

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.

Pada kesempatan ini ,penulis mencoba membangun sebuah sistem kontrol dengan metode lup tertutup dengan tujuan membuktikan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik sebagai pengatur suhu ruang multi point. Latar belakang ide untuk merealisasikan sistem ini adalah berdasarkan pengamatan penulis pada sebuah pabrik roti rumahan yang memanggang roti secara manual pada beberapa panggangan sekaligus. Dalam hal ini , manusia sebagai pengontrol , pemanggang adalah driver dan roti sebagai plant atau objek sedangkan alat pewaktu(timer) dan mata manusia sebagai sensor dan feedback. Sistem ini bekerja cukup efektif selama faktor kelelahan tidak muncul. Namun faktor kelelahan dan emosi tidak dapat diabaikan karena manusia memiliki keterbatasan dalam hal mengendalikan faktor-faktor tersebut akibat stress dan sebagainya.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis mencoba menggantikan tugas manusia sebagai pengontrol otomatis dengan rangkaian elektronik. Sistem kontrol dirancang untuk mengendalikan beberapa plant sekaligus. Metode yang digunakan adalah kontrol lup tertutup multi point. Objek atau plant adalah panggangan roti yang merupakan sebuah sistem pemanas . Sistem bekerja dengan menggabungkan komponen analog dan digital. Input dan output adalah analog sedangkan proses diolah secara digital oleh mikrokontroler. Pada contoh ini, Rancangan ini dibuat untuk mengontrol suhu 2 buah panggangan secara simultan . Terdapat 2 buah masukan setpoint suhu dan 2 masukan sensor suhu analog serta 2 buah setpoin waktu atau timer. Semua masukan tersebut adalah analog yaitu potensiometer dan sensor LM35. Sebagai pengolah atau prosessor digunakan mikrokontroler avr yaitu atmega 8 yang merupakan prosesor digital. Kontroler bertindak sebagai pengendali yang mengendalikan temperatur panggangan berdasarkan setpoin, timer dan sensor. Output sistem adalah komponen pemanas yang dapat berupa elemen atau heater. Namun dalam pembuatan prototipe ini sistem disederhanakan menjadi sebuah miniatur untuk mensimulasikan sistem kerja kontrol lup tertutup multi poin.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan diselesaikan pada penulisan ini adalah perancangan system kendali multi point lup tertutup dimana masih banyak pabrik roti yang menggunakan pemanggangan manual beserta membuktikan bahwa system ini dapat bekerja dengan baik sebagai pengatur temperatur suhu ruang

1.3. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk Merancang dan merealisasikan sistem kontrol suhu(temperature) multi point lup tertutup, Merancang perangkat lunak /program untuk menjalankan sistem dengan bahasa pemrograman C serta Menguji efektifitas sistem kendali multi point lup tertutup yang dirancang.

1.4. Batasan Masalah

Tugas akhir ini hanya akan membahas tentang implementasi dari alat yang dirancang. Adapun pokok pembahasannya meliputi:

1. Sensor suhu yang digunakan adalah LM35
2. Rancangan menggunakan mikrokontroler atmega 8 sebagai pengendali utama.
3. Menggunakan 2 sensor suhu analog untuk mendeteksi suhu 2 ruang yang berbeda.
4. Display yang digunakan adalah LCD
5. Rancangan menggunakan bahasa pemrograman C untuk menyusun algoritma program dan perangkat lunak code vision AVR 3.27 sebagai kompiler.

1.5. Metode Pemecahan Masalah

Metode penulisan yang akan dilakukan adalah dengan melakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Studi literature
2. Perancangan system

3. Analisa dan Pengujian

1.6. Kontribusi Tugas Akhir

Dari hasil perancangan yang telah dilakukan diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada :

1. Mahasiswa Elektro sub jurusan teknik pengaturan.
2. Peneliti bidang kontrol otomatis.
3. Pabrik roti rumahan yang memanggang secara manual

1.7. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam pemahaman isi dari tugas akhir ini, maka diuraikan penulisannya sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang masalah, tujuan penulisan, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan

Bab II Landasan Teori

Berisi tentang dasar-dasar teori mengenai peralatan baik software maupun hardware yang diperlukan untuk perancangan alat.

Bab III Metodologi Perancangan

Berisi mengenai dasar-dasar dari perancangan alat baik software maupun hardware, prinsip kerja, serta pengujian masing-masing system

Bab IV Hasil Penelitian dan Pengujian Sistem

Berisi mengenai hasil perancangan alat dan pembahasan kinerja alat

Bab V Kesimpulan dan Saran

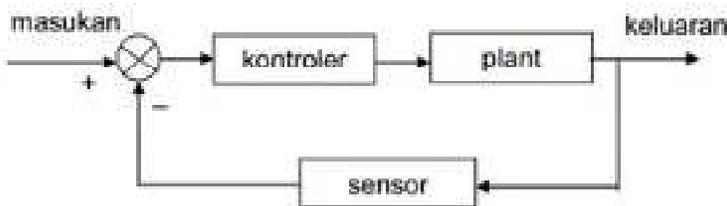
Berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil penulisan

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Control Lup Tertutup

Sistem Kontrol loop tertutup adalah sistem kontrol yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengontrolan. Sistem kontrol loop tertutup juga merupakan sistem kontrol berumpan balik. Sinyal kesalahan penggerak, yang merupakan selisih antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik (yang dapat berupa sinyal keluaran atau suatu fungsi sinyal keluaran atau turunannya). Diumpangkan ke kontroler untuk memperkecil kesalahan dan membuat agar keluaran sistem mendekati harga yang diinginkan. Dengan kata lain, istilah “loop tertutup” berarti menggunakan aksi umpan balik untuk memperkecil kesalahan sistem



Gambar 2.1 Sistem control lup tertutup

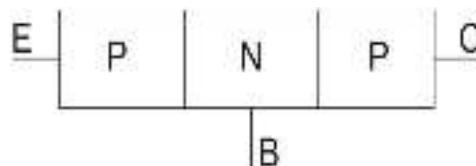
Berikut ini adalah komponen pada sistem kendali tertutup:

1. Input (masukan), merupakan rangsangan yang diberikan pada sistem kontrol, merupakan harga yang diinginkan bagi variabel yang dikontrol selama pengontrolan. Harga ini tidak tergantung pada keluaran sistem

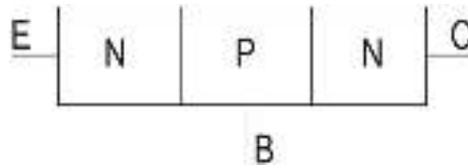
2. Output (keluaran, respons), merupakan tanggapan pada sistem kontrol, merupakan harga yang akan dipertahankan bagi variabel yang dikontrol, dan merupakan harga yang ditunjukkan oleh alat pencatat
3. Beban/Plant, merupakan sistem fisis yang akan dikontrol (misalnya mekanis, elektrik, hidraulik ataupun pneumatic) .
4. Alat kontrol/controller, merupakan peralatan/ rangkaian untuk mengontrol beban (sistem). Alat ini bisa digabung dengan penguat
5. Elemen Umpan Balik, menunjukan/mengembalikan hasil pencatatan ke detector sehingga bisa dibandingkan terhadap harga yang diinginkan (di stel)
6. Error Detector (alat deteksi kesalahan), merupakan alat pendeteksi kesalahan yang menunjukan selisih antara input (masukan) dan respons melalui umpan balik (feedback path)
7. Gangguan merupakan sinyal-sinyal tambahan yang tidak diinginkan. Gangguan ini cenderung mengakibatkan harga keluaran berbeda dengan harga masukanya, gangguan ini biasanya disebabkan oleh perubahan beban sistem, misalnya adanya perubahan kondisi lingkungan, getaran ataupun yang lain.

