

LAPORAN PENELITIAN

**Pengendali Temperatur AC (*Air Conditioner*) untuk
Mengurangi Konsumsi Energi Listrik dengan Menggunakan
PLC (*Programmable Logic Controller*)
(*Temperature Controller Air Conditioner for Reduce of Electric
Power Consumption by Using PLC*)**



Oleh:

Drs. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc.

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Medan Area
Desember 2005**

LAPORAN PENELITIAN

**Pengendali Temperatur AC (*Air Conditioner*) untuk
Mengurangi Konsumsi Energi Listrik dengan Menggunakan
PLC (*Programmable Logic Controller*)**
*(Temperature Controller Air Conditioner for Reduce of Electric
Power Consumption by Using PLC)*



Oleh:

Drs. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc.

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Medan Area
Desember 2005**

95

LEMBAR PENGESAHAN HASIL PENELITIAN

1. a. Judul Penelitian : Pengendali Temperatur AC (*Air Conditioner*) untuk Mengurangi Konsumsi Energi Listrik dengan Menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*)
b. Bidang Ilmu Penelitian : Teknologi
c. Kategori Penelitian : Penelitian Awal

2. Ketua Peneliti
a. Nama Lengkap : Drs. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc.
b. Jenis Kelamin : Laki-laki
c. Golongan/Pangkat/NIP : IV.a/Lektor Kepala/131 847 930
d. Jabatan Fungsional : Pembina
e. Jabatan Struktural : -
f. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Elektro
g. Pusat Penelitian : Lembaga Penelitian UMA

3. Alamat Peneliti
a. Alamat Kantor : Jl. Kolam No. 1 Medan Estate, Medan 20371
b. Alamat Rumah : Jl. Legiun Veteran No. 12 Medan Estate, Medan
c. Jumlah Anggota : -

Lokasi Penelitian : Lab. Digital Control
Kerjasama dengan Instansi : -
Lama Penelitian : 4 (empat) bulan
Biaya yang diperlukan : Rp 4.500.000,-
Sumber Dana : Lembaga Penelitian UMA


Mengetahui
Pembantu Dekan I
Fakultas Teknik UMA

Ir. H. Haniza, MT.
NIP. 131 667 983

Medan, Desember 2005
Ketua Peneliti

Drs. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc
NIP. 131 847 930

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian


Roeswandy
NIP. 130 517 460

RINGKASAN

Penelitian ini membahas tentang pengendali motor kompresor Air Conditioner yang berdasarkan sensor temperature yang ditempatkan pada ruangan. Tujuan dari pengendalian ini adalah untuk mengurangi konsumsi energi listrik yang digunakan AC. Oleh karena sampai saat ini krisis energi listrik masih tinggi terutama di kota Medan, maka penghematan energi listrik diberbagai hal harus diupayakan termasuk peralatan elektronik yang banyak digunakan di masyarakat yang salah satu contohnya adalah AC.

Pengendali Temperatur AC yang dirancang menggunakan PLC (Programmable Logic Controller) model Smart Relay dan Termokopel sebagai pengindera temperatur pada ruangan.

Dari hasil penelitian diperoleh penghematan energi listrik sebesar 15 % untuk jenis AC Model AOG9ANJC. Lama kerja motor dapat dikurangi sebesar 9 %.

Kata Kunci :Motor, PLC, Konservasi, Energi Listrik, AC

SUMMARY

This research describes about compressor motor controller of AC which base on temperature sensors in the room. The objective this controlling is to reduce electric power consumption of Air Conditioner. Because until now, the electric power crises stills high especially in Medan city, so the efficiency of electric power in many application should be done include life good which many used of people like AC.

The controller of compressor motor which design use PLC Smart Relay Type and Thermocouple as detected of temperature in the room.

The result of this research is efficiency of AC AOG9ANJC type is 15%. Working time of motor can be reduced 9%.

Key word: Motor, PLC, Conservation, Electric Power, AC

PRAKATA

Alhamdulillah puji syukur penulis sampaikan kepada Allah swt yang telah memberikan petunjuk, kesehatan dan kemampuan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penelitian ini merupakan upaya untuk memberikan kontribusi kepada pembangunan daerah dalam rangka konservasi energi listrik khususnya dalam rangka upaya untuk mengurangi konsumsi energi listrik yang digunakan oleh masyarakat melalui otomatisasi peralatan listrik rumah tangga yang dalam hal ini adalah AC (Air Conditioner).

Penulis sangat berharap jika hasil penelitian ini dapat diterapkan pada masyarakat yang memerlukannya, karena sampai saat ini krisis energi listrik di Kota Medan ini masih sangat tinggi.

Namun demikian penulis juga berharap adanya masukan dan saran-saran untuk kesempurnaan penelitian ini dari pembaca yang budiman dan saya ucapkan banyak terima kasih.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kepada kelancaran penyelesaian penelitian ini terutama kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional.

Medan, Desember 2005

Penulis

DAFTAR ISI

RINGKASAN DAN SUMMARY	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Umum	4
2.2 Pengendali Temperatur AC	5
BAB III TUJUAN DAN KONTRIBUSI PENELITIAN	9
BAB III METODE PENELITIAN	11
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	24



DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Data Hasil Pengamatan Tanpa Pengendali	19
Tabel 5.2 Data Hasil Pengamatan Dengan Pengendali	20

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanik dari Thermostat System Ungkit	6
Gambar 2.2 Low Pressure Safety Cut-out	8
Gambar 4.1. Blok Diagram Pengendali Motor Kompresor	11
Gambar 4.2. Flowchart Pengendali Motor Kompresor	12
Gambar 4.3. Skema penelitian	12
Gambar 5.1 Rangkaian Pengendali Temperatur AC	15
Gambar 5.2 Program Pengendali Motor Kompresor	16
Gambar 5.3 Program Simulasi Ketika Temperature di Bawah Referensi	16
Gambar 5.4 Program simulasi tipe ke dua	17
Gambar 5.5 Hasil simulasi program tipe ke dua	17
Gambar 5.6 Program simulasi tipe ke tiga	18
Gambar 5.7 Hasil simulasi program tipe ke tiga	18
Gambar 5.8 Perbandingan Waktu Aktif Motor	20
Gambar 5.9 Perbandingan Daya Terpakai	21

DAFTAR LAMPIRAN

Spesifikasi AC yang Digunakan	24
Spesifikasi PLC	25
Biodata Peneliti	26

BAB I PENDAHULUAN

Konsumsi Energi Listrik di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini disebabkan oleh penambahan penduduk dan pembangunan yang terus berkembang (Marwan Afandi, 2005). Pertambahan kebutuhan energi listrik tidak sejalan dengan pertumbuhan sumber energi listrik, hal ini mengakibatkan terjadinya krisis energi listrik di berbagai daerah di Indonesia khususnya di Sumatera Utara dan Kota Medan.

Untuk mengatasi kekurangan energi listrik di Sumatera Utara, PLN sebagai Perusahaan Listrik Negara yang mengatur distribusi energi listrik selalu melakukan upaya-upaya penambahan sumber energi listrik baru. Namun sampai saat ini masih belum dapat memberikan solusi terhadap kekurangan energi listrik tersebut. Hal ini bisa dirasakan ketika PLN melakukan pemeliharaan terhadap alat-alat utamanya sering terjadi pemadaman listrik di berbagai daerah secara bergantian. Hal ini terjadi karena tidak tersedianya pasokan persediaan cadangan energi listrik yang cukup khususnya pada saat waktu beban puncak (Supriyanto, 2005).

Sebagai masyarakat pengguna energi listrik harus berupaya membantu untuk mengatasi permasalahan di atas yakni dengan melakukan penghematan dalam penggunaan energi listrik, yang dalam hal ini sering dikenal dengan istilah konservasi energi listrik yang artinya pemanfaatan penggunaan energi listrik secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang benar-benar diperlukan untuk menunjang suatu proses, atau kondisi yang dikehendaki (Supriyanto, 2005).

