

RANCANGAN SISTEM KENDALI PEMANAS AIR DARI PANAS BUANG AIR CONDITIONING MENGGUNAKAN PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)

Oleh:

Hariyadi

Jurusan teknik Elektro Fakultas teknik UMSB

ABSTRAK

Manusia senantiasa menginginkan hal baru, lebih efisien dan hidup yang lebih praktis. Sebagai contoh memanfaatkan limbah dari suatu proses kerja dari suatu sistem. AC digunakan untuk mendinginkan ruangan. Di sisi yang lain AC menghasilkan panas yang harus dibuang dan hal ini dapat digunakan sebagai alternatif alat pemanas air. Selain mempunyai fungsi utama sebagai pendingin ruangan, ternyata AC juga menghasilkan berupa panas yang dapat dimanfaatkan untuk pemanas air. Dalam tugas akhir ini dilakukan modifikasi pada AC dengan memberikan tambahan pada kondensor berpendingin air sebagai pemanas air yang disusun secara paralel yang memanfaatkan panas yang keluar dari kondensor. Proses modifikasi pada AC dilakukan dengan pengendalian aliran air pada kondensor menggunakan PLC.

Air panas yang dihasilkan sampai suhu 45°C - 60°C sebanyak 2.000 liter/hari untuk AC yang punya kapasitas 150.000 Btu/jam atau 12,5 ton. Sehingga air jadi panas dan air ini dialirkan pada tangki dan pemakai yang dapat digunakan setiap waktu.

Kata kunci : panas, kendali, AC, air, PLC

ABSTRACT

Human always want something new, more efficient and more practical life. As an example of utilizing the waste from the work process of a system. AC is used to cool the room. On the other side of the AC generates heat that must be removed and this can be used as an alternative water heater. In addition to having the primary function as an air conditioner, air conditioner was also generates heat that can be used for heating water. In this final modification of the AC to provide additional water-cooled condenser on a water heater is arranged in parallel to utilize the heat that comes out of the condenser. Modifications in the AC process is done by controlling the flow of water in the condenser by PLC.

The convenience of the hot water 45°C - 60°C, the hot water 2.000 liters/day can be produced Air Conditioning capacity 150.000 Btu/h, or 12,5 TON Refrigeration. The hot water will be flown to the tank as the hot water supplying.

Key words : Hot, control, AC, water, PLC.

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bidang industri penggunaan mesin otomatis dan pemrosesan secara otomatis merupakan hal yang umum. System pengontrolan dengan elektromekanik yang menggunakan relay-relay mempunyai banyak kelemahan, diantaranya kontak-kontak yang dipakai mudah aus karena panas / terbakar atau karena hubung singkat, membutuhkan biaya yang besar saat instalasi, pemeliharaan dan modifikasi dari system yang telah dibuat jika dikemudian hari diperlukan modifikasi. Hal ini dapat diatasi dengan PLC, karena sistem PLC mengintegrasikan berbagai macam komponen yang berdiri sendiri menjadi suatu system kendali terpadu dan dengan mudah merenovasi tanpa harus mengganti semua instrumen yang ada serta bisa disetting di dalam program PLC itu sendiri.

Salah satu aplikasi PLC adalah untuk system kendali otomatis pemanas air memanfaatkan panas kondensor Air Conditioning (AC). Hal ini akan dapat dilaksanakan mengingat setiap Air Conditioner (AC) untuk ruangan yang kecil (ruang kantor, rumah)

maupun ruangan besar (ruang meeting, aula, hall,) atau banyak ruangan kecil/menengah (hotel, mall, gedung perkantoran, bandara dll) mengeluarkan panas yang dibuang oleh kondensor AC. Dengan memanfaatkan teknologi PLC, panas terbuang tersebut bisa dimanfaatkan dan dikelola sebagai pemanas air dengan system pengendalian yang memadai

Heat exchanger pada kondensor AC adalah bentuk penukar panas mempunyai aliran silang/cross flow dimana air pendinginan masuk dari jalur keluarnya Freon dan air – Freon tidak bercampur, tetapi terpisah dengan jalur masing-masing. Sistem ini seperti pada radiator mobil.