2.2. Transistor

Dari susunan bahan semikonduktor yang digunakan, transistor dapat dibedakan menjadi dua buah tipe yaitu transistor tipe PNP dan transistor tipe NPN. Pada prinsipnya transistor sama dengan dua buah dioda yang disusun saling bertolak belakang, seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.2a Struktur PNP



Gambar 2.2b Struktur NPN

Transistor adalah komponen elektronika multitermal, biasanya memiliki 3 terminal. Secara harfiah, kata ‘Transistor’ berarti ‘Transfer resistor’, yaitu suatu komponen yang nilai resistansi antara terminalnya dapat diatur. Secara umum transistor terbagi dalam 3 jenis :

1. Transistor Bipolar
2. Transistor Unipolar
3. Transistor Unijunction

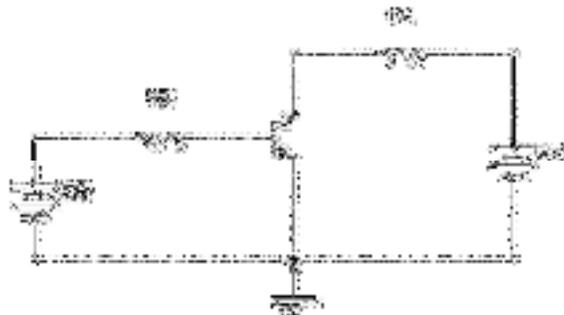
Transistor bipolar bekerja dengan 2 macam carrier, sedangkan unipolar satu macam saja, hole atau electron. Beberapa perbandingan transistor bipolar dan unipolar :

Pada transistor bipolar, arus yang mengalir berupa arus lubang (hole) dan arus electron atau berupa pembawa muatan mayoritas dan minoritas. Transistor dapat berfungsi sebagai penguat tegangan, penguat arus, penguat daya atau sebagai saklar. Ada 2 jenis transistor yaitu PNP dan NPN. Transistor di desain dari pemanfaatan sifat diode, arus menghantar dari diode dapat dikontrol oleh electron yang ditambahkan pada pertemuan PN diode. Dengan penambahan elektodiode pengontrol ini, maka diode semi-konduktor dapat dianggap dua buah diode yang mempunyai electrode bersama pada pertemuan. Junction semacam ini disebut transistor bipolar dan dapat digambarkan seperti diatas. Transistor dapat bekerja apabila diberi tegangan, tujuan pemberian tegangan pada transistor adalah agar transistor tersebut dapat mencapai suatu kondisi

penghantar atau menyumbat. Baik transistor NPN maupun PNP tegangan antara emitor dan basis adalah forward bias, sedangkan antara basis dengan kolektor adalah reverse bias.

Rangkaian Bias Transistor

- Bias Basis

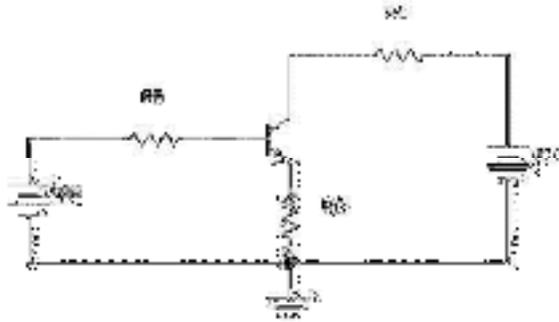


Gambar 2.2.1 Bias Basis

Gambar diatas merupakan rangkaian bias basis. Biasanya catu daya basis sama dengan catu daya kolektor : $V_{BB} = V_{CC}$.

- Bias Emitter

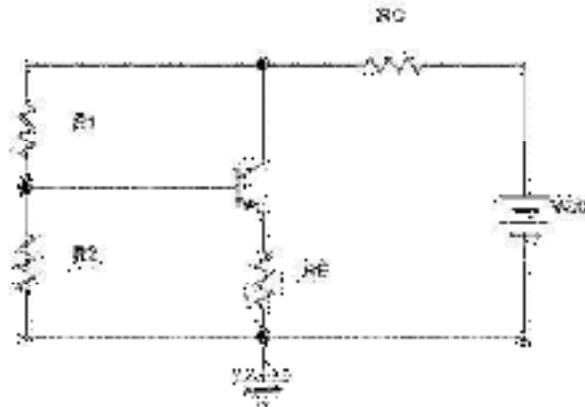
Untuk mengatasi perubahan β dc maka digunakan rangkaian “Prategangan Umpan Balik Emitter”. Rangkaiannya sebagai berikut :



Gambar 2.2.2 Bias Emitter

RE berfungsi untuk mengimbangi perubahan β dc.

Prategangan Pembagi Tegangan (Voltage Divider)



Gambar 2.2.3. Pra tegangan pembagi tegangan.

Rangkaian diatas adalah rangkaian pembagi tegangan, disebut juga prategangan semesta (universal). Rangkaian ini banyak digunakan dalam rangkaian-rangkaian linier. Disebut pembagi tegangan karena berasal dari pembagi tegangan pada R_1 dan R_2 . Tegangan yang melintasi R_2 memberi tegangan maju pada dioda emitter. Prategangan pembagi tegangan bekerja sebagai berikut.

- Garis Beban

Persamaan garis beban untuk rangkaian prategangan pembagi tegangan adalah :

$$I_C = (V_{CC} - V_{CE}) / (R_C + R_E) \dots (2.2a)$$

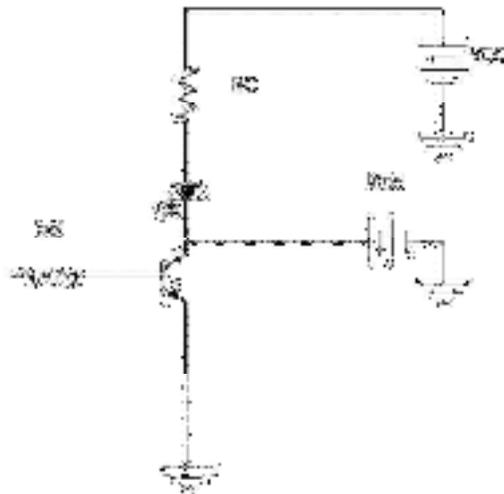
Untuk I_C saturasi $V_{CE} = 0$

$$I_C \text{ saturasi} = V_{CC} / (R_C + R_E) \dots (2.2b)$$

Untuk V_{CE} cut-off adalah $I_C = 0$

$$V_{CE} \text{ cut-off} = V_{CC} \dots (2.2c)$$

Rangkaian transistor sebagai switch adalah sebagai berikut :



Gambar 2.2.4. Transistor sebagai saklar.

Jika transistor dalam keadaan saturasi maka $V_{CE} = 0$ artinya pada terminal C dan E akan terhubung sehingga arus mengalir dan transistor menjadi ON. Jika transistor dalam keadaan cut-off maka $I_C = 0$, dan terminal C dan E akan terbuka sehingga tidak ada arus yang mengalir melalui transistor dan transistor menjadi OFF.