Upaya penghematan energi listrik oleh PLN SUMBAGUT diantaranya dengan melakukan program Demand Side Management (DSM) untuk menunda kelangkaan penyediaan listrik (Supriyanto, 2005) dimana dalam menerapkan DSM, PLN melakukan dua kebijakan, yakni pertama dengan *conservation energy* dan kedua dengan *load management*.

Upaya yang dilakukan oleh pengguna listrik untuk konservasi energi listrik, salah satunya adalah menggunakan pengaturan suplay energi listrik pada alat-alat listrik yang diaktifkan sesuai dengan kebutuhan yang dilakukan

secara otomatis, atau menggunakan Lampu Hemat Energi (LHE) untuk penerangan, pemasangan kapasitor bank dan lain sebagainya.

Pengaturan penggunaan alat-alat listrik seperti sumber cahaya, penyejuk ruangan (AC), atau alat elektronik lainnya perlu dilakukan secara otomatis karena sering terjadi ada ruang kerja yang kosong tanpa penghuni, namun segala alat elektroniknya terus menyala, seperti lampu, AC, computer dan alat lainnya, padahal tidak digunakan. Hal ini merupakan pemborosan yang tidak disadari dan tidak ada yang memperdulikannya karena pengguna merasa bahwa yang menanggung adalah kantor.

Masalah di atas jika dilakukan pengaturan pemakaian pada alat elektronik yang tidak digunakan tadi, maka energi listrik yang dikonsumsi dapat dihemat dan sekaligus mengurangi biaya rekening listrik. Kemudian PLN pun akan dapat memperoleh manfaatnya, karena ketika beban yang biasanya tinggi dapat berkurang dan jika banyak pelanggan melakukan hal yang sama, maka pada waktu tersebut PLN dapat melakukan pemeliharaan dan tidak perlu melakukan pemadaman, dan bahkan pihak Industri yang menggantungkan energi listriknya kepada PLN tentu tidak akan dirugikan karena pemadaman listrik berkurang.

Seperti diungkapkan pada latar belakang, bahwa Indonesia sedang mengalami krisis energi listrik dengan keterbatasan kapasitas pembangkit khususnya pada saat waktu beban puncak karena PLN saat ini masih memiliki keterbatasan kemampuan pengadaan investasi untuk pembangunan pembangkit baru.

Banyak masyarakat pengguna energi listrik tidak menyadari akan kekurangan pasokan energi dan belum terbiasa melakukan penghematan energi listrik. Hal ini bisa dilihat dari banyaknya masyarakat yang membiarkan alat listrik terus menyala atau aktif diruang kerjanya atau ditempat tertentu, padahal tidak digunakan atau ruang kerja tersebut kosong, hal ini terjadi karena malas mematikan atau lupa mematikan.

Apabila dilakukan pengaturan pemakaian alat-alat listrik tersebut secara otomatis, maka kejadian tersebut di atas akan dapat dikurangi atau dihilangkan. Salah satu alat listrik yang banyak digunakan di gedung-gedung terutama di kota-kota besar, yang kurang dipedulikan pemakaiannya terutama

ketika ruangan kosong adalah Air Conditioner (AC), dimana AC mengkonsumsi energi listrik yang cukup besar.

Temperatur udara yang dihasilkan AC merupakan hasil proses dari evaporator dan kondensor. Pengaturan temperatur dilakukan dengan menjalankan dan menghentikan kerja kompresor yang digerakkan dengan sebuah motor.

- Kecepatan motor dipengaruhi oleh sumber tegangan yang diberikan, sementara sumber tegangan ini mempengaruhi besar torsi yang dihasilkan motor. Kompresor memerlukan motor yang memiliki torsi yang cukup. **Apakah dengan merubah supply tegangan pada motor, kompresor akan tetap menghasilkan temperatur yang sesuai dengan referensi ?**

Programmable Logic Controller (PLC) merupakan kontrol mikroprosesor serba guna yang khusus dirancang untuk dapat memenuhi kebutuhan di lingkungan industri yang memerlukan pengontrolan. Selain itu juga dapat memberikan kestabilan, keakuratan, dan peralihan yang halus dari suatu proses industri.

Dengan memanfaatkan dan menerapkan teknologi pengendalian dengan menggunakan PLC dalam pengaturan temperatur AC, dalam hal ini mengatur kecepatan motor kompresor yang sesuai dengan temperatur ruangan, akan memberikan dampak positif terhadap penghematan energi listrik di masa depan karena sumber tegangan motornya akan berubah sendiri sesuai dengan kebutuhan dan kondisi temperatur ruangan.

Penghematan energi listrik yang dimaksud di sini adalah pemanfaatan penggunaan energi listrik secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang benar-benar diperlukan untuk menunjang suatu proses, atau kondisi yang dikehendaki

AC yang dimaksudkan di sini adalah bukan AC central melainkan AC individual, atau AC yang diaktifkan oleh pengguna atau *housekeeping* ruangan tersebut.

Pengendalian tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan PLC yang dihubungkan dengan motor kompresornya. Kemudian ditambah dengan sensor temperatur dan program pengendalinya. Jenis dan posisi sensor temperatur juga merupakan hal yang sangat penting, karena keakuratan pengendalian ditentukan dari bagian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Konservasi energi yang dilakukan di PT Pupuk Kaltim, PT Indocement, dan di Industri Keramik telah menghemat dana antara US\$ 234.927 – US\$ 16.830.000 di PT Pupuk Kaltim, 20-30% dari konsumsi energi yang ada di PT Indocement dan di Industri Keramik dapat mencapai 10 - 35% (Marwan Affandi 2005).

Supriyanto (2005) dalam papernya yang berjudul Menunda Kelangkaan Penyediaan Listrik dengan Demand Side Management (DSM) menyatakan bahwa kondisi sistem Sumatera Utara tahun 2004, pada waktu beban puncaknya (WBP) mengalami peningkatan sebesar 13,8 % atau 1.016 MW. Sedangkan pertumbuhan konsumsi energi listrik sebesar 8 %, ini artinya bahwa tahun-tahun mendatang akan terus mengalami kenaikan. Namun kondisi ini tidak didukung oleh kapasitas pembangkit yang tersedia sehingga pada suatu saat apabila tidak dilakukan upaya-upaya penghematan energi listrik maka akan mengalami krisis atau kekurangan energi listrik.

Program kerja PLN dalam Integrated Resource Planning (IRP) yang salah satunya adalah DSM policy, maka disini terlihat ada dua upaya yang dilakukan, yakni *conservation* dan *load management*.

Pada *conservation* diupayakan adanya perubahan perilaku konsumen (housekeeping) dan adanya perubahan peralatan (retrofitting). Dalam perubahan peralatan diantaranya menggunakan Lampu Hemat Energi (LHE), menggunakan AC sesuai dengan ukuran ruangan dan menggunakan tangki penampung air untuk pompa listrik.

Dengan menggunakan Lampu Hemat Energi pada program “DSM Terang” di SUMBAGUT telah diperoleh penghematan pada waktu beban puncak sebesar 127,7 MW dan penghematan energi pertahun sebesar 229,4 GWh atau setara dengan Rp 121,123 Miliar.

Pada paper lain Supriyanto (2005) menjelaskan tentang manfaat efisiensi dan penghematan energi listrik bagi user (pelanggan) dan bagi produsen (PLN) serta bagi Negara. Bagi pelanggan dapat menekan besarnya

tagihan rekening listrik bulanan dan dimungkinkan dapat menggunakan lebih banyak peralatan listrik secara bersamaan.

Marwan Affandi (2004) dalam disertasi doktornya membahas tentang upaya untuk menghemat energi listrik melalui sistem Air Conditioner (AC) yang menggunakan inverter dan pengendali kecepatan temperatur. AC ini bekerja mengatur temperaturnya secara otomatis. Sementara sistem control temperatur yang menggunakan Programmable Logic Controller pada proses pengeringan pakan udang telah berhasil dirancang oleh Syaeta Elfi Santi (2001) di PT. Charoen Pokphan Indonesia Animal Feedmill Medan. Pada sistem ini menggunakan termometer tahanan sebagai detektor suhu dan menggunakan PLC type PA206A buatan OMRON sebagai pengendalinya.

