

Perancangan Pengontrol *Temperature Multi Range* Menggunakan *Programmable Logic Controller (PLC)*

The Design Multi Range Temperature controlled using Programmable Logic Controller (PLC)

Tuti Angraini & Anton

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang Kampus Unand Limau Manis Padang 25163
Telp. 0751-72590 Fax. 0751-72576

ABSTRACT

This Research in the form of design, application of Programmable Logic Controller (PLC) as system control Temperature of Multi Range, using IC LM 35 and Thermocouples as censor. Plant to be controlled is: Fan, arranging temperature room with the definition temperature between 25 °C - 30 °C. Induction machine, controlled at temperature 65 °C until 75 °C. Heater System, controlled at temperature 85 °C until 120 °C. Output of censor in the form of analog so that needed by change from analog to digital (ADC), what is needed by as input of PLC

Keywords: Censor, Temperature, ADC, PLC

PENDAHULUAN

Sistem pengontrolan multi range adalah bahagian dari pemanfaatan beberapa jenis sensor untuk melakukan aktifitas kerja, dalam hal ini dapat mengontrol suatu peralatan (plant), yaitu pengontrolan temperatur kamar, temperatur peleburan besi pada industri logam, temperatur mesin dan lain sebagainya.

Dewasa ini manusia telah banyak merancang alat pengontrol yang dapat menggantikan pekerjaan manusia, dengan memanfaatkan berbagai jenis software dan hardware yang digunakan, salah satunya adalah PLC. PLC telah banyak diaplikasikan untuk mengontrol peralatan baik di lingkungan industri, perkantoran, tempat-tempat umum bahkan di lingkungan rumah tangga. Adapun alasan PLC mengapa banyak digunakan adalah karena harganya relatif lebih murah untuk pengontrolan peralatan yang besar dan rumit, lebih praktis, mudah dipahami, tidak memerlukan pengkabelan yang rumit dan jika ingin mengubah sistem pengontrolan dapat dilakukan hanya dengan mengubah ladder diagram (program).

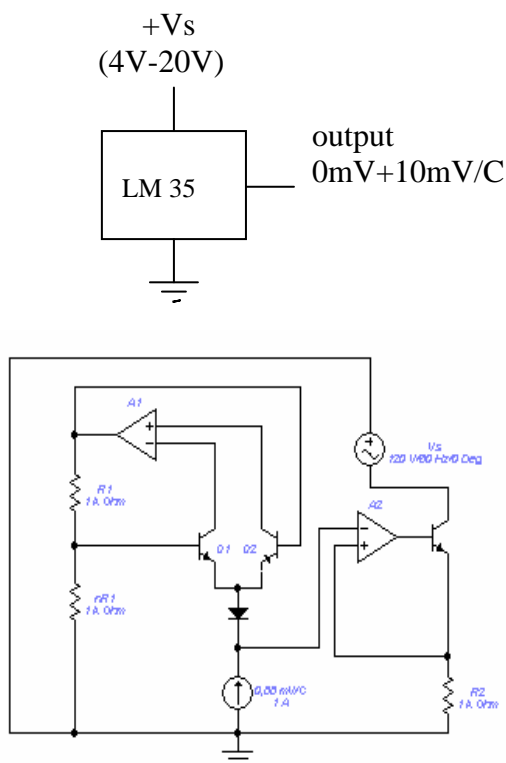
Rancangan ini merupakan aplikasi PLC di lingkungan industri yaitu PLC diaplikasikan untuk mengontrol temperatur

multi range. Sistem pengontrolan temperature multi range ini dapat disesuaikan berdasarkan batasan suhu yang dikontrol. Jadi dengan sistem pengontrolan ini dapat dikontrol temperatur dengan range yang telah ditetapkan. Selain untuk mengontrol temperatur pada range yang ditetapkan, sistem pengontrolan ini juga mengontrol temperatur heater, yaitu mengatur kapan heater akan hidup dan kapan heater akan mati. Salah satu dari bentuk sensor yang digunakan adalah sensor suhu. Jenis sensor suhu diantaranya berbentuk IC. Sensor rangkaian terpadu (IC) menggunakan chip silicon untuk elemen yang merasakan (sensor) mempunyai konfigurasi output tegangan dan arus. Sensor IC ini menghasilkan output yang sangat linear diatas rentangan kerja. Salah satu tipe dari sensor IC ini adalah IC LM 35.