- Bias dalam Transistor BJT

Analisis atau disain terhadap suatu penguat transistor memerlukan informasi mengenai respon sistem baik dalam mode AC maupun DC. Kedua mode tersebut bisa dianalisa secara terpisah. Dalam tahap disain maupun sintesis, pilihan parameter untuk level DC yang dibutuhkan akan mempengaruhi respon AC-nya. Demikian juga sebaliknya.

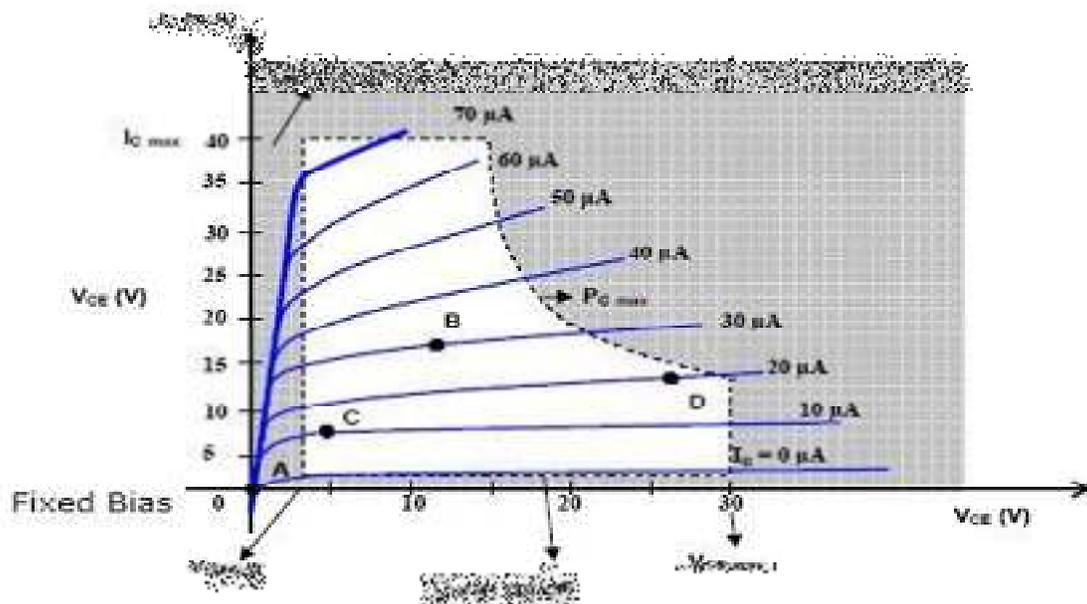
Persamaan mendasar dalam transistor yang penting adalah :

$$\begin{aligned} V_{BE} &= 0,7 \text{ Volt} \\ I_E &= (1 + \beta) I_B = I_C \\ I_C &= \beta I_B \end{aligned}$$

Dalam mencari solusi dari suatu rangkaian, umumnya nilai arus basis I_B yang pertama dihitung. Ketika I_B sudah diperoleh, hubungan persamaan di atas bisa digunakan untuk mencari besaran yang diinginkan.

Bias : pemberian tegangan DC untuk membentuk tegangan dan arus yang tetap.

Tegangan dan arus yang dihasilkan menyatakan titik operasi (*quiescent point*) atau titik Q yang menentukan daerah kerja transistor. Pada gambar di bawah ditunjukkan 4 buah titik kerja transistor. **Rangkaian bias bisa di-disain untuk** memperoleh titik kerja pada titik-titik tersebut, atau titik lainnya dalam daerah aktif. Rating maksimum ditentukan oleh I_{Cmax} dan $V_{CE max}$. Daya maksimum dibatasi oleh kurva P_{Cmax} . BJT bisa di-bias di luar batasan maksimum tersebut, tapi bisa memperpendek usia piranti atau bahkan merusaknya. Untuk kondisi tanpa bias, piranti tidak bekerja, hasilnya adalah titik A dimana arus dan tegangan bernilai nol.



Gambar 2.2.5 Kurva transistor.

2.3. Dioda

Dioda adalah komponen elektronika yang hanya memperbolehkan arus listrik mengalir dalam satu arah sehingga dioda biasa disebut juga sebagai “Penyearah” Dioda terbuat dari bahan semikonduktor jenis silicon dan germanium. Dioda terbuat dari penggabungan dua tipe semikonduktor yaitu tipe P (Positive) dan tipe N (Negative), kaki dioda yang terhubung pada semikonduktor tipe P dinamakan “Anode” sedangkan yang terhubung pada semikonduktor tipe N disebut “Katode”. Pada bentuk aslinya pada dioda terdapat tanda cincin yang melingkar pada salah satu sisinya, ini digunakan untuk menandakan bahwa pada sisi yang terdapat cincin tersebut merupakan kaki Katode. Arus listrik akan sangat mudah mengalir dari anoda ke katoda hal ini disebut sebagai “Forward-Bias” tetapi jika sebaliknya yakni dari katoda ke anoda, arus listrik akan tertahan atau tersumbat hal ini dinamakan sebagai “Reverse-Bias”.



Gambar 2.3 Dioda

Jenis-Jenis dioda:

1. Diode Zener

Ketika tegangan reverse-bias maksimum diberikan kepada dioda, maka arus listrik akan mengalir seperti layaknya pada keadaan forward-bias. Arus listrik ini tidak akan merusak dioda jika tidak melebihi dari apa yang telah ditentukan. Ketika tegangan reverse-bias ini dapat dikendalikan pada level tertentu maka dioda ini disebut sebagai Dioda Zener.

2. LED (Light Emitting Diodes)

LED merupakan jenis dioda yang jika diberikan tegangan forward-bias akan menimbulkan cahaya dengan warna-warna tertentu seperti merah, hijau, dan kuning.

3. Photodioda

Photodioda adalah dioda yang bekerja berdasarkan intensitas cahaya, dimana jika photodioda terkena cahaya maka photodioda bekerja seperti dioda pada umumnya, tetapi jika tidak mendapat cahaya maka photodioda akan berperan seperti resistor dengan nilai tahanan yang besar sehingga arus listrik tidak dapat mengalir.

2.4. Kristal

Kristal lazimnya digunakan untuk rangkaian osilator yang menuntut stabilitas frekuensi yang tinggi dalam jangka waktu yang panjang. Alasan utamanya adalah karena perubahan nilai frekuensi kristal seiring dengan waktu, atau disebut juga dengan istilah faktor penuaan frekuensi (frequency aging), jauh lebih kecil dari pada osilator-osilator lain. Faktor penuaan frekuensi untuk kristal berkisar pada angka $\pm 5\text{ppm}/\text{tahun}$, jauh lebih baik dari pada faktor penuaan frekuensi osilator RC ataupun osilator LC yang biasanya berada diatas $\pm 1\%/\text{tahun}$.

Kristal juga mempunyai stabilitas suhu yang sangat bagus. Lazimnya, nilai koefisien suhu kristal berada dikisaran $\pm 50\text{ppm}$ direntangan suhu operasi normal dari -20°C sampai dengan $+70^\circ\text{C}$. Bandingkan dengan koefisien suhu kapasitor yang bisa mencapai beberapa persen. Untuk aplikasi yang menuntut stabilitas suhu yang lebih tinggi, kristal dapat dioperasikan didalam sebuah oven kecil yang dijaga agar suhunya selalu konstan.



