

Rancang Bangun Peralatan Deteksi Panas Kabel Pada Panel Listrik Untuk Mengatasi Beban Lebih

Ahmad Yanie, Yusa Ananda, Lisa Adriana Siregar

Teknik Elektro, Konsentrasi Energy Listrik, Fakultas Teknik dan Komputer – Universitas Harapan Medan Jl.H.M. JoniNo. 79C Medan
yanie7578@gmail.com

Abstrak

Teknologi mikrokontroler dan sensor sangat memberi banyak manfaat terutama pada bidang kelistrikan dan system proteksi. Pada kesempatan ini akan didesain suatu system proteksi thermal pada kabel. Ide desain berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan dimana pada kabel penghantar yang dialiri arus cukup besar secara terus menerus akan menjadi panas. Bila panas berlebihan membuat kawat pembungkus meleleh dan mengakibatkan hubung singkat. Berdasarkan latar belakang tersebut maka alat ini dibuat yaitu untuk mendeteksi thermal pada kabel dan melakukan proteksi dan peringatan. Berbasiskan sebuah mikrokontroler yang didukung oleh sensor panas/suhu sistem akan bekerja. Pendeteksian dilakukan pada panel distribusi yang menjadi sumber distribusi arus. Sensor dipasang pada beberapa kabel yang mengalirkan arus besar. Jika terjadi kenaikan suhu sensor akan memberikan nilai suhu pada kontroler. Kontroler akan melakukan proteksi jika salah satu kabel terdeteksi panas dan melebihi batas yang ditetapkan. Dengan sistem ini, suatu sistem desain menggunakan komponen mikrokontroler dapat dirancang untuk melindungi sebuah panel distribusi dari panas akibat berlebihan beban dan over heating. Dengan demikian diharapkan dapat mengurangi bahaya kebakaran dan kerugian akibat kerusakan instalasi di dalam panel.

Kata Kunci : Energi, Ponsel, Kontrol, Short Message Service

I. PENDAHULUAN

Penyebab kebakaran dapat terjadi akibat banyak hal. Penyebab kebakaran yang paling sering ditemukan adalah akibat hubung singkat. Faktor yang membuat kebakaran akibat hubung singkat adalah karena sulit terdeteksi dari awal. Saat beban besar melewati suatu konduktor secara kontinu atau terus menerus akan membuat konduktor seperti kabel menjadi panas. Adapun sistem proteksi konvensional misalnya sekering atau MCB hanya mendeteksi arus lebih yang dibatasi misalnya MCB 15A hanya akan bekerja jika arus melebihi 15A. Sedangkan jika arus 14A, MCB tidak bekerja. Pada hal jika arus tersebut mengalir secara kontinu akan membuat kabel menjadi panas dan lama kelamaan akan meleleh atau rusak. Jika kulit kabel yang meleleh maka akan mengakibatkan arus hubung singkat dan menyebabkan kebakaran. Pengamatan dan penelitian ini pernah dilakukan oleh penulis sehingga timbul ide bagaimana membuat suatu alat yang dapat mengatasi hal tersebut yaitu mendeteksi panas kabel utama dan sekitar panel listrik untuk memberikan peringatan dan dapat memproteksi jika panas berlebihan. Untuk merealisasikan ide tersebut maka akan dirancang sebuah system dengan rangkaian elektronik untuk mendeteksi temperatur dalam panel. Berbasiskan sebuah mikrokontroler AVR dan sensor suhu sistem dapat dibuat sebagai proteksi dan peringatan dini. Temperatur beberapa titik misalnya kabel utama, terminal maupun kontaktor akan terdeteksi oleh sensor LM35 dan memberikannya pada kontroler untuk diproses.