IC LM 35 adalah pengindera suhu atau temperatur yang memberikan tegangan keluaran yang berbanding langsung dengan suhu/temperatur yang diukur dalam derajat celcius. Ini berarti apabila suhu yang terbaca 0^oc maka tegangan keluaran adalah 0 volt. tegangan keluaran pada IC LM 35 ini akan naik dengan kenaikan 10 mV untuk setiap derajat celcius. Ini adalah keuntungan

penting apabila dibandingkan dengan pengindera suhu lain misalnya pengindera suhu kelvin.

Apabila penginderaan temperatur kelvin dipergunakan untuk mengukur suhu dalam derajat celcius, maka diperlukan tegangan acuan yang sangat stabil yang perlu dikurangkan dari hasil pembacaan. Keunggulan lain pada IC LM 35 adalah konsumsi arus yang sangat kecil yaitu ± 60 uA.



Gambar 1. Rangkaian LM35

Tujuan dari pembuatan sistem pengendalian ini adalah:

1. Mengembangkan produk berupa modul praktek, yang dapat digunakan pada Lab sistem Kontrol dan Instrumentasi
2. Mengamati bagaimana hubungan antara perubahan temperatur dengan kemampuan kinerja sensor yang digunakan
3. Mengamati bagaimana hubungan dan karakteristik masing-masing blok, dengan cara melakukan pengukuran disetiap blok.

4. Mendesain mnemonic dan ladder diagram agar didapat suatu kondisi pengontrolan temperatur yang bervariasi (multi range) dan aplikatif

METODOLOGI

Secara umum kebanyakan sistem kontrol yang ditemukan, merupakan sistem kontrol yang hanya dapat mengontrol suatu temperatur pada skala range yang sempit, sehingga pengontrolannya berdasarkan temperatur tertentu. Dalam penelitian ini akan dibuat dapat berfungsi dalam range yang jangkauannya dapat diatur sesuai dengan kemampuan sensor yang digunakan yang memiliki batasan berkisar:

- a. 25°C s/d 30°C .
- b. 65°C s/d 75°C .
- c. 85°C s/d 120°C .

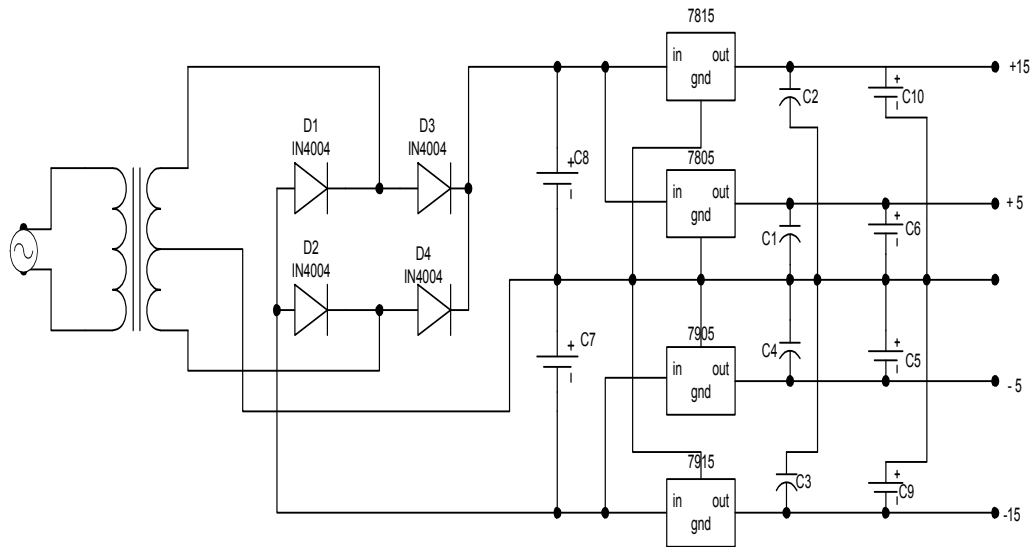
Batasan/jangkauan temperatur yang dirasakan oleh sensor seperti diatas digunakan sebagai masukan pada unit input PLC. Selanjutnya input tersebut disimpan dalam memori PLC kemudian kondisi tersebut dimanfaatkan sebagai mengaktifkan unit output, Out put tersebut telah terhubung ke Plant. Plant pertama yang digunakan disini yaitu Fan-1, aktifnya fan-1 sehingga kondisi suatu ruang yang dikontrol temperaturnya tidak melebihi batasan yang diinginkan (25°C s/d 30°C), Plant yang kedua juga menggunakan Fan (Fan-2), aktifnya fan-2 apabila temperatur motor yang ingin dikontrol temperaturnya melebihi batasan yang diinginkan (65°C s/d 75°C), Plant yang ketiga menggunakan pemanas (Heater), pemanas yang digunakan dalam hal ini akan On apabila suhu yang dihasilkan lebih kecil dari 85°C dan off apabila berada pada suhu 120°C . Adapun pengaturan temperature yang diinginkan tersebut dapat diatur dengan menggunakan pengaturan pada trimpot rangkaian Analog Digital Converter.