Gambar 2.4 Kristal

2.5 Kapasitor

Kapasitor (Kondensator) yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf “C” adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi/muatan listrik di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik.

Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-

muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya. Di alam bebas, fenomena kapasitor ini terjadi pada saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif di awan.berikut adalah jenis-jenis kapasitor:

a. Kapasitor Polar

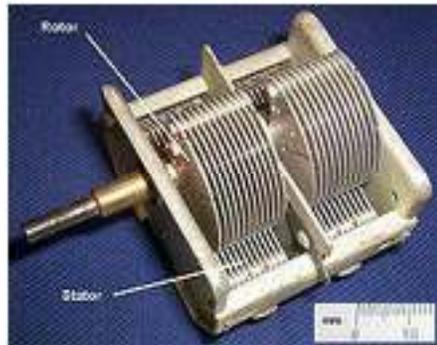
Sesuai dengan namanya kapasitor ini memiliki polaritas pada kedua kakinya yaitu polaritas positif (+) dan polaritas negatif (-). Kapasitor ini termasuk dalam kelompok kapasitor yang memiliki nilai kapasitas yang tetap dan memiliki nilai kapasitas yang besar.



Gambar 2.5.a. Kapasitor Polar

b. Kapasitor Variabel

Kapasitor variabel adalah kapasitor yang nilai kapasitas-nya dapat diubah-ubah sesuai keinginan. Oleh karena itu kapasitor ini di kelompokkan ke dalam kapasitor yang memiliki nilai kapasitas yang tidak tetap.



Gambar 2.5.b Kapasitor Variabel

c. Kapasitor Nonpolar

Kapasitor nonpolar merupakan jenis kapasitor yang memiliki kapasitas yang tetap, kapasitor ini memiliki kapasitas yang tidak terlalu besar serta tidak dibedakan antara kaki positif dan negatifnya.



Gambar 2.5.c. Kapasitor Nonpolar.

2.6 Mikrokontroler AVR Atmega8

AVR merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang di dalamnya terdapat berbagai macam fungsi. Perbedaannya pada mikro yang pada umumnya digunakan seperti MCS51 adalah pada AVR tidak perlu menggunakan *oscillator* eksternal karena di dalamnya sudah terdapat internal oscillator. Selain itu kelebihan dari AVR adalah memiliki *Power-On Reset*, yaitu tidak perlu ada tombol reset dari luar karena cukup hanya dengan mematikan *supply*, maka secara otomatis AVR akan melakukan *reset*. Untuk beberapa jenis AVR terdapat beberapa fungsi khusus seperti ADC, EEPROM sekitar 128 *byte* sampai dengan 512 *byte*. AVR ATmega8 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit berarsitektur AVR RISC yang memiliki 8K *byte in-System Programmable Flash*. Mikrokontroler dengan konsumsi daya rendah ini mampu mengeksekusi instruksi dengan kecepatan maksimum 16MIPS pada frekuensi 16MHz. Jika dibandingkan dengan ATmega8L perbedaannya hanya terletak pada besarnya tegangan yang diperlukan untuk bekerja. Untuk ATmega8 tipe L, mikrokontroler ini dapat bekerja dengan tegangan antara 2,7 - 5,5 V sedangkan untuk ATmega8 hanya dapat bekerja pada tegangan antara 4,5 – 5,5 V.

2.6.1 Konfigurasi Pin Atmega8



Gambar 2.6.1 Konfigurasi Pin Atmega8

ATmega8 memiliki 28 Pin, yang masing-masing pin nya memiliki fungsi yang berbeda-beda baik sebagai port maupun fungsi yang lainnya. Berikut akan dijelaskan fungsi dari masing-masing kaki ATmega8.

- VCC

Merupakan supply tegangan digital.

- GND

Merupakan ground untuk semua komponen yang membutuhkan grounding.

- Port B (PB7...PB0)

Didalam Port B terdapat XTAL1, XTAL2, TOSC1, TOSC2. Jumlah Port B adalah 8 buah pin, mulai dari pin B.0 sampai dengan B.7. Tiap pin dapat digunakan sebagai input maupun output. Port B merupakan sebuah 8-bit bi-directional I/O dengan internal pull-up resistor. Sebagai input, pin-pin yang terdapat pada port B yang secara eksternal diturunkan, maka akan mengeluarkan arus jika pull-up resistor diaktifkan. Khusus PB6 dapat digunakan sebagai input Kristal (inverting oscillator amplifier) dan input ke rangkaian clock internal, bergantung pada pengaturan Fuse bit yang

digunakan untuk memilih sumber clock. Sedangkan untuk PB7 dapat digunakan sebagai output Kristal (output oscillator amplifier) bergantung pada pengaturan Fuse bit yang digunakan untuk memilih sumber clock. Jika sumber clock yang dipilih dari oscillator internal, PB7 dan PB6 dapat digunakan sebagai I/O atau jika menggunakan Asynchronous Timer/Counter2 maka PB6 dan PB7 (TOSC2 dan TOSC1) digunakan untuk saluran input timer.

- Port C (PC5...PC0)

Port C merupakan sebuah 7-bit bi-directional I/O port yang di dalam masingmasing pin terdapat pull-up resistor. Jumlah pin nya hanya 7 buah mulai dari pin C.0 sampai dengan pin C.6. Sebagai keluaran/output port C memiliki karakteristik yang sama dalam hal menyerap arus (sink) ataupun mengeluarkan arus (source).

- RESET/PC6

Jika RSTDISBL Fuse diprogram, maka PC6 akan berfungsi sebagai pin I/O. Pin ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan pin-pin yang terdapat pada port C lainnya. Namun jika RSTDISBL Fuse tidak diprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai input reset. Dan jika level tegangan yang masuk ke pin ini rendah dan pulsa yang ada lebih pendek dari pulsa minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi reset meskipun clock-nya tidak bekerja.

- Port D (PD7...PD0)