Kontroler AVR yaitu atmega8 digunakan untuk memproses input dari sensor suhu dan membuat keputusan apakah kondisi panel listrik aman dan normal atau mengalami kenaikan suhu di atas normal. Kontroler akan memberikan output berupa peringatan suara dan display yang akan menampilkan suhu pada titik-titik tersebut. Kontroler juga akan melakukan proteksi dengan memutuskan hubungan arus listrik dari sumber jika salah satu sensor mendeteksi suhu yang sangat tinggi. Demikianlah latar belakang yang memberikan ide dan gagasan untuk menemukan sebuah sistem yang dapat mengatasi hal tersebut di atas.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penghantar listrik

Kabel listrik adalah media untuk mengantarkan arus listrik ataupun informasi. Bahan dari kabel ini beraneka ragam, khusus sebagai penghantar arus listrik, umumnya terbuat dari tembaga dan umumnya dilapisi dengan pelindung. Selain tembaga, ada juga kabel yang terbuat dari serat optik, yang disebut dengan *fiber optic cable*. Penghantar atau kabel yang sering digunakan untuk instalasi listrik penerangan umumnya terbuat dari tembaga. Penghantar tembaga setengah keras ($BCC\frac{1}{2}H = \text{Bare Copper Conductor Half Hard}$) memiliki nilai tahanan jenis $0,0185 \text{ ohm mm}^2/\text{m}$ dengan tegangan tarik putus kurang dari 41 kg/mm^2 . Sedangkan penghantar tembaga keras ($BCCH = \text{Bare Copper Conductor Hard}$), kekuatan tegangan tariknya 41 kg/mm^2 . pemakaian tembaga sebagai

penghantar adalah dengan pertimbangan bahwa tembaga merupakan suatu bahan yang mempunyai daya hantar yang baik setelah perak. Penghantar yang dibuat oleh pabrik yang dibuat oleh pabrik terdapat beraneka ragamnya. Berdasarkan konstruksinya, penghantar diklasifikasikan sebagai berikut:

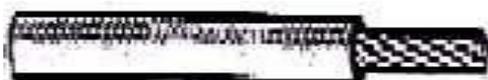
- a. **Penghantar pejal** (solid); yaitu penghantar yang berbentuk kawat pejal yang berukuran sampai 10 mm².

Tidak dibuat lebih besar lagi dengan maksud untuk memudahkan penggulangan maupun pemasangannya.



Gambar 1. Penghantar Pejal

- b. **Penghantar berlilit** (stranded); penghantarnya terdiri dari beberapa urat kawat yang berlilit dengan ukuran 1mm²–500mm².



Gambar 2. Penghantar berlilit

- c. **Penghantar serabut** (fleksibel); banyak digunakan untuk tempat-tempat yang sulit dan sempit, alat-alat portabel, alat-alat ukur listrik dan pada kendaraan bermotor. Ukuran kabel ini antara 0,5 mm²–400 mm².



Gambar 3. penghantar serabut

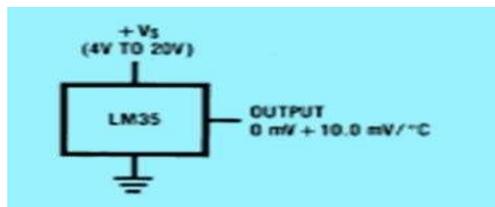
- d. **Penghantar persegi** (busbar); penampang penghantar ini berbentuk persegi empat yang biasanya digunakan pada PHB (Papan Hubung Bagi) sebagai rel-rel pembagi atau rel penghubung. Penghantar ini tidak berisolasi.



Gambar 4. Penghantar serabut

2.2 Sensor Suhu IC LM35

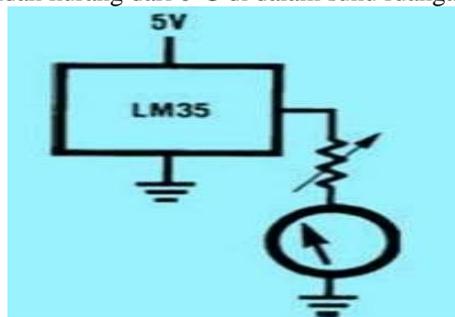
Untuk mendeteksi suhu digunakan sebuah sensor suhu LM 35 yang dapat dikalibrasikan langsung dalam, LM35 ini difungsikan sebagai basis temperature sensor.



