

BAB III

PERANCANGAN

3.1 Tujuan Perancangan

Perancangan sistem merupakan suatu tahapan penting yang perlu diperhatikan sebelum membuat atau merakit suatu peralatan yang mencakup seluruh perangkat. Tujuan perancangan dari pengukur suhu ruangan dengan tampilan LCD menggunakan ICL7106 adalah untuk mendesain dan mengembangkan gagasan dalam membuat suatu alat agar sesuai dengan yang diharapkan.

Proses perancangan dimulai dengan mempertimbangkan segi kualitas, keindahan, kenyamanan, ekonomis dari alat tersebut sehingga mendapatkan kepuasan bagi pemakainya (konsumen).

3.2 Langkah-langkah Perancangan

Agar dicapai suatu hasil yang optimal sesuai dengan perancangan, maka dilakukan langkah-langkah perancangan sebagai berikut.

1. Studi literatur
2. Identifikasi masalah
3. Perancangan alat :
 - Pengujian rangkaian pada papan percobaan (*proto board*)
 - Perencanaan tata letak komponen
 - Pembuatan jalur pengawatan
 - Pembuatan jalur rangkaian pada papan rangkaian tercetak (PCB)
 - Perakitan
 - Pembuatan kotak (*chasis*)

3.2.1 Studi Literatur

Sebagai langkah awal dalam mengerjakan proyek akhir ini adalah mengadakan studi literatur. Studi literatur ini dilakukan untuk memahami terlebih dahulu tentang teori atau prinsip-prinsip kerja dan spesifikasi alat agar proses perancangan dan pembuatan alat nantinya berjalan dengan lancar. Studi literatur ini juga berguna sebagai pedoman dalam penyusunan laporan proyek akhir.

3.2.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan-permasalahan yang mungkin akan dihadapi dalam proses perancangan dan pembuatan alat adalah :

1. Pemilihan komponen yang sesuai
2. Pengujian rangkaian
3. Pengukuran

3.2.3 Perancangan Alat

Perancangan Alat terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut.

3.2.3.1 Pengujian Rangkaian pada Papan Percobaan (*protoboard*)

Tahap ini dilakukan untuk mengetes apakah komponen yang digunakan dapat berfungsi sebagaimana mestinya dan apakah hubungan jalur antar komponen sudah tepat. Jika pada tahap ini terjadi beberapa kesalahan, maka masih dapat diperbaiki dengan mudah karena masih terangkai di atas *protoboard*.

3.2.3.2 Perencanaan Tata Letak Komponen

Langkah-langkah yang harus diperhatikan pada proses perancangan tata letak komponen adalah :

- Mempelajari gambar rangkaian yang akan dibuat dengan seksama
- Memperhatikan karakteristik listrik semua komponen yang akan digunakan
- Menyusun semua komponen dengan sebaik-baiknya untuk memperoleh jalur pengawatan yang pendek, indah dipandang dan mudah jika dilakukan perbaikan
- Istimewakan komponen yang sensitif terhadap pengaruh luar, dalam hal ini segi fisik.

3.2.3.3 Pembuatan Jalur Pengawatan

Setelah tata letak komponen dibuat, langkah selanjutnya adalah pembuatan jalur pengawatan.

Hal-hal yang harus diperhatikan pada pembuatan jalur pengawatan adalah :

- Membuat jalur pengawatan sependek mungkin
- Menghindari jalur-jalur yang membentuk sudut-sudut lancip
- Mengusahakan agar jarak antara jalur tidak terlalu dekat
- Memisahkan terminal-terminal masukan dan keluaran
- Membuat keterangan-keterangan atau kode-kode untuk mempermudah pemasangan komponen.

3.2.3.4 Pembuatan Jalur Rangkaian di atas PCB

Proses pembuatan jalur di atas PCB adalah :

- Perancangan jalur rangkaian dan pengaturan tata letak komponen di atas kertas kalkir
- Penggambaran jalur tercetak di atas PCB (*layout PCB*)
- Pelarutan PCB dengan menggunakan Ferrit Clorida $FeCl_3$ (*etching*)
- Pengeboran dan pelubangan pada bagian yang sudah dicetak
- Pembersihan dan pengecekan jalur-jalur rangkaian pada PCB.