Disini digunakan ADC semata karena pada pengaturan analog setting pada PLC yang digunakan terbatas (hanya 2 buah setting analog), sedangkan yang harus

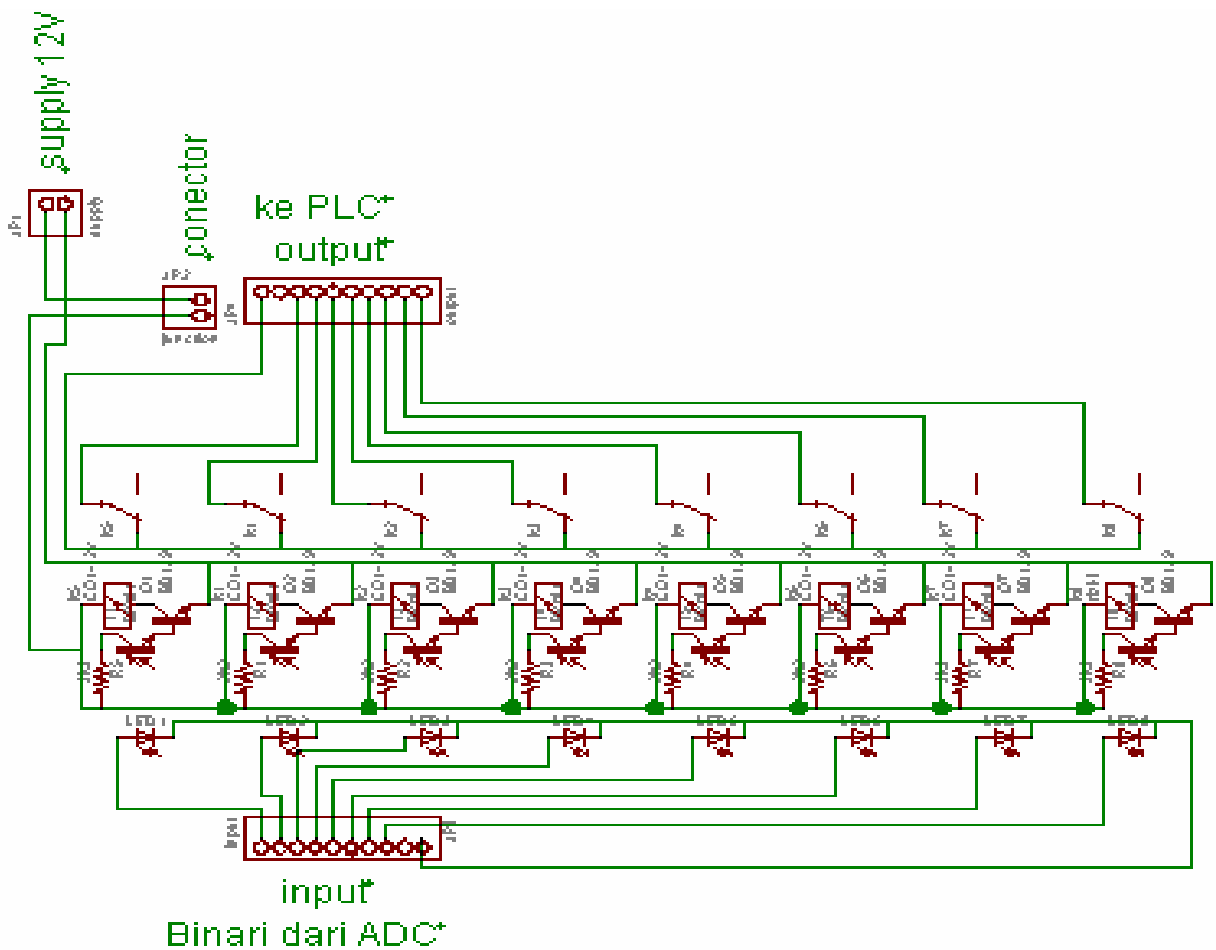
dibutuhkan adalah 3 input analog (3 plant yang dikontrol).