Gambar 5. LM35 basic temperature sensor

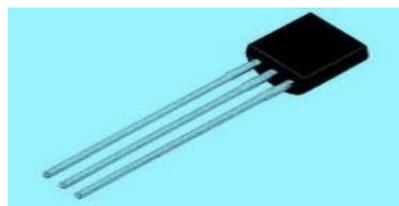
IC LM 35 sebagai sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk Integrated Circuit (IC), dimana output tegangan keluaran sangat linear berpadanan dengan perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai pengubah dari besaran fisis suhu kebesaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar 10mV/°C yang berarti bahwa kenaikan suhu 1° C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10mV.

IC LM 35 ini tidak memerlukan pengkalibrasian atau penyetelan dari luar karena ketelitiannya sampai lebih kurang seperempat derajat celcius pada temperature ruang. Jangka sensor mulai dari - 55°C sampai dengan 150°C, ICLM35 penggunaannya sangat mudah, difungsikan sebagai kontrol dari indicator tampilan catu daya terbelah. IC LM 35 dapat dialiri arus 60 m A dari supply sehingga panas yang ditimbulkan sendiri sangat rendah kurang dari 0°C di dalam suhu ruangan.



Gambar 6. Pengukur suhu

LM 35 ialah sensor temperatur paling banyak digunakan untuk praktek, karena selain harganya cukup murah, linearitasnya juga lumayan bagus. LM35 tidak membutuhkan kalibrasi eksternal yang menyediakan akurasi ± ¼ °C pada temperatur ruangan dan ± ¾ °C pada kisaran -55 °C to +150 °C. LM35 dimaksudkan untuk beroperasi pada -55°C hingga +150°C, sedangkan LM35C pada -40 °C hingga +110 °C, dan LM35D pada kisaran 0-100°C. LM35D juga tersedia pada paket 8 kaki dan paket TO-220. Sensor LM35 umumnya akan naik sebesar 10mV setiap kenaikan 1°C (300mV pada 30°C).



Gambar 7. Bentuk Fisik LM35D

Sensor suhu LM35 berfungsi untuk mengubah besar anafisis yang berupa suhu menjadi besaran elektri tegangan. Sensor ini memiliki parameter bahwa setiap kenaikan 1°C tegangan keluarannya naik sebesar 10mV dengan batas maksimal keluaran sensor adalah $1,5\text{V}$ pada suhu 150°C . Pada perancangan kita tentukan keluaran ADC mencapai full scale pada saat suhu 100°C , sehingga tegangan keluaran transduser ($10\text{mV}/^{\circ}\text{C} \times 100^{\circ}\text{C}$) = 1V . Pengukuran secara langsung saat suhu ruang, keluaran LM35 adalah $0,3\text{V}$ (300mV). Tengan ini diolah dengan menggunakan rangkaian pengkondisi sinyal agar sesuai dan gantahapan masukan ADC.

2.3 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, ataupun layar komputer. Pada bab ini aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2×16 . LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.

2.4. 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 semi konduktor jenis silicon dan germanium. Dioda terbuat dari penggabungan dua tipe semi konduktor yaitu tipe P (Positive) dan tipe N (Negative), kaki diode yang terhubung pada semi konduktor tipe P dinamakan “Anode” sedangkan yang terhubung pada semikonduktor tipe N disebut “Katode”. Pada bentuk aslinya pada diode 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 8. Dioda

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 factor penuaan frekuensi osilator RC ataupun osilator LC yang biasanya berada di atas $\pm 1\%/\text{tahun}$

2.6. 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 negative 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 negative di awan.

