

3. Kalor yang dibuang oleh kondensor (q_k)

Dimana kalor yang dibuang oleh refrigeration di kondensor sama dengan kalor yang di serap oleh refrigeration di evaporator di tambah dengan kalor yang setara dengan kerja di kompresor. maka dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan

$$q_k = h_2 - h_3 \text{ (KJ/Kg)} \quad (3)$$

Dengan

h_2 adalah entalpi refrigeran pada sisi isap kondensor

h_3 adalah entalpi refrigeran pada sisi keluar kondensor

4. Koefisien prestasi (COP)

Di mana koefisien prestasi atau cop dipergunakan untuk menyatakan performansi dari siklus refrigeration

$$COP = ER / WK \quad (4)$$

Di mana

ER adalah efek refrigeran

WK adalah kerja kompresor

5. Daya aktual kompresor (P_k)

Bahwa daya aktual yang dibutuhkan oleh kompresor untuk melakukan kerja kompresi dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan [7,8]

$$P_a = V.I.Cos \theta \quad (5)$$

Di mana

V adalah volt meter kerja kompresor

I adalah ampere meter kerja kompresor

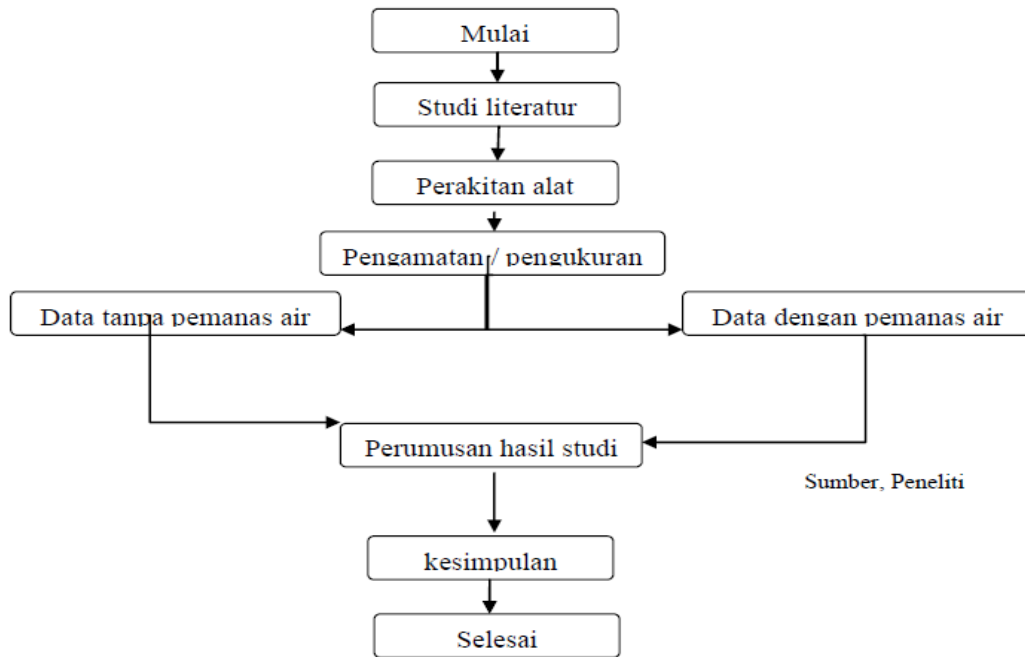
θ adalah satuan konstanta kerja listrik

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini adalah suatu cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga pelaksanaan dan hasil penelitian bisa dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Penelitian ini menggunakan metode

eksperimental, yaitu suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat antara dua faktor yang berpengaruh.