2.2 Pengendali Temperatur Air Conditioner

Ada bermacam-macam jenis rangkaian listrik pengendali yang biasanya digunakan pada domestic refrigerator, freezer, air conditioner dan commercial system. Sistem control pada mesin pendingin meliputi :

1. Motor cycling controls seperti thermostat dan pressure motor controls
2. Motor starting relays seperti relay arus, relay tegangan dan relay thermal (hot wire).
3. Defrost Control

2.2.1 Pengatur Suhu Thermostat

Type sensing bulb adalah type thermostat yang paling banyak dijumpai dibandingkan type bimetal dan type thermistor. Guna dari thermostat atau pengatur suhu dalam hal ini adalah :

- mengatur batas-batas suhu di dalam ruangan/suhu pada evaporator
- mengatur lamanya kompresor berhenti
- menghentikan dan menjalankan kembali kompresor secara otomatis

Prinsip thermostat type sensing bulb, pada ujung pipa kapiler dari thermostat biasanya terdiri dari sebuah bulb yang berisi cairan yang gampang sekali menguap (volatile fluid). Sensing bulb menempel pada evaporator, pipa kapiler menghubungkan sensing bulb dengan control pengatur suhu.

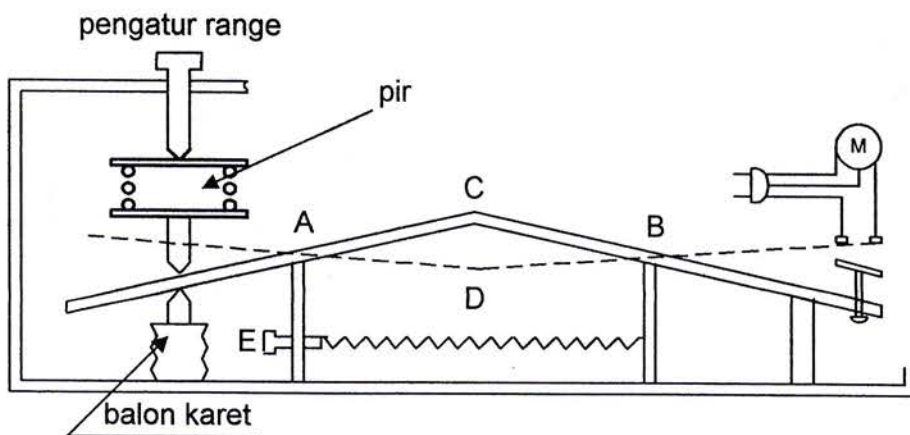
Pada control pengatur suhu, membuka/menutupnya kontak-kontak harus dalam waktu yang singkat sebab apabila kontak-kontak tersebut membuka/menutupnya lambat akan terjadi loncatan bunga api.

Loncatan bunga api akan mempercepat kerusakan dari kontak itu sendiri. Untuk mendapatkan gerakan membuka/menutup yang cepat dapat dipakai :

1. system pir/toggle
2. system magnet permanent

Apabila suhu pada evaporator dingin liquid pada sensing bulb akan mengkerut sehingga bellows akan tertekan oleh pir ke bawah karena tekanan dari bellows mengecil, akibatnya toggle akan menuju titik C dan kontak-kontak terbuka sehingga motor berhenti. Perhatikan Gambar 5.5 berikut ini.

Apabila suhu evaporator sudah panas, liquid pada sensing bulb akan merasakan perubahan tersebut dan menguap sehingga tekanan bellows naik dan mendorong pir ke atas, akibatnya toggle akan menuju D dan kontak-kontak menutup sehingga motor berjala lagi. System toggle ini lebih banyak digunakan pada domestic refrigerator, air conditioning dan commercial system dibandingkan dengan yang magnet permanent.



Gambar 2.1 Mekanik dari thermostat system ungkit

2.2.2 Pengaturan Suhu Melalui Tekanan

Prinsip kerja pressure motor control sama dengan thermostat. Pressure motor control ini digunakan sebagai pengaman terutama pada commercial system.

Bagian-bagian terpenting dari pressure motor control terdiri dari :

- bellows yang dihubungkan dengan pipa kapiler
- spring
- baut pengatur
- kontak-kontak listrik yang menghubungkan motor penggerak dengan sumber

Cara kerjanya hampir sama dengan thermostat, yaitu adanya tekanan dari spring dan tekanan bellow yang menggerakkan kontak-kontak atau saklar motor penggerak. Hanya di sini tekanan bellows dipengaruhi oleh tekanan dari system di mana pengaman dipasang.

Ada dua macam pressure motor control yaitu :

1. High pressure safety cut-out
2. Low pressure safety cut-out

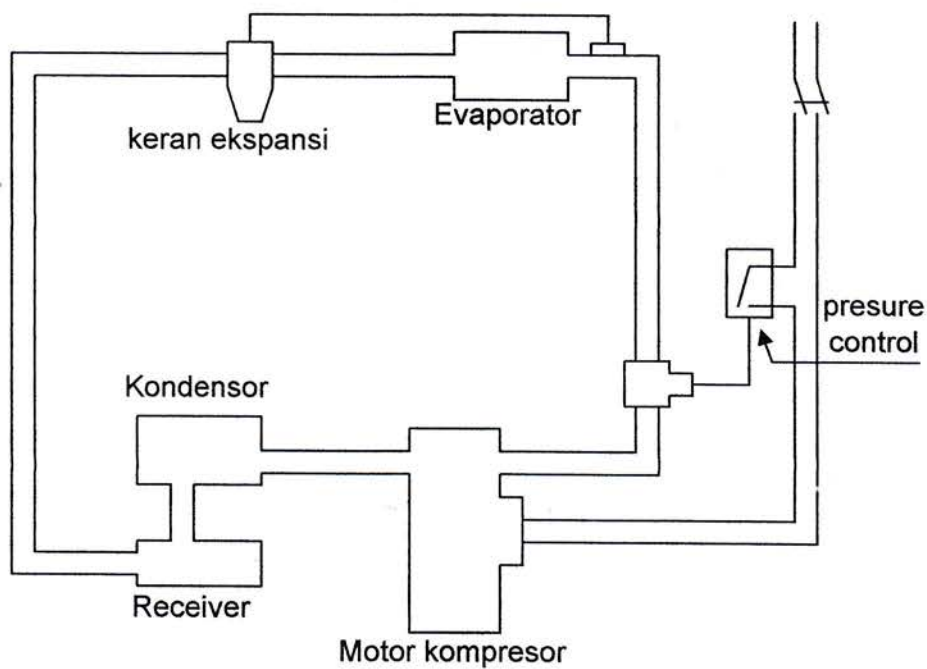
Pada high pressure safety cut-out pipa kapiler dihubungkan dengan silinder head dari kompresor (high pressure). Apabila tekanan dari high pressure melebihi batas yang telah ditentukan bellows akan memutuskan rangkaian dan motor berhenti. Hal ini apabila dibiarkan terus menerus, temperature akan semakin tinggi dan dalam batas-batas yang tertentu akan berakibat fatal pada kompresornya. Lagipula jika suhu dari uap refrigerant dan minyak pelumas sangat tinggi akan ikut terpompa keluar. Apabila uap refrigerant dan pelumas mengandung uap air, kotoran, carbon, asam, dan lain-lainnya akan menyebabkan system menjadi buntu.

High pressure safety cut-out akan bekerja apabila :

1. sirkulasi udara pada kondensor kurang, kondensor kotor, (pendinginan kurang)
2. terlalu banyak beban (yang harus didinginkan)

Low pressure safety cut-out di sini juga berfungsi sebagai pegaman. Pendinginan dari motor kompresor tergantung dari jumlah dan suhu dari uap refrigerant yang masuk suction line. Jika tekanannya terlalu rendah, motor kompresor akan menjadi panas. Sebelum terjadi kerusakan, low pressure

safety cut-out akan bekerja menghentikan motor secara otomatis. Lihat Gambar 5.6 berikut.