2.7. Mikrokontroler AVR Atmega8

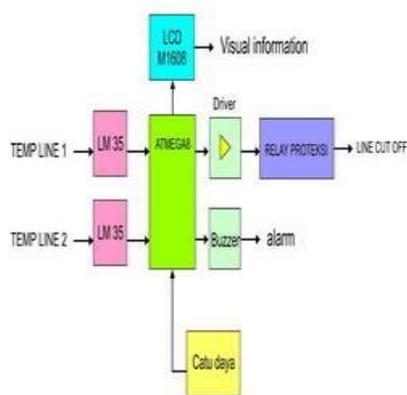
AVR merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang di dalamnya terdapat berbagai macam fungsi. Perbedaannya pada mikro yang pada umumnya digunakan seperti MCS51 adalah pada AVR tidak perlu menggunakan *oscillator* eksternal karena di dalamnya sudah terdapat internal *oscillator*. Selain itu kelebihan dari AVR adalah memiliki *Power-On Reset*, yaitu tidak perlu ada tombol reset dari luarkarena cukup hanya dengan mematikan *supply*, maka secara otomatis AVR akan melakukan *reset*. Untuk beberapa jenis AVR terdapat beberapa fungsi khusus seperti ADC, EEPROM sekitar 128byte sampai engan 512byte . AVR ATmega8 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit berarsitektur AVR RISC yang memiliki $8\text{K byte in-System Programmable Flash}$. 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 $2,7\text{--}5,5\text{V}$ sedangkan untuk ATmega8 hanya dapat bekerja pada tegangan antara $4,5\text{--}5,5\text{V}$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Metode penelitian

Suatu penelitian membutuhkan cara atau metode untuk membahas objek penelitian hingga memperoleh hasil atau suatu kesimpulan. Dalam bidang studi yang diteliti penelitian ditujukan pada suatu rancangan atau objek yang telah dirancang dan berkaitan dengan program studi dimana dalam hal ini adalah program studi teknik elektro. Adapun objek penelitian yang akan dirancang yang menjadi objek penelitian adalah alat deteksi panas pada kabel penghantar atau distribusi. Alat dirancang dan dirakit dengan komponen elektronika digital. Hasil rancangan akan diuji secara sistematis untuk memperoleh data-data. Untuk pembahasan lebih jauh akan dibahas pada bagian berikut ini.

3.4. Rancangan sistem



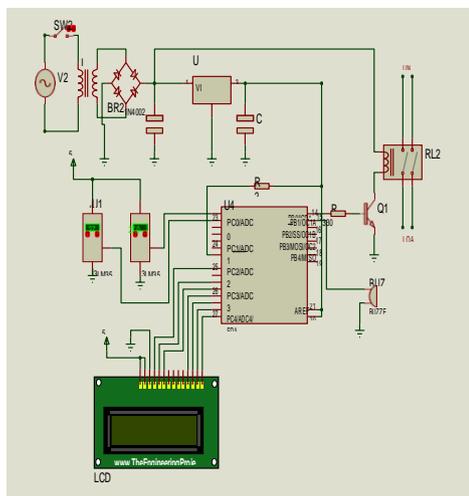
Gambar 9. Blok diagram

3.4.1. Blokdiagram

Blok diagram system yang diperlihatkan pada Gambar 9. Merupakan system Deteksi panas kabel pada sebuah panel distribusi. Sistem memiliki 2 input yaitu sensor panas (temperatur). Input mendeteksi panas dan memberikannya pada mikrokontroler untuk diproses. Pada bagian output terdapat sebuah buzzer, sebuah relay dan sebuah display. Buzzer berfungsi sebagai pemberi sinyal suara jika terjadi kenaikan temperature di atas normal dan relay sebagai pemutus arus saat batas suhu terlampau. Sedangkan display sebagai pemberi informasi atau memberikan nilai nilai temperatur yang terdeteksi. Secara keseluruhan system bekerja sebagai pendeteksi panas kabel-kabel distribusi untuk mencegah terbakarnya atau kerusakan kabel distribusi dan mencegah kebakaran instalasi listrik. Seperti diketahui, saat terjadi lonjakan arus lebih pada salah satu kabel akan membuat kabel panas dan meleleh sehingga terjadi kerusakan. Fungsi sistem yang dirancang adalah untuk mencegah dan menjaga agar sistem instalasi listrik tidak mengalami malfunction.