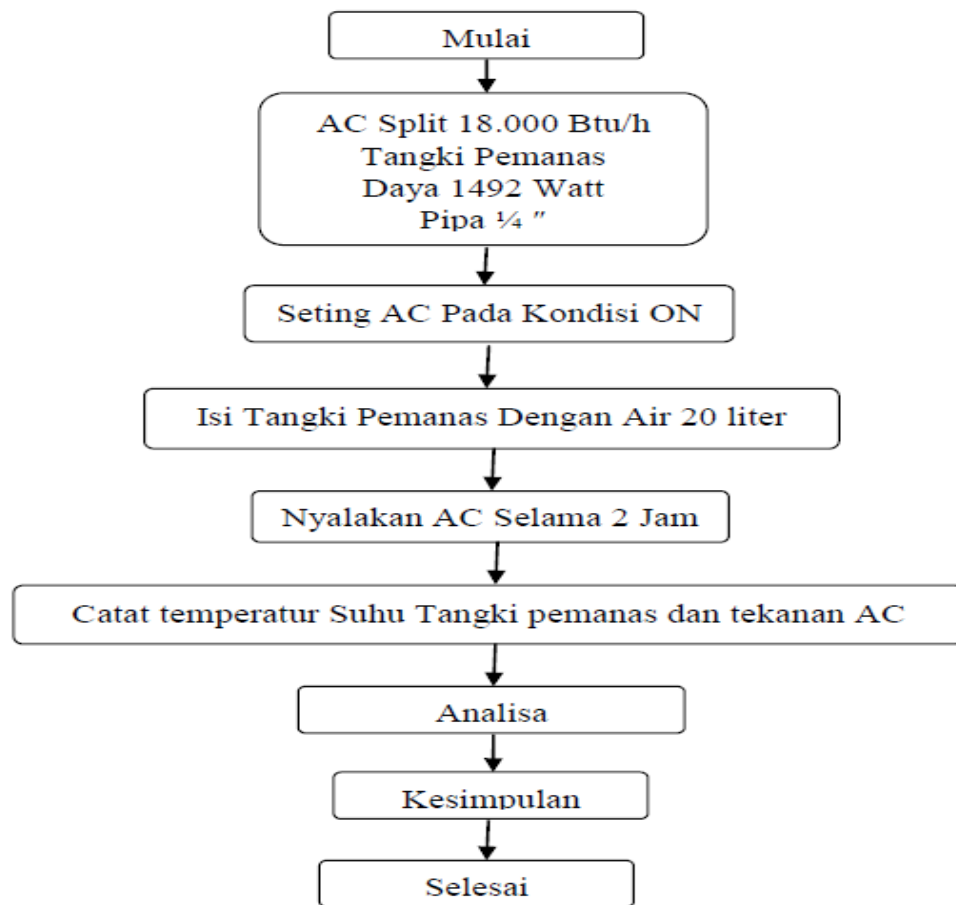
Metode yang digunakan dalam penelitian adalah meliputi langkah terlampir pada gambar 4 berikut ini.



Gambar 4 Flow Diagram Penelitian

Langkah penelitian yang dilakukan secara menyeluruh dengan melihat dan membaca teori-teori dasar dan pendukung dalam pelaksanaan penelitian ini dari studi pendahuluan dan literatur yang akan dihitung dalam pelaksanaan penelitian ini. Dengan didapatnya bahan literatur yang mendukung dalam penelitian maka secara tidak langsung dapat dilaksanakan perakitan alat yang menjadi penelitian. Dari alat yang telah selesai dirakit atau di pasang maka dilakukan pengtesan alat yang bertujuan mengetahui apakah alat tersebut berfungsi dengan baik atau tidak. Dari hasil pengujian yang