Gambar 2.2 Low pressure safety cut-out

BAB III

TUJUAN DAN KONTRIBUSI PENELITIAN

3.1 TUJUAN PENELITIAN

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah melakukan upaya penghematan energi listrik melalui AC individual yang bekerja secara otomatis dalam pengaturan temperaturnya. Dengan merancang pengendali temperature AC individual secara otomatis yang bekerja sesuai dengan kebutuhan dan kondisi dari karakteristik atau perilaku ruangan suatu gedung sehingga energi yang digunakan dapat dihemat dan diatur. Hal ini diharapkan dengan dilakukan pengaturan penggunaan perangkat listrik atau elektronik seperti AC, akan dapat mengurangi konsumsi energi listrik yang digunakan dalam rentang waktu tertentu.

Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan PLC sebagai pengatur kecepatan putar Motor pada Kompresor AC yang dipengaruhi oleh temperatur ruangan. Hal ini dikarenakan, jika motor berputar dengan cepat maka energi yang diperlukan akan lebih besar jika dibandingkan dengan pada saat motor berputar pada kecepatan rendah. Jadi ketika temperatur ruangan lebih rendah dari referensi, motor akan berputar lebih rendah jika dibandingkan dengan ketika temperatur ruangan lebih tinggi dari referensi, karena kompresor akan terus berusaha menyesuaikan temperatur ruangan dengan temperatur referensi.

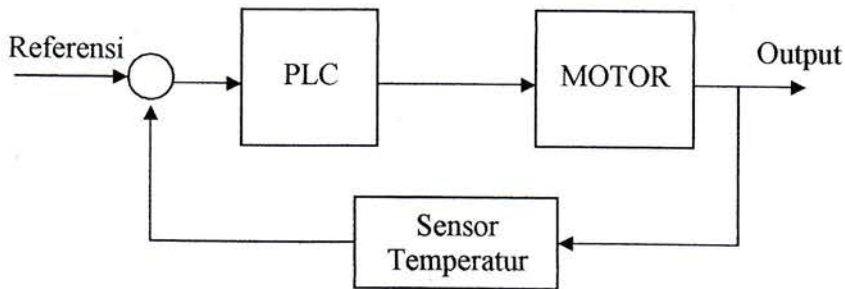
3.2 KONTRIBUSI PENELITIAN

Pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi ini, apabila berhasil, penerapannya akan dimulai dari pemasangan di gedung-gedung pemerintah daerah sebagai pilot project, kemudian dilanjutkan kepada gedung-gedung pelayanan masyarakat lainnya seperti hotel, bank, kampus, dan lain sebagainya. Sehingga hal ini akan terjalin kerja sama antara pihak universitas dengan instansi pemerintah maupun swasta yang ada di sekitar Medan maupun Sumatera Utara.

Kemudian pada akhirnya diharapkan dapat membantu program pemerintah di dalam penghematan energi listrik melalui konservasi energi ini pada gedung-gedung pemerintah maupun swasta karena hal ini dapat dilakukan dengan memasang pengendali pada alat listrik seperti AC.

BAB IV METODE PENELITIAN

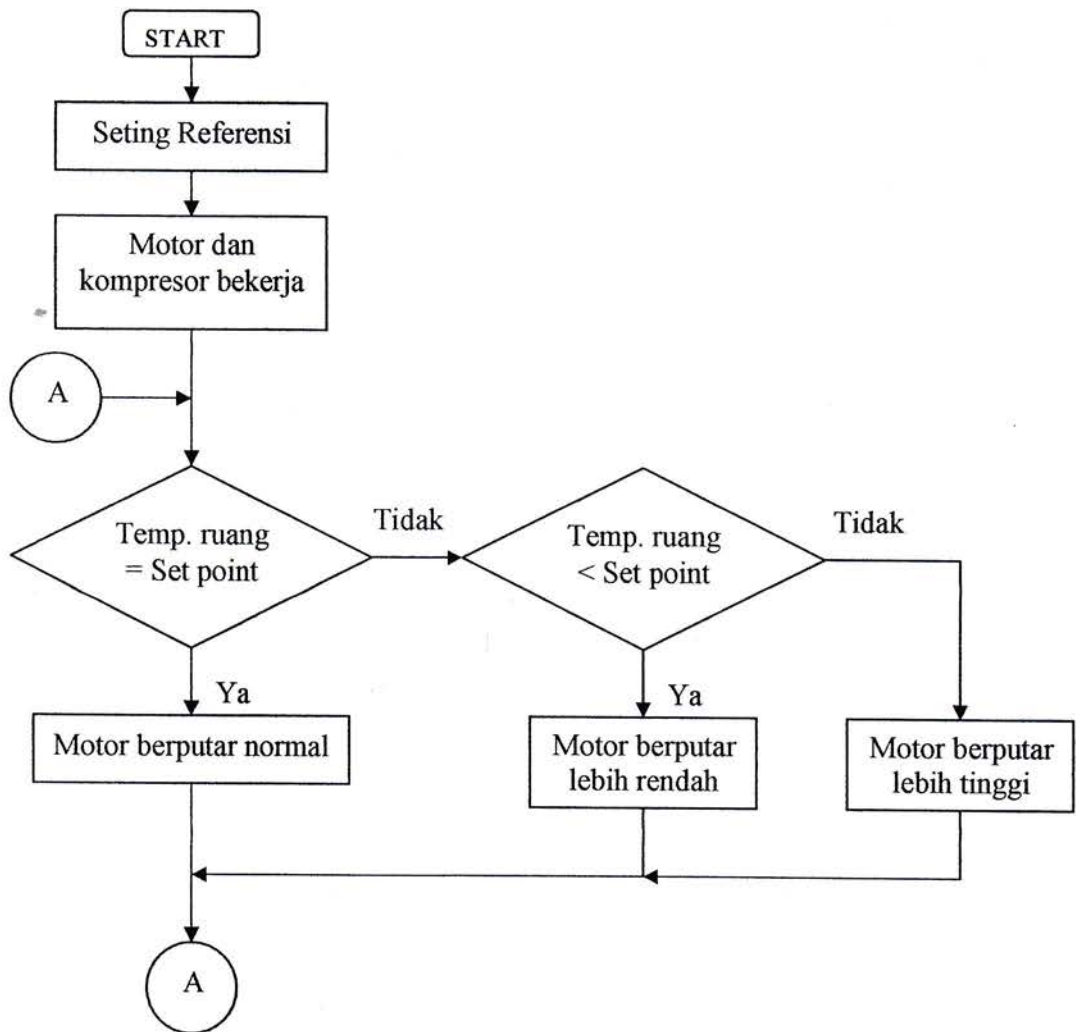
Metoda pengaturan kecepatan motor ini akan digambarkan seperti pada blok diagram dan flowchart berikut ini.



Gambar 4.1 Blok Diagram Pengendali Motor Kompresor

Gambar 4.1 menunjukkan kerja dari pengendali motor kompresor secara blok diagram. Langkah pertama adalah menentukan setting temperatur (referensi), kemudian PLC akan bekerja mengatur suplay tegangan untuk motor sehingga kompresor menghasilkan temperatur yang sama dengan referensi. Apabila temperatur yang dihasilkan tidak sama dengan referensi karena pengaruh ruangan yang banyak aktifitasnya sehingga temperaur ruangan meningkat, maka sensor temperatur akan memberi informasi kepada PLC untuk merubah suplay tegangan yang diberikan kepada motor, sampai temperatur yang dihasilkan kompresor sama dengan temperatur referensi kembali. Hal ini terus bekerja berulang secara otomatis untuk menghasilkan temperatur sesuia dengan referensi walaupun aktifitas ruangan berubah.