Air yang masuk ke heat exchanger diambil dari tangki air atau calorifier yang merupakan tandon air bertekanan sekitar 3 bar dan input air berasal dari pompa reservoir yang berjumlah lebih dari 1 buah yang terdiri dari pompa utama dan pompa cadangan. Air dingin ini bercampur dengan air panas yang diambil dari pompa sirkulasi.

Output tangki sudah merupakan campuran air dingin dan air panas sirkulasi kondensor dan dialirkan lewat pipa bercabang :

- a. Untuk beban seperti kamar hotel, rumah, ruang kantor, public toilet dan sebagainya.
- b. Untuk dipanaskan di kondensor dan disirkulasikan oleh pompa sirkulasi untuk disimpan di tangki.

Dengan memperhitungkan parameter input seperti switch On/Off AC, tekanan air / level air di tangki, temperature air tangki, maka dapat dibuat system sirkulasi yang aman dan andal. Dengan demikian hemat energi akan diperoleh.

Di zaman serba maju seperti sekarang ini, hampir semua kenal dengan Air Conditioning (AC). Dalam kehidupan modern terutama di perkotaan sangat banyak yang memanfaatkan teknologi ini. Namun belum banyak yang tahu bagaimana cara kerja Air Conditioning sehingga bisa menghasilkan udara yang nyaman bagi kehidupan .

Udara dingin tersebut sebenarnya merupakan output dari system yang terdiri dari beberapa komponen yaitu: kompresor , kondensor, orifice tube, katup ekspansi dan evaporator.

Kompresor Air Conditioning pada sistem pendingin dipergunakan sebagai alat untuk memampatkan fluida kerja (refrigent), jadi refrigent yang masuk ke dalam kompresor AC dialirkan ke kondensor yang kemudian dimampatkan di kondensor.

Di bagian kondensor ini refrigent yang dimampatkan akan berubah fase dari refrigent fase uap menjadi refrigent fase cair, maka refrigent mengeluarkan kalor yaitu kalor penguapan yang terkandung di dalam refrigent. Adapun besarnya kalor yang dilepaskan oleh kondenser adalah jumlah dari energi kompresor yang diperlukan dan energi kalor yang diambil evaporator dari substansi yang akan didinginkan.

Pada kondensor tekanan refrigent yang berada dalam pipa-pipa condensor relatif jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan refrigent yang berada pada pipi-pipa evaporator.

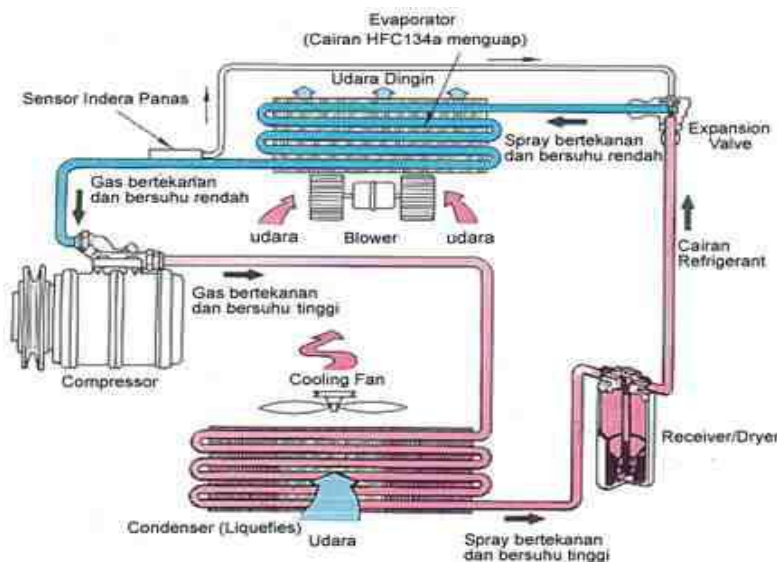
Setelah refrigent lewat kondensor dan melepaskan kalor penguapan dari fase uap ke fase cair maka refrigent dilewatkan melalui katup ekspansi, pada katup ekspansi ini refrigent tekanannya diturunkan sehingga refrigent berubah kondisi dari fase cair ke fase uap yang kemudian dialirkan ke evaporator, di dalam evaporator ini refrigent akan berubah keadaannya dari fase cair ke fase uap, perubahan fase ini disebabkan karena tekanan refrigent dibuat sedemikian rupa sehingga refrigent setelah melewati katup ekspansi dan melalui evaporator tekanannya menjadi sangat turun.