3.2.3.5 Perakitan

Yang termasuk dalam proses perakitan adalah :

- Pemasangan komponen dan penyolderan kaki komponen pada PCB
- Pengawatan
- Pemasangan PCB dan komponen lain pada kotak.

3.2.3.6 Pembuatan Kotak

Tahap pembuatan *chasis* atau kotak rangkaian meliputi :

- Perancangan, dilakukan dengan pembuatan gambar kerja
- Penentuan bentuk dan ukuran kotak
- Memotong plat sesuai dengan benda kerja
- Melakukan pengeboran / pelubangan plat
- Melakukan pembengkokan atau penekukan plat
- Penghalusan dan pembersihan permukaan plat
- Pengecatan kotak
- Penempatan nama dan simbol untuk panel pada kotak.

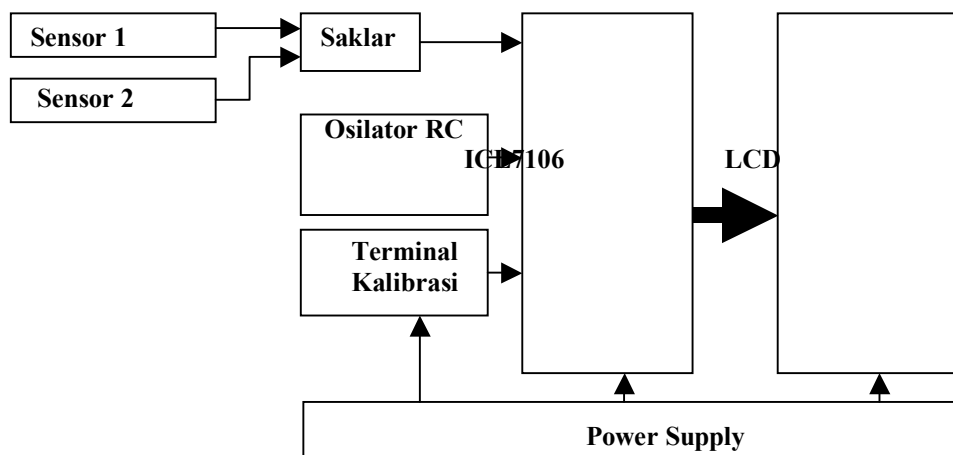
3.3 Pemilihan Nilai Komponen

Pemilihan komponen didasarkan dan disesuaikan dengan alat sehingga dapat menghasilkan rancangan terbaik serta alat dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pada proyek ini, pemilihan komponen dilakukan pada tipe dan nilai komponen eksternal seperti nilai resistor, kapasitor osilator, kapasitor *auto-zero* dan komponen lainnya. Tipe dan nilai komponen tersebut harus tepat dan akurat karena ketidaksesuaian nilai komponen akan mempengaruhi kinerja ICL7106 sebagai

komponen utamanya. Dengan adanya pemilihan komponen yang tepat, dipastikan alat atau sistem akan bekerja dengan baik.

3.4 Diagram Blok Sistem

Diagram blok rangkaian sistem pengukur suhu ruangan dengan tampilan LCD menggunakan ICL7106 dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 3.1 berikut ini.



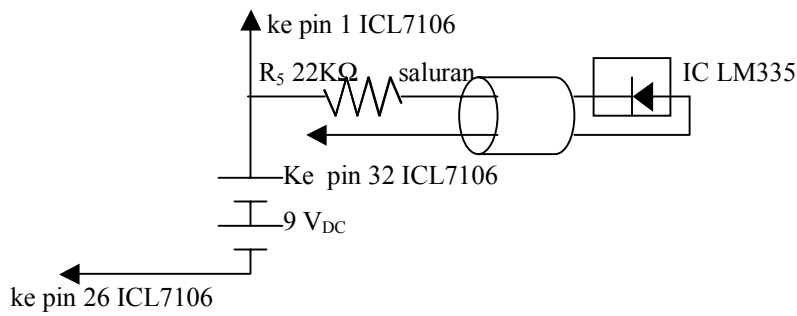
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

3.5 Hasil Perancangan

Dari gambar diagram blok seperti pada Gambar 3.1 di atas, diperoleh hasil perancangan sebagai berikut.