Dari Gambar 4.2 terlihat bahwa pengaturan ditentukan dengan set point dari referensi temperatur yang ditentukan sebelumnya. Jika temperatur lingkungan normal, artinya sama dengan referensi maka motor akan berputar secara normal, tetapi jika temperatur ruangan lebih kecil dari referensi, maka motor akan berputar lebih lambat dari kecepatan normal dan jika temperatur ruangan lebih tinggi, maka motor akan berputar lebih cepat. Demikian seterusnya pengendali bekerja secara berulang.



Gambar 4.2 Flowchart Pengendali Motor Kompresor

Langkah-langkah pengamatan dan pemasangan PLC pada sebuah AC individual sebagai penghemat energi listrik, secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Mengukur konsumsi energi listrik AC sebelum pemasangan PLC
- b. Menentukan jenis dan posisi sensor yang akan digunakan
- c. Melakukan pemilihan jenis dan tipe PLC yang diperlukan
- d. Merancang pengendali dan program pengendali seluruh system
- e. Pengujian seluruh system
- f. Pengukuran konsumsi energi listrik AC dalam rentang waktu tertentu setelah pemasangan PLC

- g. Membandingkan hasil pengukuran pada poin a. dengan hasil pengukuran yang dilakukan pada poin f dalam rentang waktu yang sama.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 PENGENDALI TEMPERATUR AIR CONDITIONER

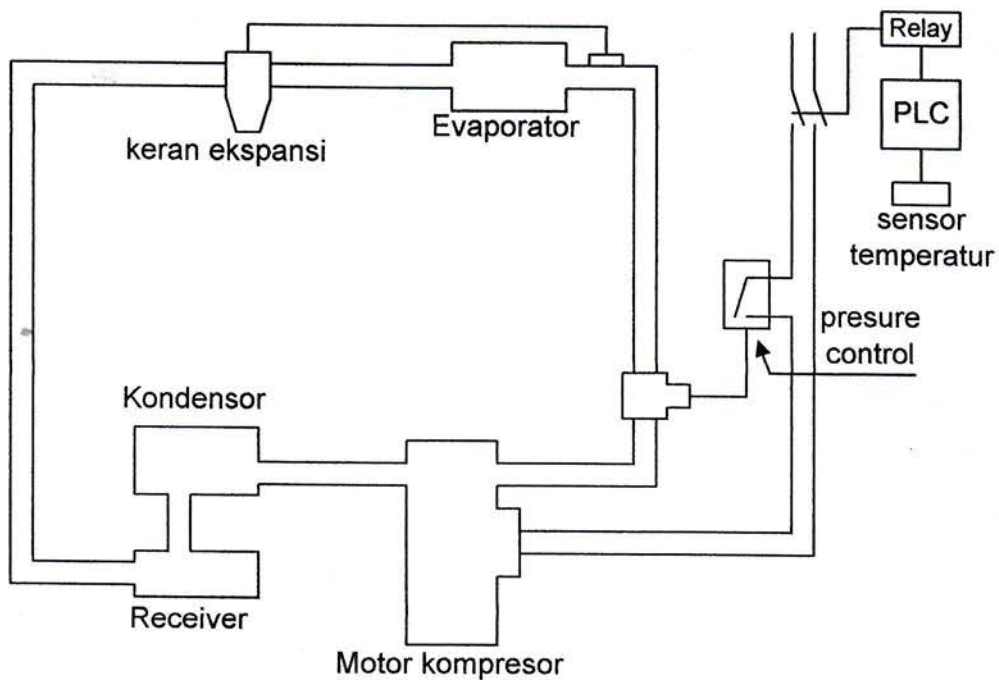
Pengendali temperatur pada AC (Air Conditioner) yang digunakan adalah PLC (Programable Logic Controller) Tipe Smart Relay Merek Zelio buatan Schneider. PLC ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Reference	: SR2B121BD
Power Supply	: 24VDC
Input Discrete	: 4
Input Analog	: 4 (0-10V)
Output Discrete	: 4 Relay
Screen Keyboard	: yes
Clock	: yes
Language	: FBD/LD
FBD (Function Block Diagram)	
LD (Ladder)	

PLC ini ditempatkan di luar AC namun bagian output-nya dihubungkan dengan kontaktor supply Motor Kompresor, sedangkan input-nya dihubungkan dengan Sensor Temperatur. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut ini.

Relay merupakan pemutus arus yang dikendalikan oleh PLC. Relay dalam hal ini digunakan sebagai pengaman PLC dari kerusakan akibat hubung singkat atau hal lain.

Sedangkan sensor temperature ditempatkan di daerah yang sensitive terhadap perubahan temperature dimana AC ditempatkan. Pada penelitian ini sensor temperature ditempatkan ditengah-tengah ruangan karena aktifitas yang sering terjadi perubahan adalah ditengah-tengah ruangan tersebut. Perubahan temperature diakibatkan karena adanya tamu yang dating seperti mahasiswa atau orang lain yan membutuhkan informasi dan pelayanan.



Gambar 5.1 Rangkaian Pengendali Temperatur AC

5.2 PROGRAM PENGENDALI TEMPERATUR AIR CONDITIONER

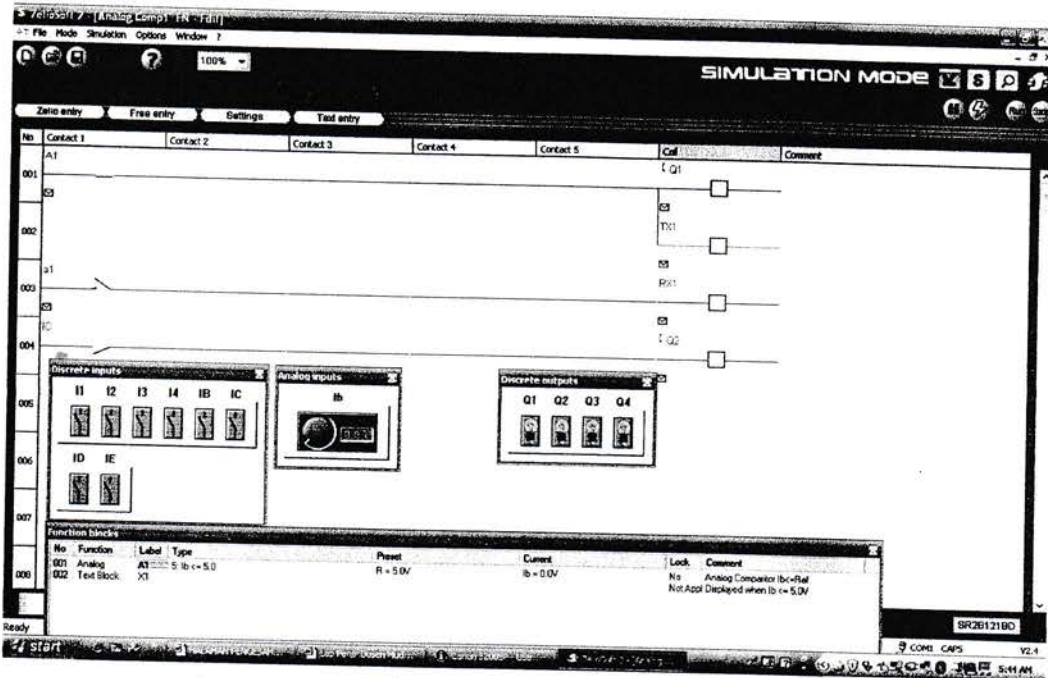
Program pengendali dibuat dengan menggunakan Software ZelioSoft 2 dan dirancang dalam Diagram Ladder.

Program yang dirancang secara lengkap ditunjukkan pada Gambar 5.2. Sedangkan hasil simulasinya secara berturut-turut ditunjukkan pada Gambar 5.3 sampai dengan Gambar 5.7.