Hal ini secara praktis dapat dilakukan dengan jalan diameter pipa yang ada di evaporator relatif lebih besar jika dibandingkan dengan diameter pipa yang ada pada kondensor. Dengan adanya perubahan kondisi refrigent dari fase cair ke fase uap maka untuk merubahnya dari fase cair ke refrigent fase uap maka proses ini membutuhkan energi yaitu energi penguapan, dalam hal ini energi yang dipergunakan adalah energi yang berada di dalam substansi yang akan didinginkan.

Dengan diambilnya energi yang dalam substansi yang akan didinginkan maka enthalpi substansi yang akan didinginkan akan menjadi turun, dengan turunnya enthalpi maka temperatur dari substansi yang akan didinginkan akan menjadi turun. Proses ini akan berubah terus-menerus sampai terjadi pendinginan yang sesuai dengan keinginan. Dengan adanya mesin pendingin listrik ini maka untuk mendinginkan atau menurunkan temperatur suatu substansi dapat dengan mudah dilakukan.

Kunci utama dari Air Conditioning adalah refrigerant, yang umumnya adalah fluorocarbon, yang mengalir dalam sistem, menjadi cairan dan melepaskan panas saat dipompa, dan menjadi gas dan menyerap panas ketika tekanan dikurangi. Mekanisme berubahnya refrigerant menjadi cairan lalu gas dengan memberi atau mengurangi tekanan terbagi menjadi dua area: sebuah penyaring udara, kipas, dan cooling coil (kumparan pendingin) yang ada pada bagian sisi ruangan dan sebuah kompresor, kondensor coil (kumparan penukar panas), dan kipas pada jendela.

Udara panas dari ruangan melewati filter, menuju ke cooling coil yang berisi cairan refrigerant yang dingin, sehingga udara menjadi dingin, lalu melalui teralis/kisi-kisi kembali ke dalam ruangan. Pada kompresor AC, gas refrigerant dari cooling coil lalu dipanaskan dengan cara pengompresan. Pada kondensor coil, refrigerant melepaskan panas dan menjadi cairan, yang tersirkulasi kembali ke cooling coil. Sebuah thermostat AC mengontrol motor kompresor AC untuk mengatur suhu ruangan. Proses sirkulasi dapat dilihat pada gambar .1



Gambar 1 Sistem Air Conditioning

Thermostat pada Air Conditioning beroperasi dengan menggunakan lempeng bimetal yang peka terhadap perubahan suhu ruangan. Lempeng ini terbuat dari 2 metal yang memiliki koefisien pemuaian yang berbeda. Ketika suhu naik, metal terluar memuai lebih dahulu, sehingga lempeng membengkok dan akhirnya menyentuh sirkuit listrik yang menyebabkan motor AC aktif/jalan

Entalpi adalah istilah dalam termodinamika yang menyatakan jumlah energi internal suatu system termodinamika ditambah energi yang digunakan untuk melakukan kerja.

Fluorocarbon adalah senyawa organik yang mengandung 1 atau lebih atom Fluorine. Lebih dari 100 fluorocarbon yang telah ditemukan. Kelompok Freon dari fluorocarbon terdiri dari Freon-11 (CCl_3F) yang digunakan sebagai bahan aerosol, dan Freon-12 (CCl_2F_2), umumnya digunakan sebagai bahan refrigerant.

PENELITIAN

Simulasi ini berdasarkan temperatur air $<60^{\circ}\text{C}$ (tabel 4.11), 60°C - 63°C (tabel 4.12), $>63^{\circ}\text{C}$ (tabel 4.13) dan tekanan kurang dari 2,2 bar (tabel 4.14) dan juga temperatur setting ruangan 18°C OFF, 22°C ON.