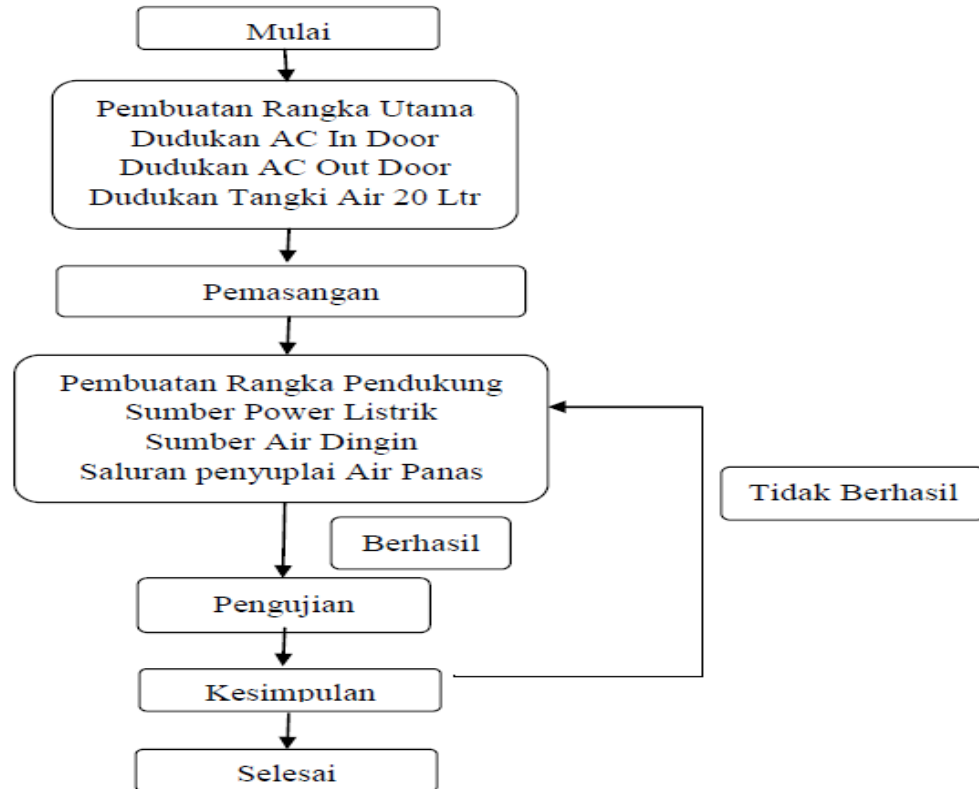
menyatakan alat tersebut bekerja dengan apa yang diharapkan maka dilakukan pengambilan data yang berfungsi sebagai bahan perhitungan guna membuktikan apakah secara teoritis dan praktek menghasilkan sebuah kesimpulan yang sesuai dari apa yang diharapkan. Pada penelitian ini dimana data yang didapat bersumber dari dua alat yang berbeda guna memastikan apakah fungsi pemanfaatan panas yang di hasilkan dari pengkompresian mesin pendingin dapat beroperasi secara maksimal. Metodologi pemanfaatan kalor untuk pemanas air terurai dalam gambar 5 berikut.



Gambar 5 Flow Diagram Pemanfaatan kalor

Langkah dalam melakukan pemanfaatan kalor adalah dengan menyiapkan bahan yang akan diteliti khususnya AC split 18.000 Btu/hr dengan tangki air sebagai media yang akan di panasi dengan memanfaatkan panas yang dihasilkan dari kompressor menuju ke kondensor. Dimana melihat peningkatan suhu yang terjadi dalam satu jam pertama. Dari peningkatan suhu pada jam pertama maka bisa diamati kembali kenaikan suhu dalam jam berikutnya. Namun bukan hanya terdapat pada kenaikan suhu air semata namun kepada beban

pendinginan yang akan dilakukan pada ruangan yang akan didinginkan. Dari hasil tersebut maka dapat dihitung kenaikan rata-rata dalam 2 jam serta perhitungan panas yang dihasilkan dari pemanas air tersebut yang menggunakan panas dari hasil kompresi kompressor terhadap freon R22. Dalam melaksanakan penelitian yang bersifat membuat alat sebagai pemanas air dari hasil kerja kompressor pendingin ruangan. Terurai dalam Gambar 6 metodologi rancang bangun alat pemanas air.