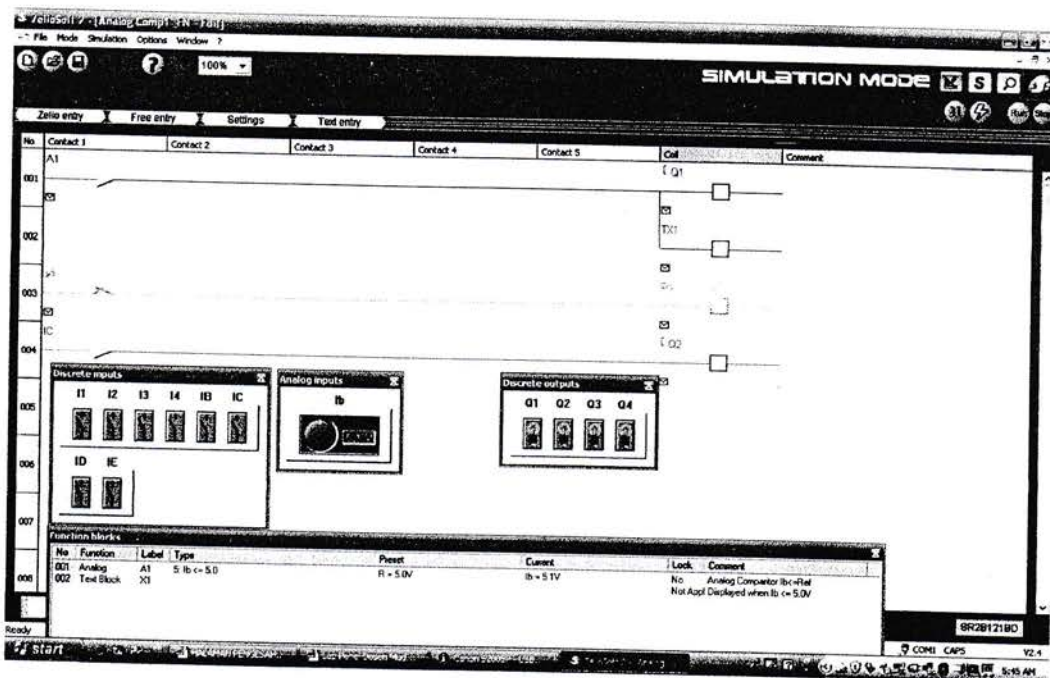
Sensor Temperatur dihubungkan dengan konektor Input 5 (I5). Sedangkan Relay yang mengendalikan Motor Kompresor dihubungkan dengan konektor Output 1 (Q1).

Pada pengendali ini sensor sebelum dihubungkan dengan Input Analog terlebih dahulu dihubungkan dengan Rangkaian Penguat yang terbuat dari Op-Amp yang berfungsi sebagai penguat tegangan agar dapat dibaca oleh PLC.

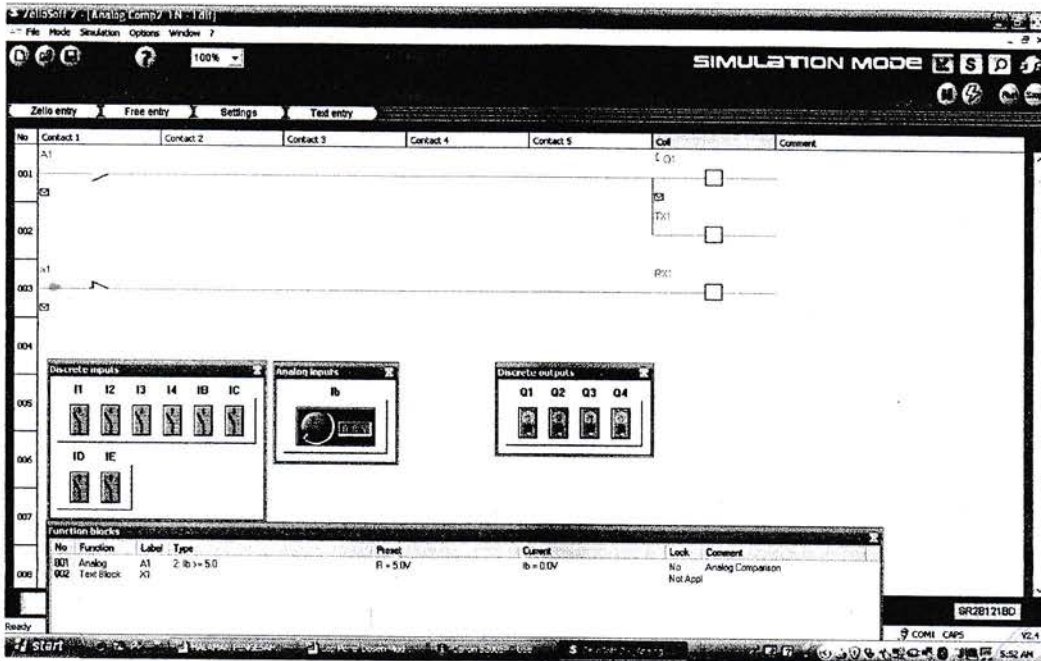
Sedangkan output-nya dihubungkan dengan Relay agar dapat langsung dihubungkan dengan kontaktor Supply Tegangan pada Motor Kompresor. Relay ini juga dapat berfungsi sebagai pengaman.



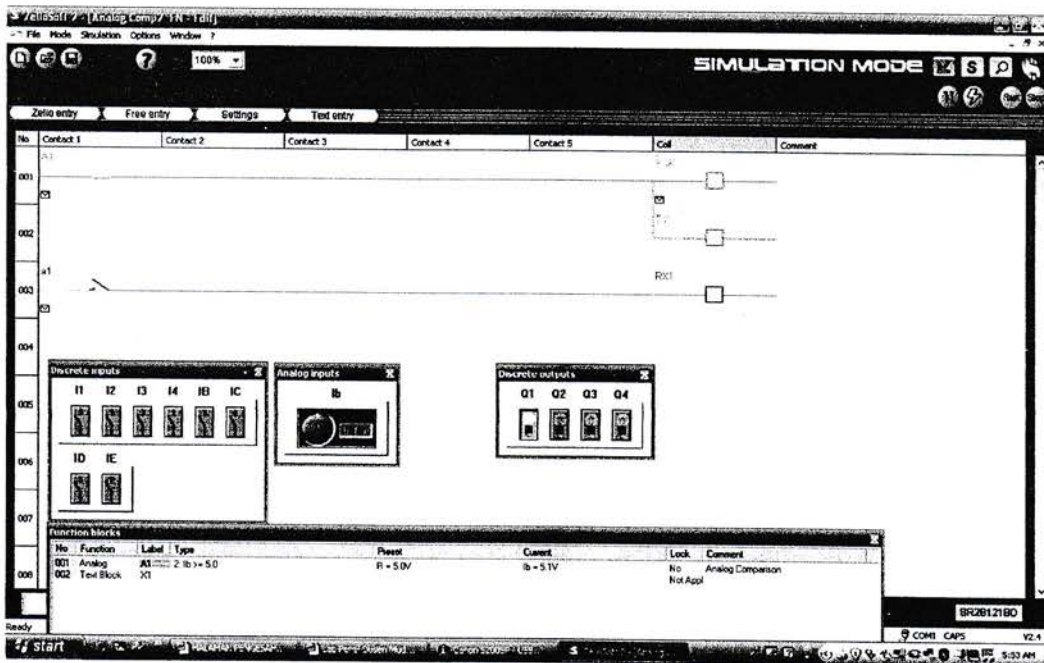
Gambar 5.2 Program Pengendali Motor Kompresor