3.4.2. Carakerja system

Cara kerja sistem adalah sesuai dengan program yang dibuat yang diunggah dalam mikrokontroler tersebut. Saat catu daya diaktifkan, program akan mulai bekerja yaitu menginisialisasi dan system akan bekerja mulai dari awal. Setelah itu Kontroler akan membaca input sensor suhu, dalam hal ini menggunakan analog. Pada rancangan ini digunakan 2 buah sensor yang dipasang pada masukan analog yaitu portc.0 dan portc.1. Sensor akan memberikan besar suhu dari kabel distribusi utama dimana sensor dipasang bersentuhan pada kabel tersebut. Diasumsikan ada 2 kabel distribusi utama, oleh karena itu terdapat 2 sensor yang dipergunakan untuk mendeteksi 2 kabel tersebut. Kenaikan suhu akan membuat output sensor mengalami kenaikan tegangan. Kontroler atmega8 akan menghitung nilai suhu dari sensor melalui proses kalibrasi. Nilai suhu yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan suatu batas yang dibuat, misalnya batas normal panas kabel adalah 45 derajat maka jika nilai sensor melampaui batas tersebut akan membuat kontroler melakukan proteksi dengan mengaktifkan buzzer dan mematikan relay pemutus arus. Dengan demikian kerusakan diharapkan dapat terhindarkan. Display menampilkan suhu yang terdeteksi pada kedua kabel dan memberikan status system.

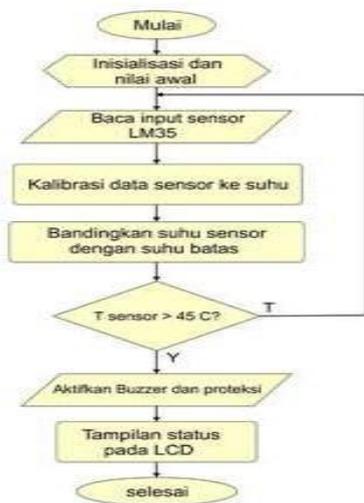


Gambar10. Rangkaian elektronik sistem

3.5. Flowchart

Gambar di bawah menunjukkan diagram alir system yaitu alat deteksi panas kabel distribusi. Dimulai dengan inisialisasi yaitu proses menentukan parameter input dan output dari mikrokontroler dan memberikan nilai awal pada output. Setelah itu kontroler akan membacamasukan melalui perintah program. Masukan diterima melalui masukan analog sehingga butuh proses kalibrasi. Proses kalibrasi adalah untuk mengembalikan nilai sensor menjadi nilai sebenarnya yaitu suhu. Selanjutnya program akan membandingkan data suhu sensor

dengan batas suhu yang ditentukan, dalam hal ini 44 derajat celsius. Jika nilai sensor lebih tinggi dari batas maka alarm akan aktif kemudian program akan mematikan relay untuk memutuskan arus pada kabel distribusi. Proses tersebut akan tampil pada display sebagai status sistem dan nilai suhu yang terdeteksi. Perlu diketahui, dalam contoh aplikasi ini digunakan 2 sensor suhu untuk mendeteksi 2 titik atau 2 kabel penghantar. Dengan demikian program akan membaca sensor secara bergantian dan menampilkannya pada display. Salah satu sensor bernilai lebih tinggi dari 45 derajat akan memicu program melakukan proteksi. Demikianlah proses kerja sistem yang dirancang bekerja sebagai sistem proteksi panas (thermal) pada kabel distribusi.