Bahan dan Peralatan

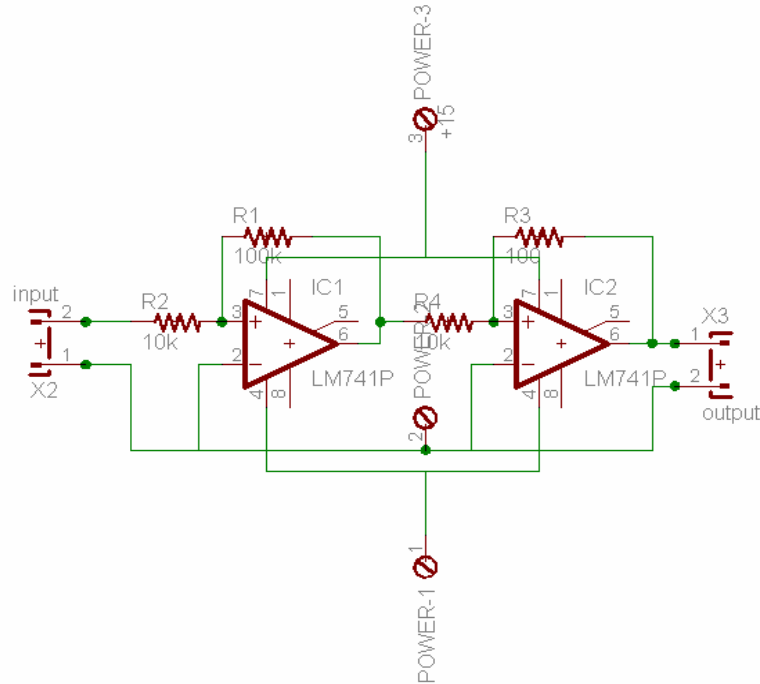
Berikut komponen dan peralatan yang digunakan dalam penelitian desain ini dalam bentuk rangkaian:



Gambar 2. Rangkaian power supply sensor



Gambar 3. Rangkaian Driver ke PLC

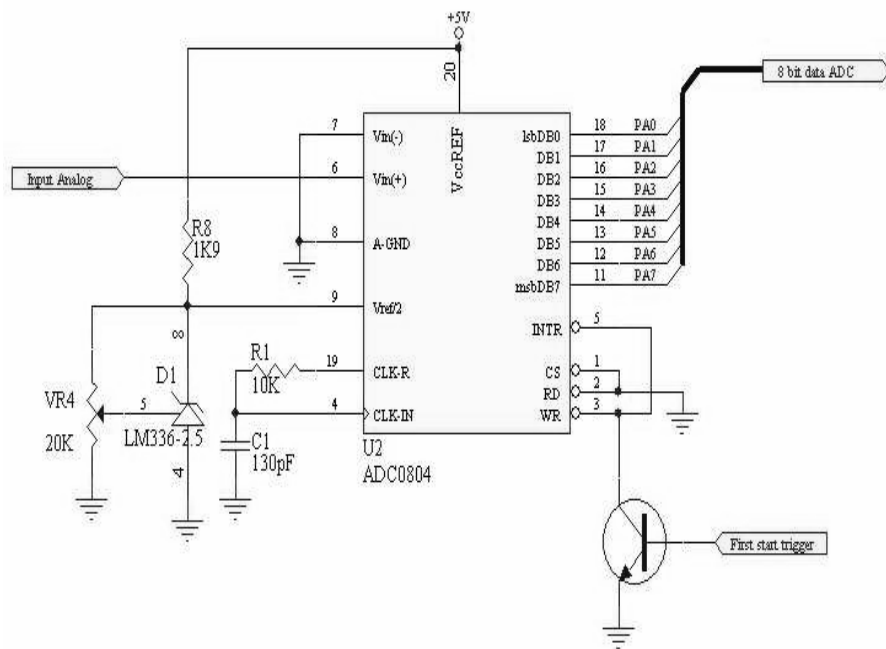


Gambar 6. Rangkaian Penguat

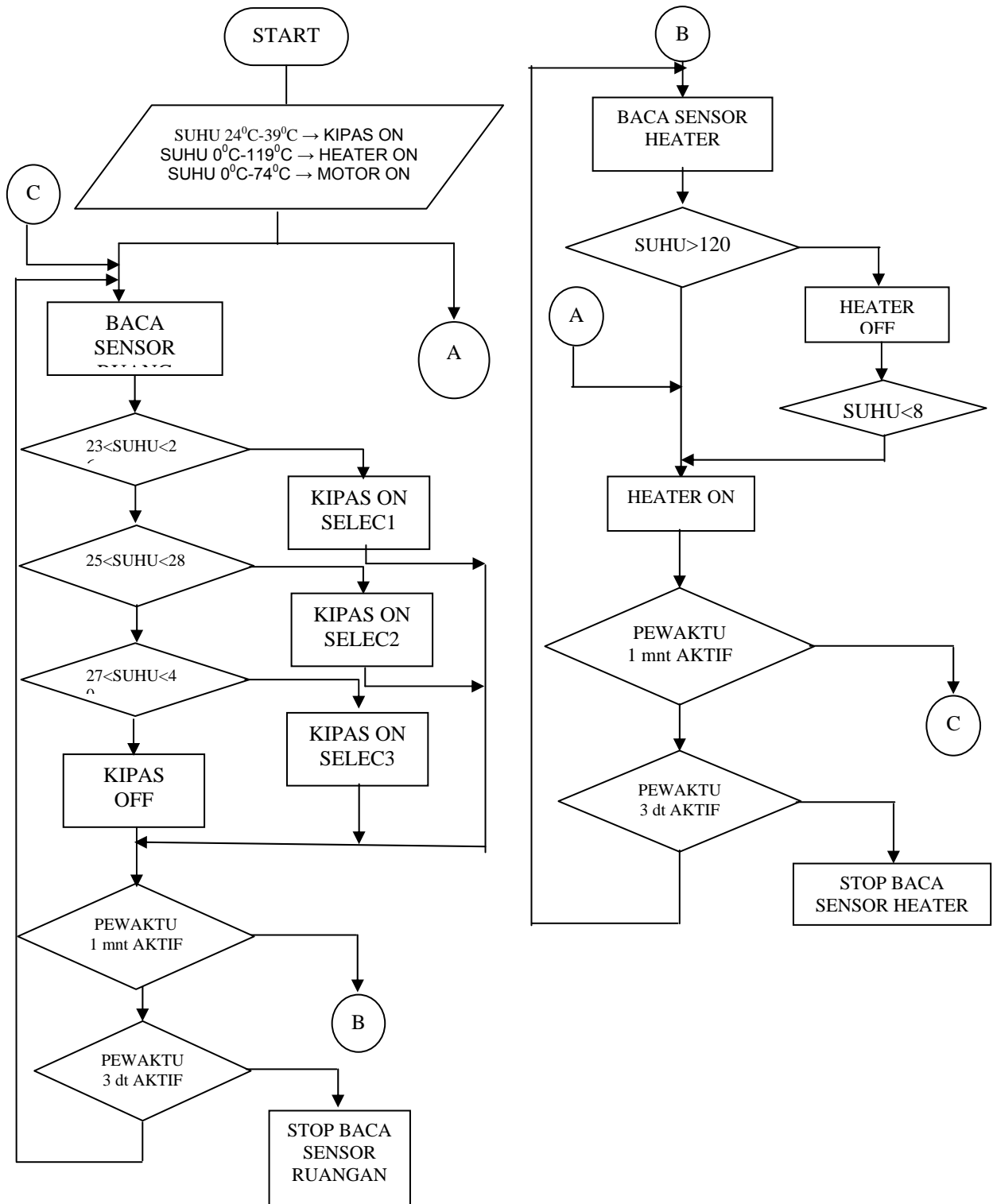
3. Konverter Analog ke Digital

Konverter Analog ke Digital atau biasa disebut *Analog to digital converter* (ADC) merupakan suatu rangkaian untuk mengubah tegangan analog menjadi bentuk digital yaitu 8 bit. Tegangan yang keluar dari LM35 harus diubah dulu kedalam

bentuk biner, karena nilai tegangan ini harus dikelompokkan ke dalam beberapa range, dan PLC hanya bisa membaca keadaan ini dalam bentuk biner (1 dan 0). Rangkaian ini akan mengubah tegangan keluaran sensor LM35 menjadi bilangan biner 8 bit.



Gambar 7. Rangkaian ADC



Gambar 8. Diagram Alir Jalannya Penelitian

HASIL

Adapun hasil yang diinginkan dari penelitian ini keadaan temperatur multi range ini adalah sistem kontrol mampu mengontrol suhu suatu ruangan dalam batas-batas range yang telah ditetapkan diantara:

Selain mengontrol suhu ruangan, alat ini juga mengontrol suhu heater dan motor. Untuk heater, heater akan mati jika suhunya mencapai 120°C dan akan hidup kembali jika suhunya telah mencapai 85°C . Dan untuk pengontrolan suhu motor, motor akan mati jika suhunya mencapai 75°C dan akan hidup kembali bila suhunya telah mencapai 65°C .

INPUT		OUTPUT	