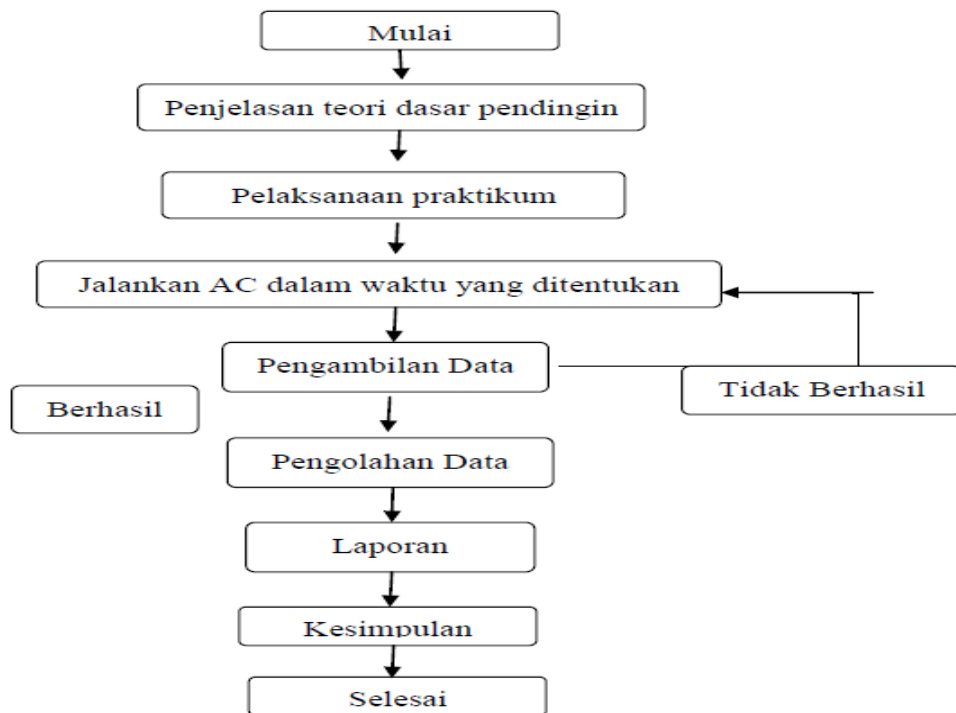


Gambar 6 Flow Diagram rancang bangun alat pemanas air

Dalam pelaksanaan pembuatan alat untuk penelitian ini difokuskan kepada bentuk susunan alat yang dapat terlihat dengan jelas dan bagus dalam arti dapat digunakan untuk keperluan lain yang berhubungan dengan alat tersebut seperti terurai dalam tujuan penelitian ini. Saat alat sudah terpasang maka dilakukan pengujian alat tersebut dari setiap bagian kerja. Bila terdapat kebocoran atau keganjilan dalam pengujian alat maka dilakukan perbaikan yang bertujuan agar mendapatkan hasil yang optimal saat pengujian alat guna mendapatkan data yang akurat dan tepat.

Sesuai dengan tujuan penelitian bahwa hasil perakitan alat penelitian akan di manfaatkan sebagai alat praktikum mahasiswa. Maka untuk memenuhi hal tersebut diperlukan sebuah kerangka pemikiran dalam pemanfaatan alat tersebut sebagai pemanas air.

Hal ini terurai dalam Gambar 7 flow Diagram pemanfaatan alat untuk praktikum mahasiswa



Gambar 7 Flow Diagram pemanfaatan alat untuk praktikum mahasiswa

Saat pelaksanaan praktikum tentu saja sering mendapatkan data yang kurang akurat. Disebabkan data digunakan dalam menghitung dan menyusun laporan praktikum kurang mencukupi sebagai data perhitungan sesuai tujuan perhitungan saat pelaksanaan praktikum. Bila mendapatkan data yang kurang lengkap maka dilakukan pengambilan data ulang hingga mencapai data yang diinginkan untuk memenuhi kegiatan laporan praktek.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil pengujian yang dilakukan untuk kedua jenis AC dengan menggunakan pemanas air dan tidak menggunakan pemanas air akan dijabarkan dalam bentuk tabel dibawah ini menurut langkah kegiatan penelitian .

Pengambilan data tanpa pemanas air

Tabel 1 data hasil pengujian tanpa pemanas air

Waktu menit	out/in Evap/Komp 1		out/in Komp/Cond 2		out/in Cond/Kapiler 3		out/in Kapiler/Evap 4	
	Pai	kPa	Pai	kPa	Pai	kPa	Pai	kPa
5	75	517,107	295	2033,935	290	1999,481	100	689,476
10	75	517,107	295	2033,935	290	1999,481	100	689,476
15	75	517,107	290	1999,481	290	1999,481	105	723,95
20	75	517,107	290	1999,481	290	1999,481	105	723,95
25	75	517,107	285	1965,007	275	1896,060	110	758,424
30	75	517,107	285	1965,007	275	1896,060	110	758,424
35	76	524,002	280	1930,334	275	1896,060	110	758,424
40	76	524,002	280	1930,334	290	1999,481	100	689,476
45	78	537,792	280	1930,334	290	1999,481	100	689,476
50	78	537,792	280	1930,334	290	1999,481	100	689,476
55	78	537,792	280	1930,334	275	1896,060	100	689,476
60	80	551,581	280	1930,334	275	1896,060	100	689,476
65	80	551,581	285	1965,007	275	1896,060	100	689,476
70	77	530,897	285	1965,007	275	1896,060	100	689,476
75	75	517,107	285	1965,007	275	1896,060	110	758,424
80	75	517,107	280	1930,334	290	1999,481	110	758,424
85	75	517,107	285	1965,007	290	1999,481	110	758,424
90	74	510,213	280	1930,334	290	1999,481	100	689,476
95	73	503,318	280	1930,334	275	1896,060	100	689,476
100	73	503,318	275	1896,060	275	1896,060	100	689,476
105	74	510,213	285	1965,007	275	1896,060	100	689,476
110	75	517,107	280	1930,334	275	1896,060	100	689,476
115	75	517,107	275	1896,060	275	1896,060	100	689,476
120	75	517,107	275	1896,060	275	1896,060	100	689,476
Rata	75,708	521,991	282,917	1950,643	281,250	1939,152	102,917	709,596