Tabel 1. Simulasi Pengujian Program Awal Pemanas Air PLC menggunakan panas condenser AC sentral)Temperature air $< 60^{\circ}$ Celcius, tekanan air $> 2,2$ bar

No	I1	I2	I3	IB	Q1	Q2	Q3	Q4	Keterangan
01	OF F	OF F	OF F	$T < 60^{\circ}\text{C}$	OF F	OF F	OF F	OF F	AC belum start
02	ON	ON			ON				Power supply ON
03	ON	ON			ON				Compressor ON, suhu udara $>18^{\circ}\text{C}$
04	ON	ON			ON	ON			TD 10 dtk, pompa sirkulasi Q2= ON
05	ON	OF F			OF F	ON			Temperature udara 18°C , thermostat I2 OFF, Q1 OFF, Q2 ON selama 10 detik
06	ON	OF F			OF F	OF F			TD 10 detik I2 OFF, Q2 OFF
07	ON	ON			ON	OF F			Temperature udara 22°C
08	ON	ON			ON	ON			TD 10 dtk, pompa sirkulasi Q2 ON
19	ON	OF F			OF F	ON			Temperature udara 18°C dst

Tabel 2. Simulasi Pengujian Program Awal Pemanas Air dengan PLC (menggunakan panas condenser AC sentral), tekanan air $> 2,2$ bar, Temperature air antara 60° - $<63^{\circ}$ Celcius

No	I1	I2	I3	IB	Q1	Q2	Q3	Q4	Keterangan
01	OF F	OF F	OF F	$T < 60^{\circ}\text{C}$	OF F	OF F	OF F	OF F	AC belum start
02	ON	OF F			ON				Power supply ON, Q1 ON
03	ON	ON		$T < 63^{\circ}\text{C}$	ON				Kompresor ON, suhu udara $>18^{\circ}\text{C}$
04	ON	ON			ON	ON			TD 10 dtk, pompa sirkulasi Q2= ON
05	ON	OF F			OF F	ON			Temperature udara 18°C , thermostat I2 OFF, Q1 OFF
06	ON	OF F		$60^{\circ}\text{C} < T < 63^{\circ}\text{C}$	OF F	OF F			TD 10 detik I2 OFF, Q2 OFF
07	ON	ON			ON	OF F			Temperature udara 22°C
08	ON	ON			ON	ON			TD 10 dtk, pompa sirkulasi ON
19	ON	OF F			OF F	ON			Temperature udara 18°C dst

		F			F				
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--

Tabel 3. Simulasi Pengujian Program Awal Pemanas Air dengan PLC (menggunakan panas condenser AC sentral), tekanan air > 2,2 bar, Temperature air antara >63⁰ Celcius

No	I1	I2	I3	IB	Q1	Q2	Q3	Q4	Keterangan
01	OF F	OF F	OF F	T<63 ⁰ C	OF F	OF F	OF F	OF F	AC belum start
02	ON	OF F			ON				Power supply ON
03	ON	ON			ON				Compressor ON, suhu udara >18C
04	ON	ON		T< 63 ⁰ C	ON	ON			TD 10 dtk, pompa sirkulasi Q1= ON
05	ON	ON		T> 63 ⁰ C	ON	ON	ON		Drain membuka (ON) membuang air panas ke tangki air dingin
06	ON	ON		T= 60 ⁰ C	ON	ON	OF F		Temperatur air 60 ⁰ C, drain valve OFF(menutup)
07	ON	ON		T> 63 ⁰ C	ON	ON	ON		Drain membuka (ON) membuang air panas ke tangki air dingin
08	ON	ON		T= 60 ⁰ C	ON	ON	OF F		Temperatur air 60 ⁰ C, drain valve OFF(menutup)
09	ON	ON		T> 63 ⁰ C	ON	ON	ON		Drain membuka (ON) membuang air panas ke tangki air dingin dan seterusnya

Tabel 4. Simulasi Pengujian Program Pemanas Air dengan PLC Temperature air < 60⁰ Celcius tekanan air tiba-tiba turun kurang dari 2,2 bar

No	I1	I2	I3	IB	Q1	Q2	Q3	Q4	Keterangan
01	OF F	OF F	OFF	T<60 ⁰ C	OF F	OF F	OF F	OF F	AC belum start
02	O N	OF F			ON				Power supply ON
03	O N	O N		T<63 ⁰ C	O N				Compressor Q1=ON, suhu udara >18C, tekanan air normal
04	O N	O N			O N	O N			TD 10 dtk, Q2 = ON
05	O N	O N	ON		OF F	OF F	OF F	O N	Tekanan air < 2,2 bar, I3 ON
05	O N	O N	ON		OF F	OF F	OF F	O N	Alarm bunyi
06	O	O	OFF		ON	OF		OF	Tekanan air

	N	N				F		F	normal, alarm mati, AC start
07	ON	ON	OFF		ON	ON	OFF	OFF	TD 10 detik, Q2 ON