ALAMAT	FUNGSI	ALAMAT	FUNGSI
000.00	ON	010.00	Motor
000.01	Bit 1 ADC	010.01	Heater
000.02	Bit 2 ADC	010.02	Kontrol Aktif suhu
000.03	Bit 3 ADC	010.03	Relay 1 untuk kipas
000.04	Bit 4 ADC	010.04	Relay 2 untuk kipas
000.05	Bit 5 ADC	010.05	Kontrol suhu ruangan
000.06	Bit 6 ADC	010.06	Kontrol Heater
000.07	Bit 7 ADC	010.07	Kontrol Motor
000.08	Bit 8 ADC	-	-

Suhu ruangan ($^{\circ}\text{C}$)	Keadaan kipas
0-23	OFF
24-25	ON pada select 1
26-27	ON pada select 2
28-39	ON pada select 3

Pengontrolan motor:

Keadaan awal : Motor ON
 Motor OFF : Suhu $\geq 75^{\circ}\text{C}$
 Motor ON kembali : Suhu $\leq 65^{\circ}\text{C}$

Pengontrolan heater:

Keadaan awal : Heater ON
 Heater OFF : Suhu $\geq 120^{\circ}\text{C}$
 Heater ON kembali : Suhu $\leq 85^{\circ}\text{C}$

PEMBAHASAN

Analisa yang dibuat berdasarkan ladder diagram (diagram tangga) dan tabel, yaitu keadaan yang menjadi input dan output PLC serta proses dari PC ke PLC. Tombol *START 000.08* merupakan saklar push button yang hanya memberikan

keadaan ON sesaat, untuk itu, dipakai rangkaian pengunci agar alamat ini dapat mengaktifkan keadaan keluaran sesuai dengan waktu yang ditentukan. Alamat *000.08* digunakan untuk memulai proses. Kondisi *START* inilah yang digunakan untuk mengaktifkan keadaan awal. Untuk proses seterusnya, sistem kontrol bekerja berdasarkan pembacaan sensor.