Data yang di dapat berdasarkan hasil pengamatan selama 2 (dua) jam dengan interval waktu mencatat setiap 5 (lima) menit hal ini dilakukan terhadap ke dua alat dalam

penelitian ini. Maka nilai enthalpy dari ke empat bagian AC tersebut adalah

Tabel 2 Nilai Enthalpy Tanpa Pemanas Air

No	out/in Evap/Komp 1	out/in Komp/Cond 2	out/in Cond/kapiler 3	out/in Kapiler/Evap 4	satuan
1	522	1951	1939	710	kPa
2	405,54	417,451	262,905	213,57	kJ/kg

Terlampir foto AC yang di gunakan dalam pengambilan data tanpa pemanas air dalam melaksanakan penelitian dibawah ini



Gambar 8 tanpa pemanas air



Gambar 9 pengambilan data tanpa pemanas air

Pengambilan data dengan pemanas air

Tabel 3 data hasil pengujian dengan pemanas air

Waktu	outin Evap Komp 1		outin Komp Heater 2		outin Heater/Cond 2		outin Cond Komp 3		outin Kapiler Evap 4		Ampere
	Pu	kPa	Pu	kPa	Pu	kPa	Pu	kPa	Pu	kPa	
Manit											
5	75	517,107	312	2151,166	295	2033,955	285	1965,007	100	689,476	8.21
10	75	517,107	312	2151,166	295	2033,955	285	1965,007	100	689,476	8.26
15	75	517,107	312	2151,166	300	2068,429	287	1978,797	100	689,476	8.1
20	75	517,107	320	2206,324	300	2068,429	287	1978,797	100	689,476	8.2
25	75	517,107	312	2151,166	300	2068,429	288	1985,692	100	689,476	8.2
30	80	551,581	320	2206,324	300	2068,429	290	1999,481	100	689,476	8.1
35	80	551,581	315	2171,850	300	2068,429	290	1999,481	100	689,476	8.1
40	80	551,581	317	2185,640	300	2068,429	291	2006,376	100	689,476	8.1
45	80	551,581	320	2206,324	305	2102,903	295	2033,955	100	689,476	8.3
50	80	551,581	320	2206,324	300	2068,429	287	1978,797	100	689,476	8.2
55	75	517,107	317	2185,640	300	2068,429	288	1985,692	100	689,476	8.2
60	75	517,107	310	2137,377	295	2033,955	290	1999,481	100	689,476	8.2
65	75	517,107	317	2185,640	300	2068,429	291	2006,376	100	689,476	8.2
70	75	517,107	312	2151,166	295	2033,955	295	2033,955	100	689,476	8.3
75	73	503,318	312	2151,166	295	2033,955	295	2033,955	100	689,476	8.3
80	73	503,318	307	2116,692	295	2033,955	295	2033,955	100	689,476	8.3
85	73	503,318	305	2102,903	290	1999,481	295	2033,955	100	689,476	8.2
90	72	496,423	310	2137,377	292	2013,271	290	1999,481	100	689,476	8.2
95	72	496,423	305	2102,903	290	1999,481	290	1999,481	100	689,476	8.2
100	75	517,107	315	2171,850	300	2068,429	291	2006,376	100	689,476	8.2
105	75	517,107	317	2185,640	300	2068,429	291	2006,376	100	689,476	8.3
110	75	517,107	312	2151,166	295	2033,955	291	2006,376	100	689,476	8.3
115	75	517,107	312	2151,166	295	2033,955	295	2033,955	100	689,476	8.3
120	75	517,107	310	2137,377	295	2033,955	295	2033,955	100	689,476	8.3
Rata	75,542	520,842	313,375	2160,646	297,167	2048,894	290,708	2004,365	100,000	689,476	8,220