3.5.1 Perancangan Rangkaian Sensor Suhu

Seperti yang telah dijelaskan pada bab II bahwa pada perancangan sistem pengukur suhu ruangan tersebut menggunakan sensor suhu berupa sebuah IC LM335. IC LM335 ini khusus dikemas sebagai sensor suhu. IC ini beroperasi berdasarkan dua terminal zener. Rangkaian sensor ini dicatu dengan tegangan DC yang berasal dari baterai 9 Volt. Untuk lebih jelasnya, perhatikan Gambar 3.2 di bawah ini.

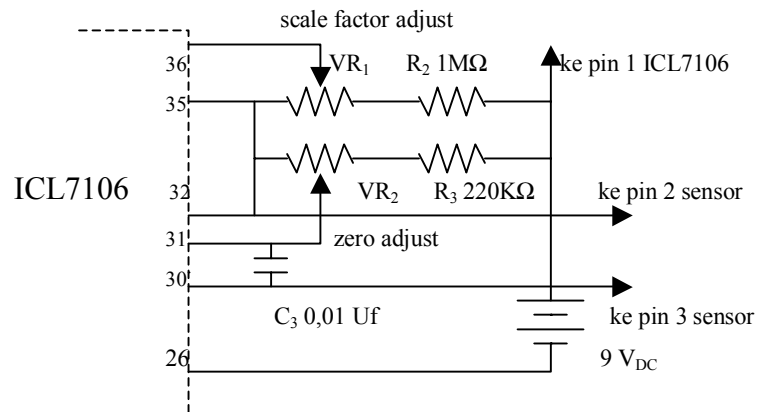


Gambar 3.2 Rangkaian Sensor Suhu

Pada pembuatan alat pengukur suhu ruangan ini, kami menggunakan dua buah sensor LM335 sebagai pengindera suhu pada dua ruangan yang berbeda. Oleh karena itu, kami merancang dua buah rangkaian sensor suhu, dimana keduanya terhubung ke rangkaian ICL7106 melalui sebuah saklar yang berfungsi untuk memilih rangkaian sensor mana yang akan diaktifkan.

3.5.2 Perancangan Rangkaian Terminal Kalibrasi

Rangkaian terminal kalibrasi yang kami maksud adalah rangkaian yang berfungsi untuk mengkalibrasi alat pada suhu terendah 0 °C dan suhu tertinggi pada 100 °C, sehingga dalam penggunaannya nanti hanya dapat menampilkan range temperatur dari 0 °C sampai dengan 100 °C.



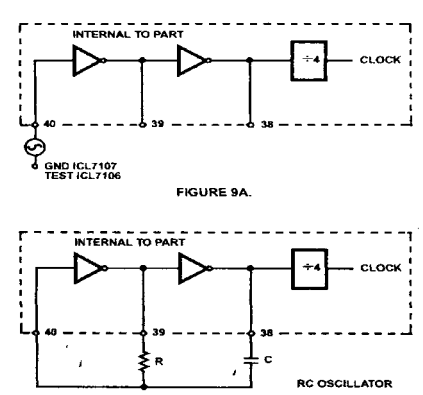
Gambar 3.3 Rangkaian Kalibrasi

Rangkaian di atas terdiri dari dua buah resistor variabel dengan fungsi masing-masing VR_1 sebagai pengatur faktor skala tertinggi dan VR_2 sebagai penentu skala terendah. Karena alat tersebut digunakan sebagai pengukur suhu ruangan, maka skala tertinggi diatur pada batas tertinggi $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ yaitu dengan mencelupkan badan LM335 ke dalam air mendidih kemudian mengatur VR_1 hingga LCD menampilkan pembacaan “100.0” sedangkan untuk skala terendah diatur pada batas $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ yaitu dengan mencelupkan badan LM335 ke dalam air es kemudian mengatur VR_2 sehingga LCD menampilkan pembacaan “000.0”. Dengan demikian, nilai VR_1 dan VR_2 menjadi resistor tetap. Proses tersebut merupakan proses kalibrasi alat.

Boleh dikatakan, rangkaian kalibrasi ini merupakan rangkaian pembagi tegangan acuan untuk sistem internal analog ICL7106.

3.5.3 Perancangan Rangkaian Osilator

Disini rangkaian osilator digunakan untuk membangkitkan sinyal yang akan difungsikan sebagai *clock* pada sesi digital ICL7106. Dalam hal ini, kami menggunakan sebuah osilator RC seperti ditunjukkan pada Gambar 3.4 di bawah ini.