Gambar 10. Flowchart

IV. HASIL DAN PENGUJIAN SISTEM

4.1. Hasil Dan Pembahasan

Hasil penelitian adalah sebuah sistem proteksi thermal pada kabel penghantar yang dirancang dengan rangkaian elektronik dan dilengkapi dengan sensor thermal, mikrokontroler, relay proteksi dan display. Rangkaian bekerja sesuai dengan fungsinya yaitu untuk membaca suhu pada kabel daya dan membandingkannya dengan batas yang ditentukan. Sistem akan melakukan proteksi dengan cara memutuskan hubungan arus saat panas melebihi batas maksimal yang ditentukan. Manfaat dari rancangan adalah untuk menjaga dan menghindari kerusakan akibat panas berlebihan pada kabel daya. Panas berlebihan pada umumnya disebabkan oleh beban yang sangat besar dan melampaui batas arus yang diperbolehkan. Arus lebih kadang-kadang sulit terdeteksi oleh pengaman seperti mcb, mccb atau lainnya karena beberapa hal. Oleh sebab itu panas akan terjadi pada kabel penghantar jika arus tersebut melebihi batas kemampuan kabel. Dalam rancangan ini terdapat 2 sensor yang digunakan untuk mendeteksi panas 2 kabel penghantar yang

terpisah yaitu kabel daya untuk distribusi 2 kanal. Sensor dilekatkan pada kabel dengan bantuan selongsong kabel. Jika temperatur kabel naik akan terbaca oleh sensor dan memberikannya pada mikrokontroler. Pada mikrokontroler data temperature kabel dibaca melalui masukan analog yaitu pin 27 dan pin 28. Tegangan sensor kemudian diubah menjadi data digital 10 bit oleh rangkaian analog to digital converter. Data tersebut kemudian dikalibrasi menjadi nilai suhu sebenarnya kemudian ditampilkan pada display lcd. Data juga dibandingkan dengan batas temperatur yang diperbolehkan untuk kabel tersebut. Jika temperature salah satu melebihi batas tersebut maka proteksi akan dilakukan oleh sistem dengan memutuskan aliran arus melalui relay.

4.2. Hasil Pengujian

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem yaitu kinerja tiap komponen dan kinerja keseluruhan sistem. Setelah semua komponen telah siap dan telah tersedia maka pengujian dapat dilakukan. Beberapa pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sensor, pengujian kontroler, pengujian hasil kalibrasi dan output display serta fungsi relay sebagai pemutus arus

4.2.1 Pengujian Sensor Suhu LM35

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan keluaran sensor dan suhu disekitar sensor. Suhu diukur dengan thermometer digital sedangkan tegangan dengan voltmeter digital. Prosedur pengujian adalah dengan menaikkan suhu secara bertahap dan ukur setiap kenaikan suhu tersebut. Berikut adalah hasil pengujian yang dilakukan pada sensor LM35. Kenaikan suhu diusahakan dicatat per 2 derajat celsius.

Tabel 1. Hasil pengukuran pada sensor 1

Suhu(°C)	Voutsensor(V)
26,1	0,261V
28,2	0,282V
30,2	0,302V
32,1	0,321V
34,1	0,34V
36,0	0,36V
38,1	0,381V
40,2	0,401V
42,1	0,421V
44,0	0,441V
46,1	0,461V
48,2	0,481V
50,0	0,501V
52,1	0,521V
54,0	0,541V

Tabel 2. Hasil pengukuran pada sensor2.

Suhu(°C)	Voutsensor(V)
26,0	0,260V
28,1	0,281V
30,1	0,301V
32,1	0,321V
34,1	0,34V
36,0	0,36V
38,1	0,381V
40,2	0,401V
42,1	0,420V
44,0	0,440V
46,1	0,460V
48,2	0,481V
50,0	0,501V
52,1	0,521V
54,0	0,541V

4.2.2 Pengujian Mikrokontroler Atmega 8

Tujuan pengujian mikrokontroler adalah untuk mengetahui apakah mikrokontroler telah bekerja dengan baik atau tidak. Untuk pengujian ini akan dilakukan perbandingan antara program yang dibuat dgn hasil pengukuran. Dimana tiap port keluaran diukur dengan volt meter kemudian dibandingkan dengan data yang diprogram. Jika terdapat perbedaan logik maka berarti ada indikasi kesalahan dan harus diperiksa ulang.