Dari hasil pengamatan kedua dengan menggunakan pemanas air maka nilai enthalpy

dari ke empat sisi pendingin udara tersebut adalah

Tabel 4 Nilai Enthalpy Dengan Pemanas Air

No	out/in Evap/Komp 1	out/in Komp/Heater 2	out/in Heater/Cond 2'	out/in Cond/kapiler 3	out/in Kapiler/Evap 4	satuan
1	521	2161	2049	2004	690	kPa
2	405,52	417,661	417,549	265,524	212,425	kJ/kg

Dalam melakukan pengambilan data peneliti melakukan dokumentasi dari serangkaian kegiatan yang dilakukan terlampir kegiatan pengambilan data dengan pemanas air dibawah ini



Gambar 10. Langkah pengambilan data dengan pemanas air

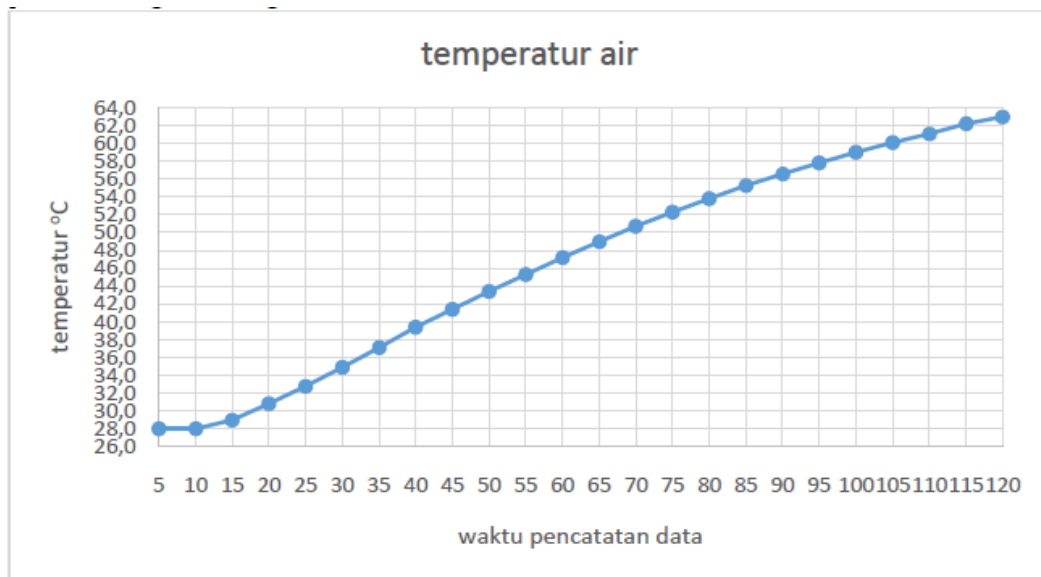
Untuk mendapatkan air panas guna keperluan mandi dengan kapasitas 20 liter peneliti mengamati tingkat kenaikan suhu

dalam tangki air yang terurai dalam gambar berikut



Gambar 11 tangki pemanas air

Data kenaikan suhu air pemanas terdapat pada tabel 3 namun untuk melihat tingkat kenaikan suhu berdasarkan grafik terurai di bawah ini



Garfik 1 peningkatan suhu pemanas air

Pengolahan Data

Berdasarkan data hasil pengujian tanpa menggunakan pemanas air pada tabel 1 dan dengan pemanas air pada tabel 3, maka dapat diambil sebuah data rata-rata guna mencari nilai enthalpy seperti pada tabel 2 tanpa pemanas air dan tabel 3 dengan pemanas air. Dengan didapatnya nilai tersebut maka dapat dilanjutkan dengan menghitung besarnya a nilai efek refrigeration, kerja kompressor, kalor yang di buang di kondensor, koefisien prestasi dan daya aktual kompressor

Tanpa pemanas air

1. Efek refrigeration (ER)
 $ER = h_1 - h_4$ (KJ/Kg)
 $ER = 405,54 - 213,57$ (KJ/Kg)
ER = 191,97 (KJ/Kg)
2. Kerja kompressor (Wk)
 $Wk = h_2 - h_1$ (KJ/Kg)
 $Wk = 417,451 - 405,54$ (KJ/Kg)