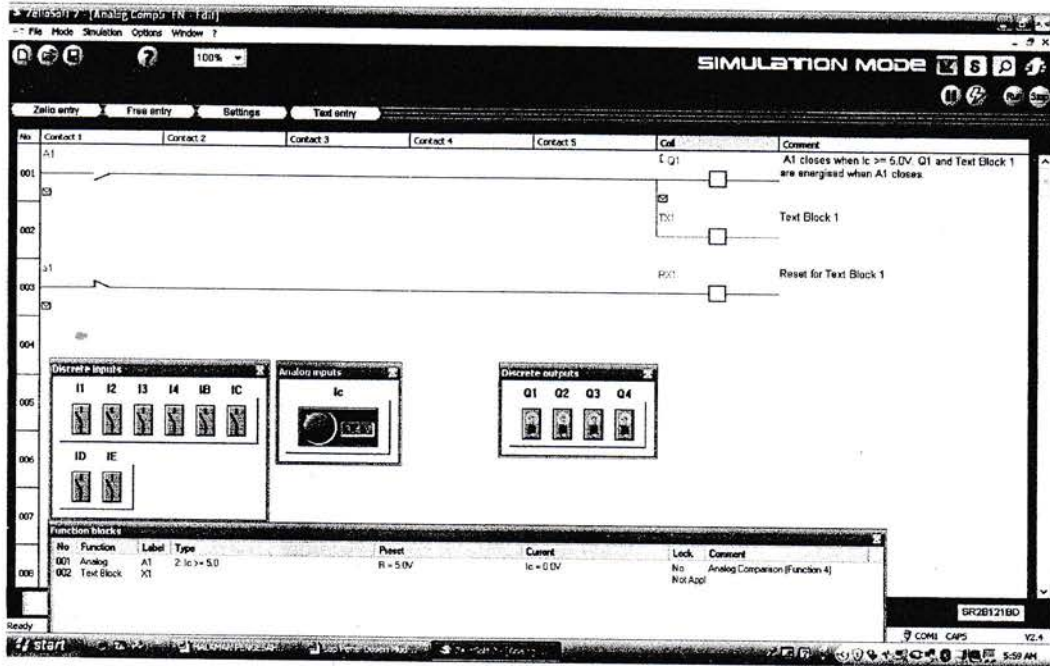
Gambar 5.3 Program simulasi ketika temperature di bawah referensi



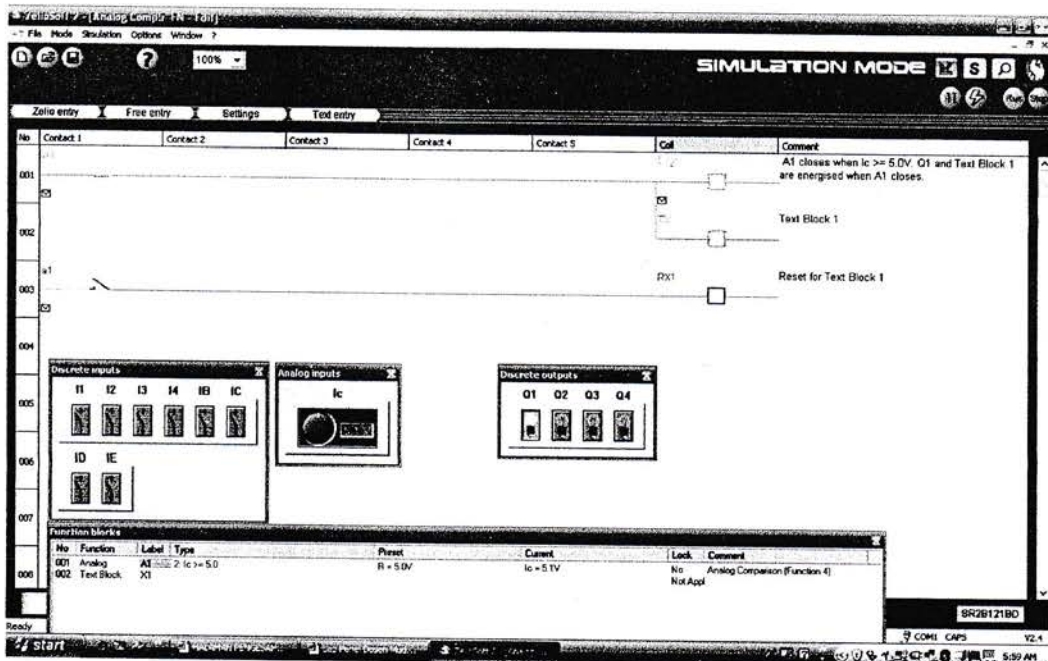
Gambar 5.4 Program simulasi tipe ke dua



Gambar 5.5 Hasil simulasi program tipe ke dua



Gambar 5.6 Program simulasi tipe ke tiga



Gambar 5.7 Hasil simulasi program tipe ke tiga

5.3 DATA HASIL PENGUKURAN

Data hasil pengukuran dapat ditunjukkan dalam dua katagori yaitu data sebelum dipasang pengendali dan data setelah dipasang pengendali.

Dari kedua hal tersebut pengukuran difokuskan hanya kepada konsumsi energi yang terpakai oleh AC selama beroperasi, baik pada saat sebelum dan sesudah dipasang pengendali dan kemudian dibandingkan dari hasil keduanya dalam selang waktu yang sama. Data temperature ruangan juga selama pengukuran terus dipantau dan dapat dilihat pada Tabel yang ditunjukkan berikutnya.

5.3.1 SEBELUM DIGUNAKAN PENGENDALI

Data hasil pengamatan pada percobaan, ketika kondisi normal tanpa ada pengendali motor dalam rentang waktu tertentu dapat ditunjukkan pada Table 5.1 di bawah ini. Data tersebut diambil pada bulan September dan Oktober tahun 2005 selama dua bulan penuh. Data diambil setiap hari dan ditabulasi dihitung hasil pengamatan rata-rata dalam satu minggu. Pengamatan dilakukan dari mulai hari Senin sampai dengan hari Sabtu dari Jam 08.00 – 16.00, kecuali hari Sabtu sampai dengan Jam 14.00.

Tabel 5.1 Data Hasil Pengamatan Tanpa Pengendali

Waktu Pengamatan Bulan Sept. 2005	Temperatur Rata-rata (°C)	Lama Waktu Kerja Motor Rata-rata (jam)	Energi Listrik Rata-rata yang Digunakan (KWh)
Minggu I	28	46	5
Minggu II	27	45	5
Minggu III	28	46	5
Minggu IV	28	42	4
Jumlah		179	19

Keterangan :

- Temperatur ruangan diukur menggunakan Termometer Ruangan
- Lama waktu kerja motor diukur dengan Stopwatch
- Energi Listrik diukur dengan KWh Meter

5.3.2 SETELAH DIGUNAKAN PENGENDALI

Data hasil pengamatan dilapangan ketika kondisi normal dengan pengendali pompa dalam rentang waktu tertentu dapat ditunjukkan pada Table 5.2 berikut :

Tabel 5.2 Data Hasil Pengamatan Dengan Pengendali

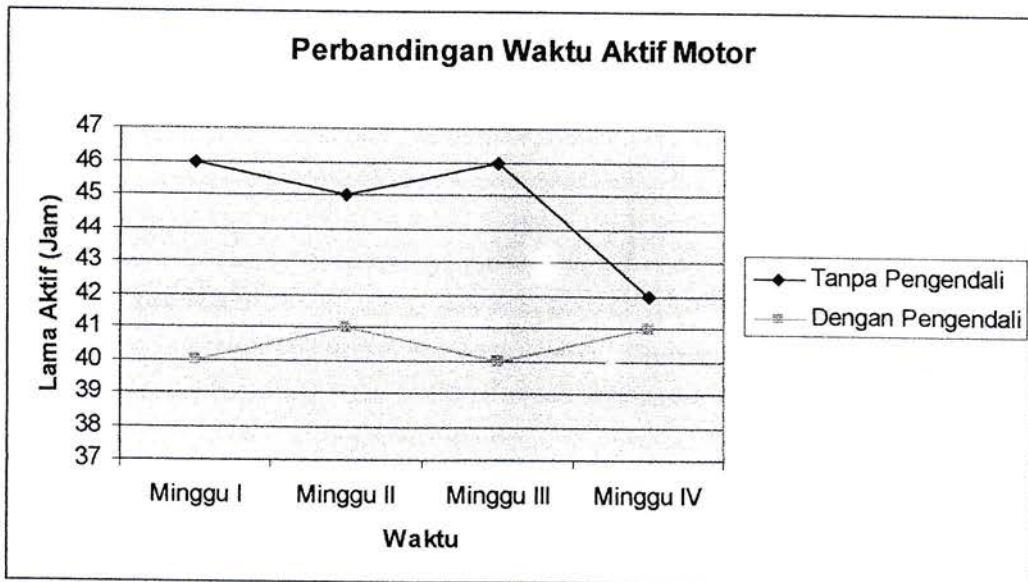
Waktu Pengamatan Bulan Okt. 2005	Temperatur Rata-rata (°C)	Lama Waktu Kerja Motor Rata-rata (jam)	Listrik Rata-rata yang Digunakan (KWh)
Minggu I	28	40	4
Minggu II	27	41	4
Minggu III	27	40	4
Minggu IV	28	41	4
Jumlah		162	16