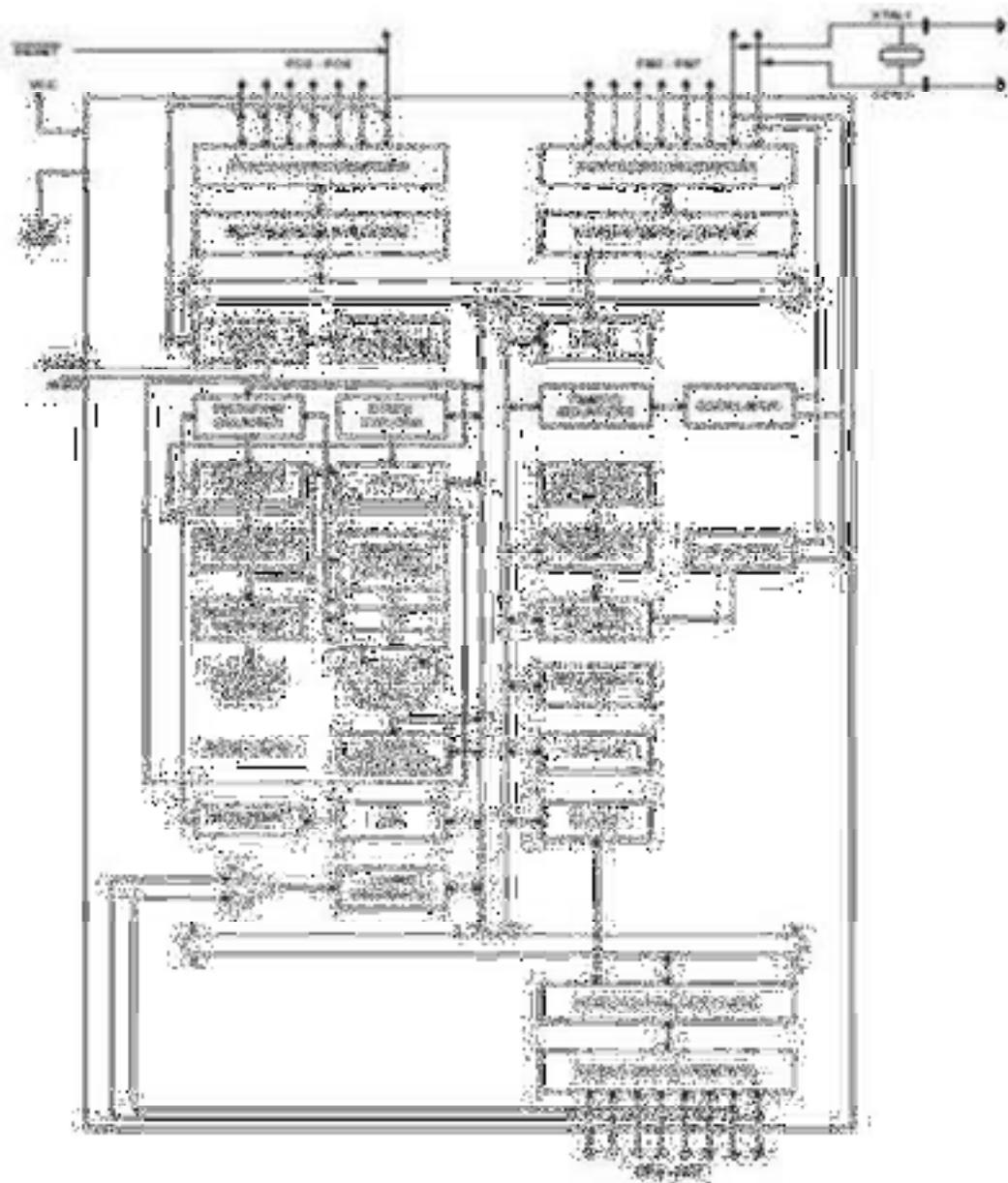
Port D merupakan 8-bit bi-directional I/O dengan internal pull-up resistor. Fungsi dari port ini sama dengan port-port yang lain. Hanya saja pada port ini tidak terdapat kegunaan-kegunaan yang lain. Pada port ini hanya berfungsi sebagai masukan dan keluaran saja atau biasa disebut dengan I/O.

- AVcc

Pin ini berfungsi sebagai supply tegangan untuk ADC. Untuk pin ini harus dihubungkan secara terpisah dengan VCC karena pin ini digunakan untuk analog saja. Bahkan jika ADC pada AVR tidak digunakan tetap saja disarankan untuk menghubungkannya secara terpisah dengan VCC. Jika ADC digunakan, maka AVcc harus dihubungkan ke VCC melalui low pass filter.

- AREF

Merupakan pin referensi jika menggunakan ADC.



Gambar 2.6.2 Blok Diagram ATmega8.

Pada AVR status register mengandung beberapa informasi mengenai hasil dari kebanyakan hasil eksekusi instruksi aritmatik. Informasi ini digunakan untuk altering arus program sebagai kegunaan untuk meningkatkan performa pengoperasian. Register ini di-update setelah operasi

ALU (Arithmetic Logic Unit) hal tersebut seperti yang tertulis dalam datasheet khususnya pada bagian Instruction Set Reference. Dalam hal ini untuk beberapa kasus dapat membuang penggunaan kebutuhan instruksi perbandingan yang telah didedikasikan serta dapat menghasilkan peningkatan dalam hal kecepatan dan kode yang lebih sederhana dan singkat. Register ini tidak secara otomatis tersimpan ketika memasuki sebuah rutin interupsi dan juga ketika menjalankan sebuah perintah setelah kembali dari interupsi. Namun hal tersebut harus dilakukan melalui software.

2.6.2 Memori AVR Atmega

Memori atmega terbagi menjadi tiga yaitu :

1. Memori Flash

Memori flash adalah memori ROM tempat kode-kode program berada. Kata flash menunjukkan jenis ROM yang dapat ditulis dan dihapus secara elektrik. Memori flash terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian aplikasi dan bagian boot. Bagian aplikasi adalah bagian kode-kode program aplikasi berada. Bagian boot adalah bagian yang digunakan khusus untuk booting awal yang dapat diprogram untuk menulis bagian aplikasi tanpa melalui programmer/downloader, misalnya melalui USART.

2. Memori Data

Memori data adalah memori RAM yang digunakan untuk keperluan program. Memori data terbagi menjadi empat bagian yaitu :

3. GPR (General Purpose Register) adalah register khusus yang bertugas untuk membantu eksekusi program oleh ALU (Arithmetic Logic Unit), dalam instruksi assembler setiap instruksi harus melibatkan GPR. Dalam bahasa C biasanya digunakan untuk variabel global atau nilai balik fungsi dan nilai-nilai yang dapat memperingan kerja ALU. Dalam istilah processor komputer sehari-hari GPR dikenal sebagai "cache memory". I/O register dan Additional I/O register adalah register yang difungsikan khusus untuk mengendalikan berbagai peripheral

dalam mikrokontroler seperti pin port, timer/counter, usart dan lain-lain. Register ini dalam keluarga mikrokontrol MCS51 dikenal sebagai SFR(Special Function Register).

2.6.3 EEPROM

EEPROM adalah memori data yang dapat mengendap ketika chip mati (off), digunakan untuk keperluan penyimpanan data yang tahan terhadap gangguan catu daya.

2.6.4 Timer/Counter 0

Timer/Counter 0 adalah sebuah timer/counter yang dapat mencacah sumber pulsa/clock baik dari dalam chip (timer) ataupun dari luar chip (counter) dengan kapasitas 8-bit atau 256 cacahan. Timer/counter dapat digunakan untuk :

1. Timer/counter biasa
2. Clear Timer on Compare Match (selain Atmega 8)
3. Generator frekuensi (selain Atmega 8)
4. Counter pulsa eksternal