$$Wk = 11,911 \text{ (KJ/Kg)}$$

3. Kalor yang di buang di kondensor (Qk)

$$Qk = h_2 - h_3 \text{ (KJ/Kg)}$$

$$Qk = 417,451 - 262,905 \text{ (KJ/Kg)}$$

$$Qk = 154,546 \text{ (KJ/Kg)}$$

4. Koefisien prestasi (COP)

$$COP = \frac{ER}{WK}$$

$$COP = \frac{191,97}{11,911}$$

$$COP = 16,117$$

5. Daya aktual kompressor (Pk)

$$P_{\text{aktual}} = V \cdot I \cdot \cos \theta \text{ (Watt)}$$

$$P_{\text{aktual}} = 220 \cdot 7,708 \cdot 0,8$$

$$\text{(Watt)}$$

$$P_{\text{aktual}} = 1356,608 \text{ (Watt)}$$

$$P_{\text{aktual}} = 1,357 \text{ (Kw)}$$

Dari hasil perhitungan tanpa pemanas air tersebut terlampir dalam tabel 5 berikut

Tabel 5 Perhitungan Tanpa Pemanas Air

No	Efek Refrigeration (ER)	Kerja Kompressor (WK)	Kalor yang Dibuang Kondensor (QK)	Koefisien Prestasi (COP)	Daya Aktual Kompressor
1	191,97 kJ/kg	11,911 kJ/kg	154,546 kJ/kg	16,117	1,357 Kw

Dengan pemanas air

1. Efek refrigeration (ER)
 $ER = h_1 - h_4$ (KJ/Kg)
 $ER = 405,52 - 212,425$ (KJ/Kg)
ER = 193,095 (KJ/Kg)
2. Kerja kompressor (Wk)
 $Wk = h_2 - h_1$ (KJ/Kg)
 $Wk = 417,661 - 405,52$ (KJ/Kg)
Wk = 12,141 (KJ/Kg)
3. Kalor yang di buang di kondensor (Qk)
 $Qk = h_2 - h_3$ (KJ/Kg)
 $Qk = 417,661 - 265,524$ (KJ/Kg)
Qk = 152,137 (KJ/Kg)

4. Koefisien prestasi (COP)

$$COP = \frac{ER}{WK}$$

$$COP = \frac{193,095}{12,141}$$

$$COP = 15,904$$

5. Daya aktual kompressor (Pk)

$$P_{\text{aktual}} = V \cdot I \cdot \cos \theta \text{ (Watt)}$$

$$P_{\text{aktual}} = 220 \cdot 8,220 \cdot 0,8 \text{ (Watt)}$$

$$P_{\text{aktual}} = 1446,72 \text{ (Watt)}$$

$$P_{\text{aktual}} = 1,447 \text{ (Kw)}$$

Dari hasil perhitungan dengan pemanas air tersebut terlampir dalam tabel 6 berikut

Tabel 6 Perhitungan Dengan Pemanas Air

No	Efek Refrigeration (ER)	Kerja Kompressor (WK)	Kalor yang Dibuang Kondensor (QK)	Koefisien Prestasi (COP)	Daya Aktual Kompressor
1	193,095 kJ/kg	12,141 kJ/kg	152,137 kJ/kg	15,904	1,447 Kw

PEMBAHASAN

Dari data hasil perhitungan performansi guna pemanfaatan energi panas pada mesin pengkondisian udara 2 pk sebagai media pemanas air mandi adalah dengan

membandingkan sebelum dan sesudah menggunakan pemanas air, maka dapat diambil sebuah data perbandingan dari hasil perhitungan hal ini terlampir pada tabel 7 dibawah ini

Tabel 7 Perbandingan hasil perhitungan tanpa dan dengan Pemanas Air

No	Perhitungan	Hasil Perhitungan	
		Tanpa Pemanas air	Dengan Pemanas air
1	Efek Refrigeration (ER)	191,97 kJ/kg	193,095 kJ/kg
2	Kerja Kompresor (WK)	11,911 kJ/kg	12,141 kJ/kg
3	Kalor yang Dibuang Kondensor (QK)	154,546 kJ/kg	152,137 kJ/kg
4	Koefisien Prestasi (COP)	16,117	15,904
5	Daya Aktual Kompresor	1,357 Kw	1,447 Kw