Gambar 3.4 Rangkaian Osilator RC

Berdasarkan karakteristik ICL7106 bahwa frekuensi osilator yang digunakan untuk tiga pembacaan per detik (*three readings/sec*) disarankan 48 KHz. Untuk range frekuensi disarankan nilai resistor osilator $R_{OSC} = 100\text{ K}\Omega$ dan nilai kapasitor C_{OSC} ditentukan dari persamaan :

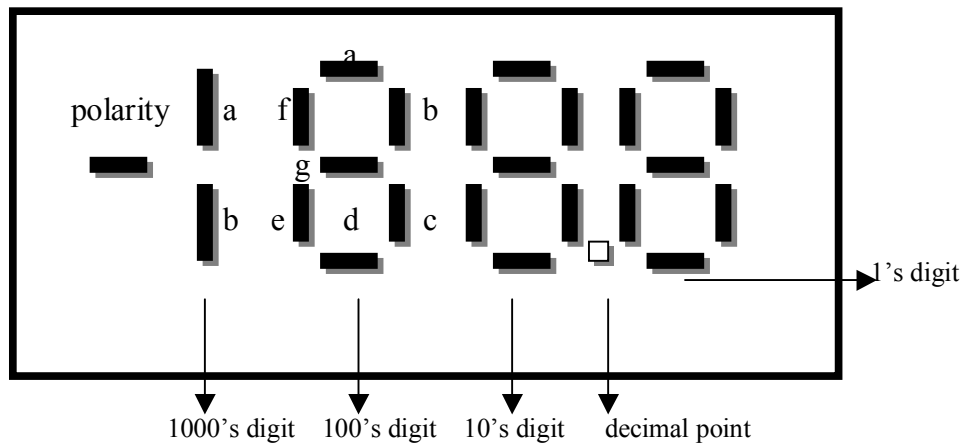
$$f_{osc} = \frac{1}{RC}$$

Untuk 48 KHz clock (*3 readings/sec*), ditentukan sebuah nilai konstanta sebesar 0,45 sehingga persamaan menjadi :

$$\begin{aligned} f_{osc} &= \frac{1}{RC} \times 0,45 \\ 48\text{ KHz} &= \frac{1}{100\text{K} \times C_{osc}} \times 0,45 \\ C_{osc} &= \frac{0,45}{100\text{K} \times 48\text{KHz}} \\ &= 93,75\text{ pF} \\ &\cong 100\text{ pF} \end{aligned}$$

3.5.4 Perancangan Rangkaian Antarmuka LCD dengan ICL7106

ICL7106 telah didesain secara khusus untuk diantarmukakan dengan tampilan jenis LCD 3½ digit. Yang dimaksud dengan 3½ digit adalah 3 *seven-segment* penuh dan satu *seven-segment* tidak penuh (hanya terdiri dari dua segmen) serta satu segmen tanda polaritas (-) seperti ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Tampilan LCD 3½ Digit

Hal yang dilakukan dalam perancangan rangkaian antarmuka LCD dengan ICL7106 adalah menghubungkan pin-pin LCD dengan pin-pin ICL7106 sesuai dengan keterangan pin yang telah ditentukan oleh pabrik seperti yang tertera dalam Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Antarmuka pin LCD dengan pin ICL7106

| Nomor pin ICL7106 | Nomor pin LCD | Keterangan |
|-------------------|---------------|-----------------------------|
| 2 | 18 | D4 – 1's digit – segmen D |
| 3 | 19 | C4 – 1's digit – segmen C |
| 4 | 20 | B4 – 1's digit – segmen B |
| 5 | 21 | A4 – 1's digit – segmen A |
| 6 | 22 | F4 – 1's digit – segmen F |
| 7 | 23 | G4 – 1's digit – segmen G |
| 8 | 17 | E4 – 1's digit – segmen E |
| 9 | 14 | D3 – 10's digit – segmen D |
| 10 | 15 | C3 – 10's digit – segmen C |
| 11 | 24 | B3 – 10's digit – segmen B |
| 12 | 25 | A3 – 10's digit – segmen A |
| 13 | 26 | F3 – 10's digit – segmen F |
| 14 | 13 | E3 – 10's digit – segmen E |
| 15 | 10 | D2 – 100's digit – segmen D |
| 16 | 29 | B2 – 100's digit – segmen B |

| | | |
|----|----|--------------------------------|
| 17 | 31 | F2 – 100's digit – segmen F |
| 18 | 9 | E2 – 100's digit – segmen E |
| 19 | 3 | AB1 – 1000's digit – segmen AB |
| 20 | 2 | Polaritas (-) |
| 21 | - | backplane |
| 22 | 32 | G2 – 100's digit – segmen G |
| 23 | 30 | A2 – 100's digit – segmen A |
| 24 | 11 | C2 – 100's digit – segmen C |
| 25 | 27 | G3 – 10's digit – segmen G |