2.6.5 Komunikasi Serial Pada Atmega 8

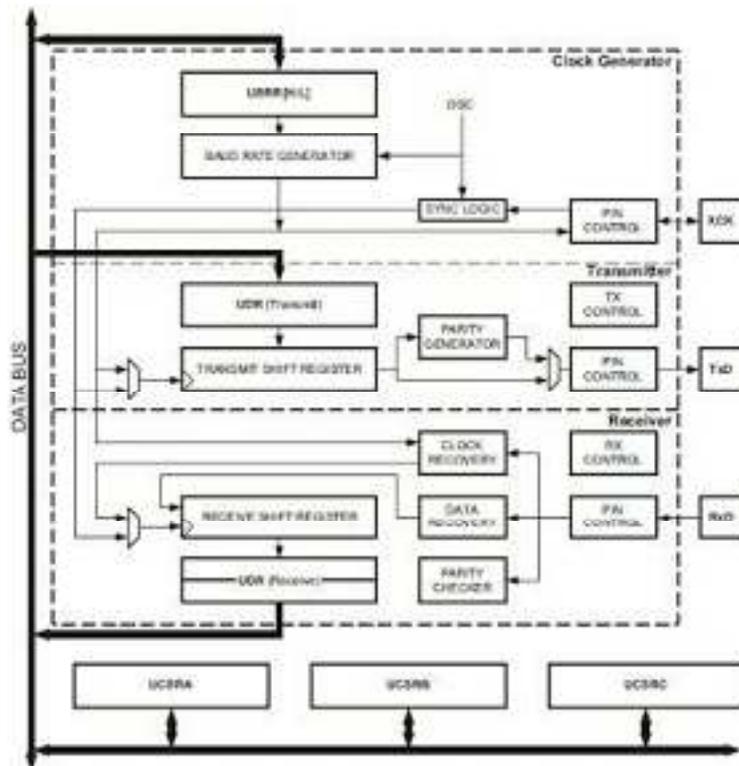
Mikrokontroler AVR Atmega 8 memiliki Port USART pada Pin 2 dan Pin 3 untuk melakukan komunikasi data antara mikrokontroler dengan mikrokontroler ataupun mikrokontroler dengan komputer. USART dapat difungsikan sebagai transmisi data sinkron, dan asinkron. Sinkron berarti clock yang digunakan antara transmitter dan receiver satu sumber clock. Sedangkan asinkron berarti transmitter dan receiver mempunyai sumber clock sendiri-sendiri. USART terdiri dalam tiga blok yaitu clock generator, transmitter, dan receiver.

2.6.5.1 USART transmitter

Usart transmitter berhubungan dengan data pada Pin TX. Perangkat yang sering digunakan seperti register UDR sebagai tempat penampungan data yang akan ditransmisikan. Flag TXC sebagai akibat dari data yang ditransmisikan telah sukses (complete), dan flag UDRE sebagai indikator jika UDR kosong dan siap untuk diisi data yang akan ditransmisikan lagi.

2.6.5.2 USART receiver

Usart receiver berhubungan dengan penerimaan data dari Pin RX. Perangkat yang sering digunakan seperti register UDR sebagai tempat penampung data yang telah diterima, dan flag RXC sebagai indikator bahwa data telah sukses (complete) diterima.

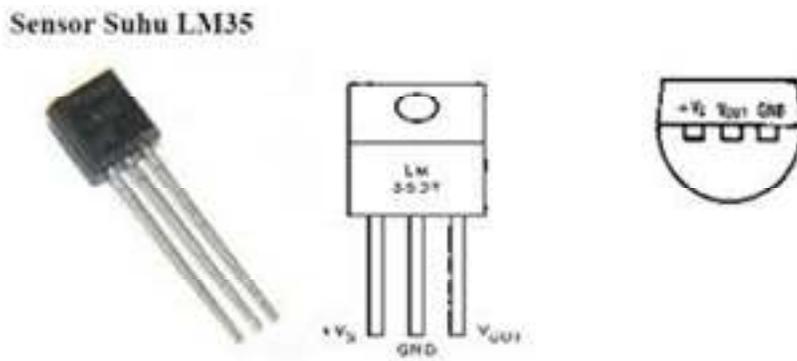


Gambar 2.6.5. Blok USART

2.7. Sensor Suhu LM35

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor Suhu LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika yang diproduksi oleh National Semiconductor. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan. Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt akan tetapi yang diberikan ke sensor adalah sebesar 5 volt, sehingga dapat digunakan dengan catu daya tunggal dengan ketentuan bahwa LM35 hanya membutuhkan arus sebesar $60\mu\text{A}$ hal ini berarti LM35 mempunyai kemampuan menghasilkan panas (selfheating) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari $0,5\text{ C}$ pada suhu 25 C .

2.7.1. Struktur Sensor LM35



Gambar 2.7.1 Sensor Suhu LM35

Gambar diatas menunjukkan bentuk dari LM35 tampak depan dan tampak bawah.

3 pin LM35 menunjukkan fungsi masing-masing pin diantaranya, pin 1 berfungsi

Sebagai sumber tegangan kerja dari LM35, pin 2 atau tengah digunakan sebagai tegangan keluaran atau V_{out} dengan jangkauan kerja dari 0 Volt sampai dengan 1,5 Volt dengan tegangan operasi sensor LM35 yang dapat digunakan antar 4 Volt sampai 30 Volt. Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10mV setiap derajat celcius

2.7.2. Karakteristik Sensor LM35

1. Memiliki sensitivitas suhu, dengan factor skala linier antara tegangan dan suhu 10 mVolt/°C, Sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam celcius
2. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu 0,5°C pada suhu 25°C.
3. Memiliki Jangkauan maksimal operasi suhu antara -55°C sampai +150°C
4. Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt.
5. Memiliki arus rendah yaitu kurang dari 60µA.
6. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah yaitu kurang dari 0,1°C pada udara diam.
7. Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu 0,1 W untuk beban 1mA.
8. Memiliki ketidaklinearan hanya sekitar $\pm \frac{1}{4}$ °C.

2.7.3. Prinsip Kerja Sensor LM35

Secara prinsip sensor akan melakukan penginderaan pada saat perubahan suhu setiap suhu 1°C akan menunjukkan tegangan sebesar 10 mV. Pada penempatannya LM35 dapat ditempelkan dengan perekat atau dapat pula disemen pada permukaan akan tetapi suhunya akan sedikit berkurang sekitar 0,01°C karena terserap pada suhu permukaan tersebut. Dengan cara seperti ini diharapkan selisih antara suhu udara dan suhu permukaan dapat dideteksi oleh sensor LM35 sama dengan suhu disekitarnya, jika suhu udara disekitarnya jauh lebih tinggi atau jauh lebih rendah dari suhu permukaan, maka LM35 berada pada suhu permukaan dan suhu udara disekitarnya. Jarak yang jauh diperlukan penghubung yang tidak terpengaruh oleh interferensi dari luar, dengan demikian digunakan kabel selubung yang ditanahkan sehingga dapat bertindak sebagai suatu antenna penerima dan simpangan didalamnya, juga dapat bertindak sebagai perata arus yang mengoreksi pada kasus yang sedemikian, dengan menggunakan metode bypass kapasitor dari Vin untuk ditanahkan. Maka dapat disimpulkan prinsip kerja sensor LM35 sebagai

berikut: Suhu lingkungan di deteksi menggunakan bagian IC yang peka terhadap suhu. Suhu lingkungan ini diubah menjadi tegangan listrik oleh rangkaian didalam IC, dimana perubahan suhu berbanding lurus dengan perubahan tegangan output. Pada seri LM35 $V_{out} = 10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$.
10
Tiap perubahan 1°C akan menghasilkan perubahan tegangan output sebesar 10mV.