Dari Tabel 7 yang menunjukkan perbedaan maka dapat di urai secara satu persatu hasil perhitungan tanpa dan dengan pemanas air. Untuk efek refrigeration terlihat peningkatan nilai efek refrigeration yang menggunakan pemanas air hal ini didapat dari nilai liquid yang masuk ke evaporator dengan pemanas air lebih kecil dengan angka sebesar 212,425 kJ/kg, maka didapatkan efek refrigeration untuk pengkondisian udara dengan pemanas air menjadi besar sebesar 193,095 kJ/kg. Maka kerja dari efek refrigeration sangat berpengaruh dari nilai tekanan liquid yang masuk ke evaporator mesin pengkondisian udara tersebut. Sedangkan untuk kerja kompresor yang menitik beratkan gas yang akan di mampatkan menunjukkan bahwa pengkondisian udara dengan pemanas air menghasilkan kerja kompresor lebih berat hal ini terlihat dari nilai kerja kompresor dengan pemanas air sebesar 12,141 kJ/kg lebih besar dibanding tanpa pemanas air sebesar 11,911 kJ/kg. Untuk sisi kalor yang dibuang oleh kondensor terlihat pada tabel 7 bahwa dengan pemanas air menurunkan nilai kalor yang dibuang sebesar 152,137 kJ/kg hal ini di karenakan kalor tersebut diserap oleh air dalam bak dan menghasilkan air panas dengan kapasitas air sebanyak 20 liter. Dimana nilai kalor yang di buang oleh kondensor tanpa pemanas sebesar 154,546 kJ/kg yang menunjukkan nilai tersebut lebih besar maka dengan ini pengkondisian udara dengan pemanas air berhasil menyerap panas yang ada dari kondensor guna memanaskan air untuk keperluan mandi dalam satu keluarga. Melihat

dari koefisien prestasi kerja kompresor dari dua pengkondisian udara yang memiliki fungsi kerja yang berbeda menunjukkan bahwa dengan pemanas air menghasilkan nilai koefisien prestasi lebih rendah sebesar 15,904 dibanding dengan tanpa pemanas air sebesar 16,117, yang sangat mempengaruhi nilai tersebut terdapat pada nilai kerja kompresor. Melihat dari hasil perhitungan secara termodinamika maka terdapat sebuah nilai yang sangat dibutuhkan dalam aplikasinya adalah dengan melihat daya aktual kompresor, hal ini sangat dibutuhkan dalam operasional kerja alat tersebut di rumah. Dimana daya aktual kompresor yang menggunakan pemanas air lebih besar sedikit dengan nilai 1,447 Kw dibandingkan dengan tanpa pemanas sebesar 1,357 Kw, maka dapat di pastikan terdapat kenaikan nilai daya power yang kecil.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan diatas dari alat pengkondisian udara dengan pemanas air dan tanpa pemanas, maka dapat diambil kesimpulan diantaranya :

- Temperatur air yang di dapat dari bak air sebanyak 20 liter dengan lama waktu hidupnya pengkondisian udara selama 120 menit adalah 63,0 °C
- Adanya penurunan nilai koefisien prestasi dari tanpa pemanas air sebesar 16,117 menjadi 15,904 yang menggunakan pemanas air

- C. Terdapatnya kenaikan daya kerja kompressor dari 1,357 Kw tanpa menggunakan pemanas air menjadi 1,447 Kw yang menggunakan pemanas air

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Algorithm, AD. PR. Tailor, HR. Jivanramajiwala, "*Optimization of R507A-R23 Cascade Refrigeration System Using Genetic*", World Academy of Science, Engineering and Technology 70, 2010
- [2]. Frank Kreith, William Z Black, "*Basic Heat Transfer*", Harper & Row, Publisher, New York
- [3]. Merle C Potter, David C Wiggert, "*Mechanic of Fluid*" third edition
- [4]. Michael J Moran, Howard N Shapiro, alih bahasa Yulianto Sulisty Nugroho, Edi Surjosatyo, "*Termodinamika Teknik*" Jilid 2, Erlangga, Jakarta, 2004
- [5]. P. Sathiamurti, "*Design and Defelopment of Waste Recove System for Air Conditioning Unit*" Departement of Mechanical Engineering, Kongu Engineering College, Perundurai, Eronde 638052, Tamilnadu, India, European Journal of Science Research, 2011
- [6]. Rasta made I, "*pamanfaatan energi panas terbuang pada kondensor AC sentral jenis water chiller untuk pemanas air hemat energi*", jurnal ilmiah teknik mesin cakra, politeknik negri bali 2009
- [7]. R.J Dossat, "*Principle of Refrigeration*", John Wiley & Sons, Inc, New York and London
- [8]. Wilbert F Stoecker, Jerold W Jones, Supratman Hara, "*Refrigerasi dan Pengkondisian udara*", Erlangga, Jakarta