Dalam proses pengontrolan, keadaan keluaran terdiri dari dua model proses, yaitu keluaran yang beroperasi dalam batas range yang ditentukan yaitu untuk pengontrolan putaran kipas dan keluaran yang beroperasi dan berhenti beroperasi dalam batas yang ditentukan yaitu untuk pengontrolan heater dan motor.

Keadaan awal dari proses pengontrolan ini adalah pembacaan sensor dimulai dari sensor suhu ruangan selama 1 menit. *START 000.00* merupakan saklar yang memberikan aktif sesaat, agar keluarannya harus aktif dalam waktu 1 menit maka digunakan rangkaian pengunci yaitu *START 000.08* di-OR-kan dengan *Baca_S_ruang 01005* yang merupakan keluaran baris pertama. Kemudian *START 000.00* di-AND-kan dengan inverter *Baca_S_Heater 010.03* hal ini untuk membuat keluaran bekerja selama 1 menit, jika sewaktu *Baca_S_heater* aktif maka keluaran *Baca_S_ruang 010.05* akan OFF dan akan dilanjutkan pembacaan ke sensor selanjutnya. Sensor suhu ruangan akan dibaca selama 3 detik ini ditunjukkan oleh ladder baris ketiga yaitu terdapat rangkaian pemutus keluaran oleh pewaktu *tim001*. keluaran *reay8bit* merupakan keluaran yang dikhususkan untuk memberikan arus sesaat pada rangkian sensor. Jadi selama waktu 1 detik *Baca_S_ruangan 01.005* akan bekerja membaca keadaan kemudian setelah 1 detik pewaktu *TIM001* akan aktif dan *Baca_S_ruangan* tidak aktif lagi. Proses pembacaan sensor ini memiliki waktu yang sama untuk setiap sensor, dan proses pembacaan berlangsung secara kontinyu dimulai dari sensor suhu ruangan, kemudian sensor heater dengan alamat *Baca_S_heater 010.06* dan terakhir sensor

motor dengan alamat *Baca_S_Motor 010.07*, proses akan mengulang kembali ke pembacaan sensor suhu ruangan.

Untuk proses pengontrolan putaran kipas prinsipnya adalah kecepatan putaran kipas berdasarkan logika yang dibaca oleh PLC, yaitu:

- Pada suhu antara 24^0 - 25^0 kipas berada pada select 1
- Pada suhu antara 26^0 - 27^0 kipas berada pada select 2
- Pada suhu antara 28^0 - 39^0 kipas berada pada select 3

Suhu yang dibaca oleh sensor dalam bentuk analog dikonversikan ke bilangan biner oleh ADC kemudian bilangan biner ini akan menjadi inputan untuk PLC. Terdapat delapan digit keluaran ADC yang menjadi input PLC kedelapan logika ini akan dijabarkan dalam bentuk ladder diagram (diagram Tangga). Masing-masing logika disusun secara seri. Ini berarti bahwa output akan aktif jika seluruh logika ADC yang telah diset untuk keadaannya masing-masing select dalam keadaan terhubung.

Keadaan ini ditunjukkan pada ladder diagram yaitu baris ke-11 sampai baris ke 18, kemudian untuk baris selanjutnya, baris ini dijabarkan dalam logika masukan 8 bit yang dihubungkan secara seri, bit yang bernilai "1" dinyatakan dengan kontak normal terbuka sedangkan bit yang bernilai "0" dinyatakan dengan kontak normal tertutup. Masing-masing bit keluaran ADC disusun berurutan menjadi masukan PLC yang dimulai dari *Bit0_ADC 000.00* untuk bit pertama sampai *Bit7_ADC 000.07* untuk bit kedelapan atau bit terakhir. Dengan menjabarkan logika ini maka akan terbaca bilangan biner 24 dan 25 dengan alamat keluaran *Suhu_24-25 200.04*. Hal yang sama diterapkan untuk menjabarkan nilai biner untuk suhu yang lain yaitu untuk suhu 26-27 yaitu *Suhu_26-27 200.06* dan suhu 28-39 dengan alamat *Suhu_28-39 200.08*.