Algoritma program dalam Bahasa C untuk pengujian tersebut adalah:

```
DDRB = 0xFF;PORTB = 0xF2;DDRC = 0xFF;PORTC = 0x00;DDR D = 0xFF;PORTD=0xAA;
```

Data tegangan hasil pengukuran pada pin mikrokontroler Atmega 8 adalah sbb:

Tabel 3. Hasil pengukuran pin mikrokontroler.

Pin	Vout(V)
1.	4,97
2.	0,0
3.	5,0
4.	0,0
5.	5,0
6.	0,0
7.	5,01
8.	0,0
9.	2,99
10.	2,01
11.	5,01
12.	0,0
13.	5,00
14.	0,01
15.	5,0

Dengan demikian data logic keluaran tiap port adalah: PORTB:11110010= F2 hexa

```
PORTD :10101010 = AA hexa
PORTC: 00000000= 00hexa
```

Analisa:

Dari data di atas jika dibandingkan antara data program dengan hasil pengukuran port takan terlihat adanya kesamaan antara program dan keluaran tiap pin. Hasil menunjukkan tidak terdapat perbedaan, sehingga dapat dinyatakan rangkaian kontroler telah bekerja.

3. Pengujian Catu Daya Sistem

Catu daya yang digunakan adalah trafo stepdown. Pengujian dilakukan dgn mengukur tegangan keluaran catu daya saat berbeban dan tanpa beban. Terdapat 2 test point output yaitu output setelah penyearah dan output setelah regulator 7805. Berikut adalah data hasil pengukuran catu daya :

Tabel 4. Hasil pengukuran tegangan Output catu daya.

Regulator	Output dc	Output
Tanpabeban	13,7V	5,02V
Dgnbeban	12,3V	5,01V

Pembahasan:

Dari pengukuran di atas dapat diambil kesimpulan bahwa tegangan yang dihasilkan telah memenuhi kebutuhan rangkaian yang dibuat yaitu 12V dan 5V. Dengan demikian pengujian ini dinyatakan berhasil.

4. Pengujian modul display M1632

Pengujian display LCD dilakukan dengan program yang dibuat khusus untuk menampilkan sebuah pesan pada LCD tersebut. Program dibuat dengan bahasa C, kemudian diunggah pada kontroler. Berikut adalah list program yg dibuat untuk pengujian tersebut.

```
Init_lcd();while(1)
{
lcd_clear();
lcd_putsf("THERMAL
PROTEKSI");delay_ms(1000);
lcd_clear();
lcd_putsf("PADAKABEL
DAYA");delay_ms(1000);
}
```

Setelah diunduh pada mikrokontroler dan dijalankan, maka pada display LCD akan muncul kata "THERMAL PROTEKSI" pada baris

pertama dan "PADA KABEL DAYA" pada baris pertama juga secara bergantian dengan durasi 1 detik, Dengan tampilan seperti itu maka pengujian display dinyatakan telah bekerja dengan baik sesuai dengan yang diprogramkan.