BAB III

METODOLOGI PERANCANGAN

3.1 PENDAHULUAN

Adapun peralatan dan bahan perancangan yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut

Peralatan:

1. Perangkat Komputer
2. Alat ukur voltmeter, Ampermeter dll.
3. Toolset
4. Termometer digital

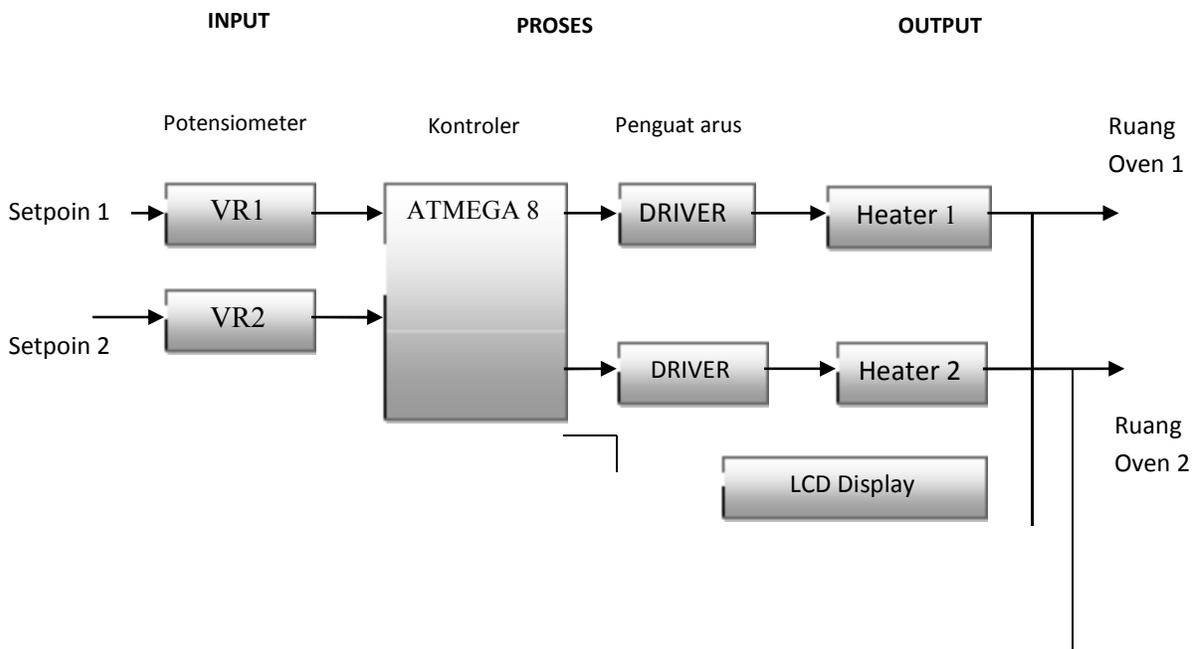
Bahan:

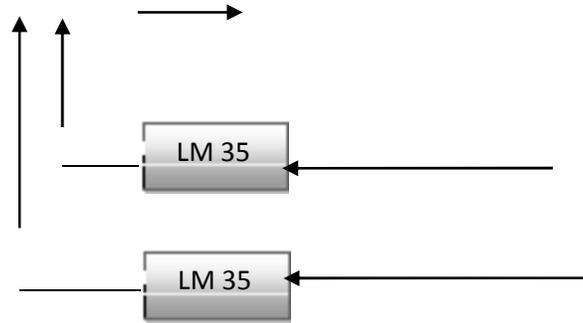
1. IC mikrokontroler atmega 8
2. Sensor LM35
3. Sensor Potensiometer
4. Display LCD
5. Resistor
6. Dioda
7. Relay

8. Transistor
9. Lampu led
10. PCB rangkaian dan casing
11. Elemen /Heater
12. Wadah panggangan

3.2. Blok diagram sistem

Diagram yang diperlihatkan pada gambar 3.2 menggambarkan konfigurasi sistem yaitu input, proses dan output. Dalam hal ini input berasal dari sensor potensiometer yang berfungsi sebagai pengatur setpoint. Terdapat 2 buah potensiometer pada input karena sistem yang dikendalikan adalah 2 ruang terpisah (multi room). Pada bagian proses terdapat sebuah mikrokontroler avr yaitu atmega 8 yang diprogram untuk mengatur suhu oven panggangan secara otomatis. Sedangkan pada output terdapat 2 buah penguat dan 2 buah plant (heater) untuk masing-masing oven dengan sebuah display LCD. Selain itu terdapat komponen umpan balik (feedback) yaitu sensor suhu LM35 yang berfungsi mengumpan balikkan output ke input mikrokontroler untuk dibandingkan yang disebut dengan kontrol lup tertutup.

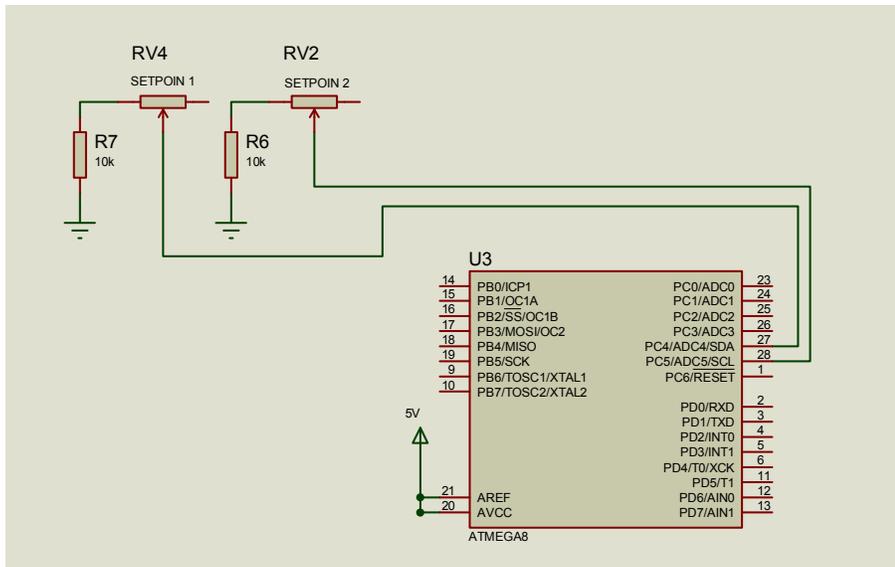




Gambar 3.2 Blok diagram sistem

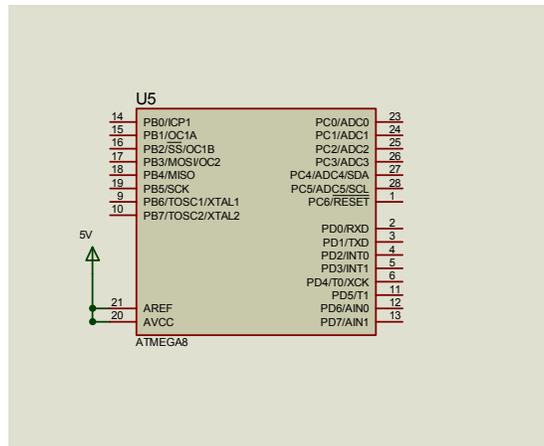
3.3 Prinsip kerja rangkaian

Rangkaian keseluruhan sistem kendali suhu oven multiroom ditampilkan pada gambar 3.2 berikut. Dimana terdapat beberapa komponen utama misalnya sensor, mikrokontroler, penguat, heater dan display yang memiliki fungsi masing-masing. Sistem dikontrol oleh sebuah mikrokontroler avr yaitu atmega 8 untuk mengatur suhu agar tetap stabil sesuai setpoint user. Perbedaan rancangan ini dibandingkan dengan kontrol suhu yang ada pada umumnya adalah sistem dapat mengendalikan suhu ruang terpisah bahkan lebih dengan sebuah kontroler. Cara kerja sistem diawali dengan membaca setpoint user. 2 masukan setpoint dibaca dengan sensor potensiometer oleh mikrokontroler. Output potensiometer yang merupakan sinyal analog diubah menjadi data digital dan dikalibrasi menjadi nilai suhu. kemudian mikrokontroler akan membandingkan suhu oven yang didera oleh 2 sensor suhu LM35 pada ruang oven secara terpisah. Sensor suhu juga merupakan sensor analog sehingga proses konversi dan kalibrasi tetap dibutuhkan. Dari hasil perbandingan output dan input jika suhu dibawah setpoint maka kontroler akan mengaktifkan elemen pemanas atau heater, sedangkan jika suhu oven melebihi setpoint heater akan dimatikan. Kedua ruang oven dikontrol secara terpisah dengan sebuah mikrokontroler atmega 8. Display LCD digunakan untuk menampilkan status suhu dan setpoint 2 oven yang sedang dikontrol.