Keterangan :

- Temperatur ruangan diukur menggunakan Termometer Ruangan
- Lama waktu kerja motor diukur dengan Stopwatch
- Energi Listrik diukur dengan KWh Meter

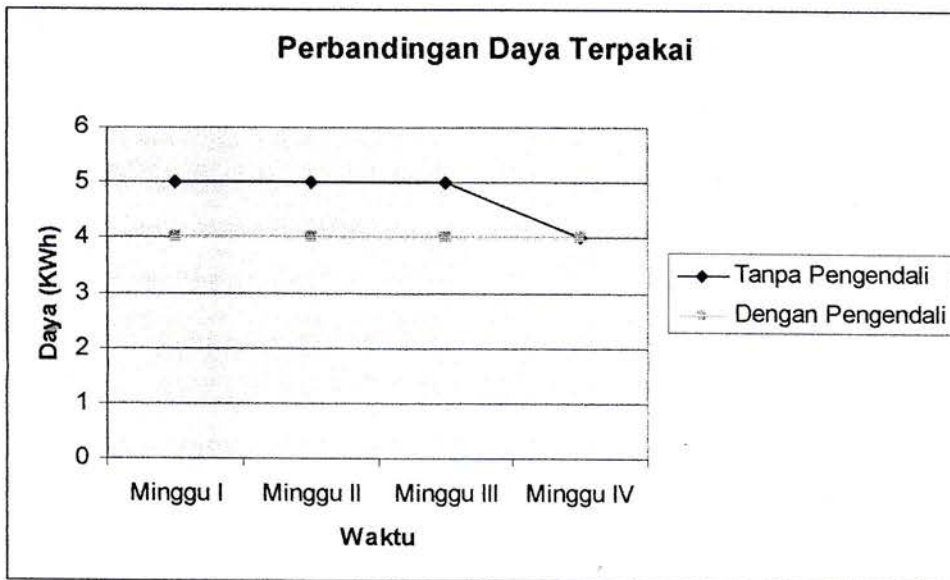
5.4 PEMBAHASAN

Dari Tabel 5.1 dan 5.2 dapat dilihat bahwa perbandingan aktif motor kompresor sebelum dan setelah dipasang pengendali terdapat perbedaan seperti ditunjukkan pada Gambar 5.8 di bawah ini.



Gambar 5.8 Perbandingan Waktu Aktif Motor

Dari Gambar 5.8 di atas terlihat bahwa terdapat penurunan waktu kerja motor ketika setelah dipasang pengendali sebesar 9%.



Gambar 5.9 Perbandingan Daya Terpakai

Dari Gambar 5.9 di atas dapat dilihat bahwa daya terpakai pada saat tanpa pengendali dalam rata-rata temperature 27,9 °C dan dengan pengendali dalam temperature rata-rata 27,5 °C terdapat penurunan sebesar 15%. Walaupun pada minggu IV memerlukan energi yang sama namun waktu aktif motor lebih rendah yaitu 41 jam ketika dipasang pengendali sedangkan ketika sebelum dipasang pengendali memerlukan waktu 42 jam.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. PLC jenis Smart Relay Merek Zelio dapat digunakan sebagai pengendali temperature Air Conditioner yang baik dan simple.
2. Pengendali Temperatur yang dirancang untuk Air Conditioner Merek General, ½ PK dapat mengurangi konsumsi energi listrik sebesar 15 % selama satu bulan.
3. Pengendali Temperatur yang dirancang dapat mengurangi waktu operasinal Motor Kompresor Air Conditioner sebesar 9%.
4. Penggunaan Termokopel sebagai sensor temperature pada system pengendali ini tidak mempengaruhi performansi kerja pengendali yang dirancang.
5. Penempatan posisi Sensor Temperatur di dalam ruangan sangat menentukan performansi kerja pengendali.
6. Pengendali yang dirancang didasarkan kepada perubahan temperature ruangan yang menjadi masukan pada PLC untuk menghubungkan atau memutuskan konektor pada supply motor kompresor.

6.2 SARAN-SARAN

Penelitian ini masih harus dilanjutkan untuk memperoleh hasil yang lebih optimal. Untuk itu dapat diberikan saran-saran sebagai berikut :

1. Untuk memperoleh data temperature ruangan sebagai masukan pengendali yang lebih mewakili seluruh ruangan dapat menggunakan lebih dari satu sensor temperature, dan penggunaan PLC sebagai pengendali sangat memungkinkan karena PLC memiliki beberapa input analog yang dapat digunakan untuk membaca sensor temperature.
2. Penempatan sensor pada ruangan dapat mengambil acuan frekwensi aktifitas yang terjadi pada ruangan tersebut, karena perubahan temperature ruangan sangat ditentuka oleh aktifitas tersebut.

Daftar Pustaka

1. **Marwan Affandi**, 2005, Program Konservasi Energi Sebagai Upaya Penghematan Energi di Indonesia, Departemen Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara.
2. **Marwan Affandi**, 2004, Energi Saving in An Air-Conditioning System Using An Inverter and A Temperature Speed Controller, Doctoral Thesis, UTM, Malaysia.
3. **Syaeta Elfi Santi**, 2001, Sistem Kontrol Temperatur pada Proses Pengeringan Pakan Udang dengan Menggunakan PLC, Tugas Akhir Sarjana, ITM, Medan
4. **Supriyanto**, 2005, Menunda Kelangkaan Penyediaan Listrik dengan Demand Side Management (DSM), PT. PLN (persero) Sumatera Utara.
5. **Supriyanto**, 2005, Menghemat Penggunaan Energi Berdampak pada Penundaan Kelangkaan Penyediaan Listrik, PT. PLN (persero) Sumatera Utara.

SPESIFIKASI AC (Air Conditioner) YANG DIGUNAKAN

Merek : Fujitsu General
Model : AOG9ANJC
Serial No. : E028147
Power Supply : 220 – 240 V, 50 Hz

Cooling

Capacity : 2.60 – 2.60 kW
Current : 3.5 – 3.3 A
Input : 0.76 – 0.79 kW
Indor (DB/WB) : 22/19 °C
Outdor (DB/WB) : 35/24 °C
Refrigerant : R22, 770 g

Spesifikasi PLC (Smart Relay)

Reference : SR2B121BD
Merek : Zelio
Power Supply : 24VDC
Input Discrete : 4
Input Analog : 4 (0-10V)
Output Discrete : 4 Relay
Screen Keyboard : yes
Clock : yes
Language : FBD/LD
FBD (Function Block Diagram)
LD (Ladder)

PERSONALIA PENELITIAN

1. Ketua Penelitian

- a. Nama : Drs. Dadan Ramdan, MEng. MSc.
- b. Gol. Pangkat : Ilc, Penata, NIP. : 131 847 930
- c. Jab. Fungsional : Lektor
- d. Jab. Struktural : Dekan
- e. Fak./Prodi : Teknik/Teknik Elektro
- f. Perguruan Tinggi : Universitas Medan Area
- g. Bidang Keahlian : Teknik Elektro
- h. Waktu untuk Penelitian ini : 12 jam/minggu

2. Tenaga Laboran/Teknisi

- a. Nama : Asrin
- b. Keahlian : Teknik Mesin

3. Pekerja Lapangan : -

4. Tenaga Administrasi : Rustiana Silaban, SSos.