5. Pengujian secara keseluruhan

Pengujian dilakukan setelah semua komponen dihubungkan menjadi satu sistem. Prosedur pengujian adalah dengan mengaktifkan sistem, kemudian memberikan inputan dan mengamati output yang dikeluarkan oleh sistem. Catat semua data jika dibutuhkan. Pada saat catu daya diaktifkan sistem akan mulai bekerja yaitu mulai membaca sensor dan menampilkannya pada display. Display akan menunjukkan temperatur kedua kabel saat itu. Karena kabel belum terbebani maka temperature yang terukur adalah sama dengan suhu kamar yaitu berkisar 27 hingga 28 derajat celsius. Pada kondisi ini, relay akan on dan arus beban akan mengalir. Setelah itu pengujian dilanjutkan dengan menaikkan arus beban yang mengalir pada kabel yaitu dengan menambah beban misalnya pemanas air, lampu pijar, dan motor dan sebagainya yang berdaya besar. Setelah semua beban dihidupkan, tampak kenaikan temperature pada salah satu sensor dimana yang kabelnya dialiri arus beban. Kenaikan beberapa derajat secara signifikan terbaca dan tertampil pada display. Namun pada pengujian ini tidak sanggup menaikkan temperature hingga batas yang dibuat yaitu 60 derajat celsius karena kekurangan beban dan terbatasnya arus suplai dari rumah. Untuk itu, untuk menguji system hingga mencapai titik proteksi maka dilakukan dengan bantuan misalnya memanaskannya dengan pemanas lain misalnya solder atau setrika. Pemanas didekatkan pada salah satu sensor, spontan temperatur akan naik secara drastis dan melampaui 60 derajat. Pada saat itu relay akan cut off dan arus beban terputus seketika. Semua beban akan mati karena relay tersebut "OFF". Proses dilanjutkan dengan tetap mengamati temperatur sensor. Temperatur akan berangsur turun secara perlahan hingga suhu mencapai batas normal yaitu 35 derajat celsius. Saat temperature sudah di bawah 35 derajat, relay secara otomatis diaktifkan kembali dan beban kembali hidup. Dengan hasil pengujian seperti di atas maka dapat dinyatakan alat proteksi termal pada kabel telah bekerja dengan baik sesuai dengan yang diinginkan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, peneliti dapat menyimpulkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa Rancang bangun system proteksi termal pada kabel daya berhasil dibuat dan bekerja sesuai tujuannya.
2. Kalibrasi suhu berhasil dilakukan dengan program bahasa C yaitu dengan mengalikan data sensor dengan sebuah konstanta. Nilai Konstanta dalam hal ini adalah bernilai 100 C/Volt.
3. Relay proteksi bekerja sesuai fungsinya yaitu memutuskan arus beban saat temperatur melampaui 60 derajat celsius.
4. Sensor LM35 mengubah temperature menjadi tegangan dengan resolusi 10 mV / °C. Nilai konversi sensor cukup linear sehingga tidak membutuhkan proses linearisasi seperti halnya sensor nonlinear.
5. Dengan system proteksi thermal pada kabel maka kerusakan kabel dapat dihindari dan juga dapat menghindari akibat fatal misalnya kabel meleleh dan terjadi hubung singkat yang dapat menyebabkan kebakaran. Kerusakan pada transformator distribusi (MS248) dikarenakan pembebanan tidak seimbang, yang terjadi akibatnya retubushung trafo merembes yang menyebabkan minyak trafomenetes sehingga batas/level minyak trafo berkurang yang mengakibatkan transformator mimir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Haryanto, Arif Kurnadi. 2016. *Alat Ukur suhu Untuk Panel listrik Dengan Memanfaatkan Gelombang Panas Panel Listrik Yang Ada Di Gedung Fakultas Unnes*. Universitas Negeri Semarang
- [2]. Kadir, Abdul. 2013. *Panduan praktis mempelajari aplikasi mikrokontroler dan pemrogramannya menggunakan Arduino*. Yogyakarta: Andi
- [3]. Muklis, Yulisdin. 2010. *Pemanas Dengan system pendeteksi suhu otomatis dengan pengaman kebocoran panas*. Universitas Gunadarma
- [4]. Maickel, Osean . 2019. *Pengukuran Suhu Dengan Sensor Suhu Infra Merah MLX 90614 Berbasis Arduino*. Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta
- [5]. Rakhmat, Syaefullah. 2006. *Rancang Bangun Alat Ukur Konduktivitas Panas Bahan Dengan Metode Needle Probe Berbasis Mikrokontroler AT89S52*". Laboratorium Instrumentasi Dan Elektronika UNDIP
- [6]. Syahwil, Muhammad. 2014. *Paduan mudah simulasi dan praktek Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta: Andi