SIMPULAN

Dari hasil pengujian pada perangkat PLC Zelio Logic 2 dengan judul Rancangan System Kendali Pemanas Air dari Panas Buang Air Conditioning Menggunakan PLC, setelah melakukan simulasi kesetimbangan panas kondensor dapat disimpulkan sbb :

1. System kendali akan bekerja pada temperatur kurang dari 60⁰ Celcius dan akan OFF jika temperatur air lebih dari 63⁰C.
2. Kapasitas AC yang digunakan 20 PK atau 150.000 BTU/jam atau 12,5 TON, akan membuang panas untuk pemanasan air sebanyak 2000 liter bersuhu lebih dari 63⁰C sekitar 25% x 150.000 = 37.500 Btu.
3. Bila dibandingkan dengan pemanasan menggunakan boiler diperlukan solar sebanyak 15 liter dengan nilai Rp.67.500.
4. Kontrol Sistem pemanasan air dengan menggunakan atau menyerap panas condenser AC bisa dilaksanakan dengan PLC.
5. Jenis kontrol yang dipergunakan dalam PLC adalah system control sekuensial dengan input diskrit (I1,I2,I3,I4) dan input analog IA dengan output diskrit (Q1,Q2,Q3 dan Q4)
6. Program yang dipakai bisa disimulasikan terlebih dahulu.
7. Program yang dibuat sudah cukup handal setelah di-uji coba dengan rangkaian simulator menggunakan PLC Zelio Logic – Laptop – Papan PCB.
8. Berbagai posisi input dari temperature dan I1, I2, I3, I4 dapat menghasilkan respon output yang dapat dipertanggungjawabkan terhadap keamanan dan keandalan sistem kontrol yang dibuat,
9. System kontrol yang dirancang dalam PLC Zelio Logic bisa diterapkan di mesin-mesin AC sentral dengan daya tinggi maupun AC yang berkapasitas menengah dan kecil. Hal ini dapat dilakukan dengan pertimbangan bahwa prinsip kerja AC sama walaupun dengan teknologi berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- 1.Arismunandar Wiranto dan Heizo Saito ,Penyegar Udara ,Erlangga,Jakarta 2004.
- 2.E.P. Anglianto, Konsep,Pemrograman dan Aplikasi PLC,Gava Media, Yogyakarta,2004.
- 3.Handoko K, Teknik Room Air Conditioner, PT.Ichtra Baru, Jakarta, 2003.
- 4.I Made Rasta, Pemanfaatan Energi Panas Terbuang pada Kondensor AC Sentral, Jenis Water Chiller untuk Pemanas Air, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM Vol.3 No.2, Oktober 2009, Universitas Udayana.
5. J M O'Brien, PK Bansal, RR Raine, An Integrated Domestic Refrigerator and Hot Water System, International Journal of Energy Research, Volume 22, issue 8, pages 761-776, 25 june 2008
- 6.Jordan, Richard C dan Gaiyle B. Friester,Refrigeration and Air Conditioning,Second Edition,New Delhi,1985.
- 7.Karyanto E, Teknik Mesin Pendingin , CV Restu Agung, Jakarta, 2003.
- 8.M.Budiyanto, A.Wijaya, Pengenalan Dasar-Dasar PLC, Gava Media, Yogyakarta,2003.
- 9.M S Kim, Requirements The Water Flowing Through the Condenser, in many Heating, Ventilating and Air Conditioning, IInternational Journal of Refrigeration 27 (2004) 415-421
- 10.Nasrudin, Handi, Agus LMS, Kajian Eksperimen pada Split Air Conditioning Water Heater dengan Alat Penukar Kalor Tipe Plat untuk Penyediaan Air Panas di Apartemen, Jurnal Teknologi edidino.4 tahun XXI, Desember 2007 ISSN 0215 – 1685.

- 11.Owen,MTF,Kroger, An Investigation of Air-cooled steam Condenser,International Journal of Energy in Southern Africa, vol 21, no 1, February 2010.
12. Purwanto, Rancang Bangun Pengendalian Suhu Boiler dengan PLC, Jurnal Teknik Elektro vol 3 no 1, tahun 2011.
- 13..William Bolton, Programmable Logic Controller (PLC) Sebuah Pengantar, Erlangga, Jakarta