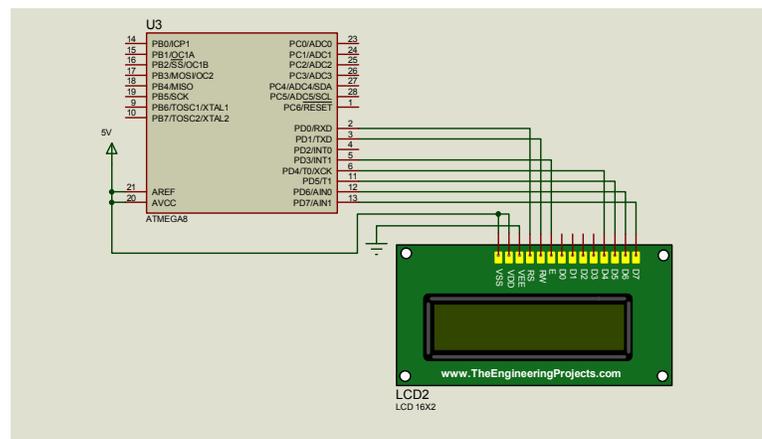
Gambar 3.4 Hubungan sensor potensiometer pada Atmega 8.

- b. **Sensor suhu** – sensor suhu bekerja sebagai pengubah suhu menjadi tegangan. Pada prinsipnya , sensor akan mengeluarkan tegangan sesuai suhu disekitar sensor . Tipe sensor adalah LM35 yaitu salah satu sensor suhu analog yang cukup akurat dan linearitas yang tinggi. Sensor mengeluarkan tegangan mulai dari 0 hingga 1,5V untuk suhu 0°C hingga 150°C dengan resolusi 10mV/°C. Karena skala tegangan yang cukup besar, sensor tidak membutuhkan penguat tambahan agar dapat dibaca oleh sebuah mikrokontroler yang memiliki konverter analog-digital. Pada rancangan ini terdapat 2 buah sensor LM35 untuk 2 ruang yang dikontrol.



Gambar 3.6 Minimum sistem Atmega 8.

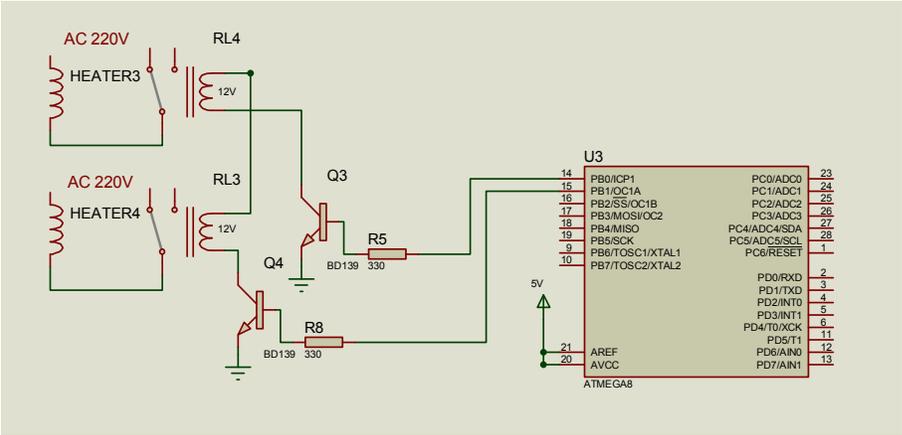
- d. **Display LCD** – Fungsi display adalah menampilkan status suhu dan setpoint sehingga dapat diketahui nilai suhu yang dikendalikan oleh sistem. Tipe LCD adalah M1632 dengan tampilan 2 baris 16 kolom. Display dikendalikan langsung oleh mikrokontroler melalui port data. Data dikirim oleh mikrokontroler dengan format ascii melalui port paralel.



Gambar 3.7 Display LCD pada mikrokontroler ATmega 8.

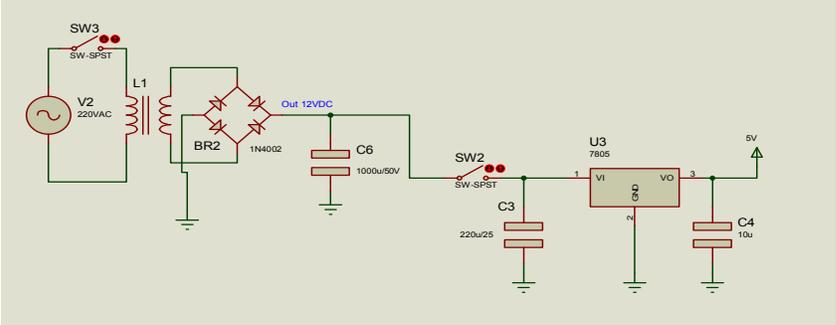
- e. **Penguat** – penguat yang digunakan adalah penguat transistor dan relay. Transistor akan menguatkan arus dari mikrokontroler untuk mengaktifkan relay sedangkan relay akan

mengalirkan arus ke elemen pemanas atau heater. Tipe transistor yang digunakan adalah npn dengan nomor BD139 sedangkan tipe relay adalah DPST (Double Pole Single Throw).



Gambar 3.8 Penguat arus transistor dan relay

f. **Catudaya** – Catu daya yang digunakan adalah catudaya stepdown yaitu terdiri dari sebuah trafo stepdown dan penyearah. Trafo stepdown akan menurunkan tegangan 220V AC menjadi 12VAC yang kemudian disearahkan oleh dioda penyearah menjadi arus DC. Output DC 12V digunakan untuk mensuplai relay. Sebuah regulator yaitu AN7805 digunakan untuk meregulasi tegangan 5V untuk kebutuhan sensor, mikrokontroler dan LCD display. Kapasitor yang ada pada sisi masuk dan sisi keluar regulator berfungsi sebagai perata tegangan. Gambar berikut adalah rangkaian catudaya yang digunakan dalam sistem.



Gambar 3.9 Rangkaian catu daya dan regulator.

3.4 Flowchart

Flowchart atau diagram alir menjelaskan alur proses kerja program. Dimulai inisialisasi dan nilai awal yang dilanjutkan dengan membaca masukan sensor yaitu potensiometer setpoint dan sensor suhu. Kedua data dikalibrasi menjadi nilai suhu kemudian dibandingkan oleh program untuk menentukan aktifnya heater . Nilai data juga ditampilkan pada display LCD untuk keperluan monitor suhu oleh user.