Salah satu keadaan suhu 24-25, 26-27 atau 28-39 akan mengaktifkan relay untuk select kipas, terdapat dua buah relay untuk mengendalikan tiga select kipas,

masing-masing relay merupakan keluaran dengan alamat *Relay1_To_Kipas 010.06* dan *Relay2_To_Kipas 010.04*. Jika keadaan suhu 28-39 maka relay1 "1" dan relay2 "1" dan kipas berada pada select3, jika keadaan suhu 26-27 maka relay1 "0" dan relay2 "1" dan kipas berada pada select2, sedangkan jika keadaan suhu 24-25 maka relay1 "1" dan relay2 "0" dan kipas berada pada select1.

Untuk selanjutnya adalah proses pengontrolan temperatur motor, untuk keadaan awal motor akan hidup, hidup motor ini diaktifkan oleh *START 000.08*, namun alamat ini hanya aktif sesaat maka diperlukan rangkaian pengunci agar motor hidup terus. Hal ini dijabarkan *START 000.08* di-OR-kan dengan keluaran *Motor 010.00* dan *Suhu_dibawah_65 210.03* ini akan membuat keluaran berlogika "1" meskipun *START 000.08* tidak aktif lagi, ini juga akan mengaktifkan motor jika suhu dibawah 65^0C .

Rangkaian ini kemudian di-AND-kan dengan inverter *Suhu_75-95 210.08*. ini dimaksudkan selama suhu motor masih dibawah 75^0C maka motor masih hidup, dan jika suhu mencapai 75^0C - 95^0C motor akan mati, karena diputuskan oleh inverter *Suhu_75-95 220.03*.

Untuk proses pengontrolan temperatur heater, keadaan awal proses adalah heater akan hidup. Heater akan terus hidup kecuali jika temperature heater sudah mencapai 120^0C maka heater harus mati dan heater baru hidup kembali jika suhunya telah turun mencapai 85^0C . Untuk proses pengontrolan ini juga dipakai rangkaian pengunci yaitu *START 000.08* di-OR-kan dengan keluaran *Heater 010.01* dan *Suhu_210_heater 220.05* ini akan membuat keluaran berlogika "1" meskipun *START 000.08* tidak aktif lagi, logika ini juga akan mengaktifkan heater jika suhu dibawah 85^0C . Rangkaian ini di-AND-kan dengan inverter *Suhu_390_heater 220.04*. ini dimaksudkan selama suhu heater masih berada dibawah 85^0C maka motor masih hidup, alamat ini juga digunakan untuk menghidupkan heater kembali jika suhu

telah dibawah 85°C dan jika suhu mencapai 120°C heater akan mati, karena diputuskan oleh inverter work area *Suhu_390_heater 220.04*.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian desain perangkat lunak dan perangkat keras dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Batasan pengontrolan suhu yang didapat adalah 25°C s/d 30°C ; 65°C s/d 75°C ; 85°C s/d 120°C .
2. Perancangan ladder diagram (diagram tangga) untuk pengelompokan suhu didasarkan atas logika keluaran ADC sedangkan perancangan ladder diagram proses pengontrolannya didasarkan atas logika yang harus dilaksanakan oleh keluaran PLC yang merupakan umpan balik untuk masukan PLC.
3. Apabila unit setting analog tidak mencukupi yang diinginkan maka dapat dilakukan dengan cara menggunakan rangkaian ADC

SARAN

1. Agar lebih bervariasi hasil yang didapatkan dalam pengujian keadaan motor sebaiknya yang mempunyai range temperature yang bervariasi pula.
2. Apabila memungkinkan juga disarankan menggunakan jenis sensor temperature yang mempunyai selektifitas yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Albert Paul Malvino.1998. *Prinsip-prinsip Elektronika jilid II*. Penerbit Erlangga Jakarta.

C200DS Programmable Controller Operation Manual, Omron Agustus 2004

Ogata Katsuhiko, 2003. *Modern Control Engineering Third Edition*, Prentice-Hall. Inc, United States of America.

Rangan C.S, Sarma G.R, Mani V. S. V, 1985. *Instrumentation Devices and System Tata*. McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.

_____, *Data praktis Elektronika*, kumpulan data elektronika populer.

Vithayathil Yoseph, 2005. *Power Electronics Principe and Applications*, McGraw-Hill, inc, New York.