3.6 Cara Kerja Rangkaian

Sebelum rangkaian tersebut difungsikan, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi alat, dimana cara melakukan kalibrasi telah dijelaskan pada bagian perancangan rangkaian terminal kalibrasi sebelumnya.

Jika rangkaian sistem pengukur suhu ruangan tersebut dihubungkan dengan sumber tegangan catu $9 V_{DC}$ (baterai), maka rangkaian akan langsung bekerja.

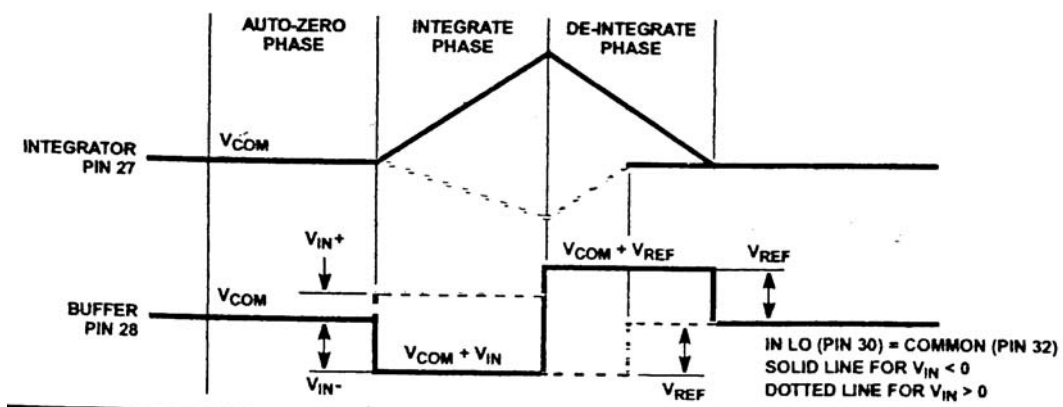
Sensor LM335 sebagai pengindera temperatur akan menerjemahkan tingkat temperatur di sekitarnya menjadi level tegangan. Naik-turunnya suhu akan sangat mempengaruhi nilai resistansi internal LM335. Perubahan nilai resistansi internal LM335 dengan sendirinya akan mengubah tegangan keluaran sensor sekitar $-2 mV/^{\circ}C$. Tegangan keluaran sensor dihubungkan dengan tegangan COMMON analog (pin 32) dan IN LO (pin 30) ICL7106.

Pada bagian analog ICL7106, tegangan keluaran sensor diproses dan dapat dibagi dalam tiga tahap, yaitu :

- *Tahap auto-zero*, selama tahap tersebut berlangsung IN HI dan IN LO terhubung ke tegangan COMMON analog (tegangan output sensor), C_{REF} diisi dengan

tegangan referensi sedangkan C_{AZ} mengkompensasi tegangan offset buffer, integrator dan komparator.

- *Tahap integrasi sinyal*, pada saat terjadi integrasi sinyal, loop *auto-zero* terbuka dan tegangan IN HI dan IN LO yang tadinya terhubung dengan tegangan COMMON analog sekarang terhubung ke pin-pin eksternal, kemudian konverter akan menggabungkan (integrasi) tegangan diferensial antara IN HI dan IN LO. Tegangan diferensial ini bisa mencapai 1 volt.
- *Tahap de-integrasi*, pada tahap ini IN LO kembali terhubung ke COMMON analog sedangkan IN HI kembali mengisi C_{REF} . Hal tersebut menyebabkan keluaran integrator kembali ke nol dengan waktu yang sebanding dengan sinyal input.



Gambar 3.6 Bentuk Sinyal Keluaran Integrator dan Buffer.

Dari gambar diatas, dapat diketahui bahwa pada tahap *auto-zero*, keluaran integrator dan buffer sama dengan tegangan common V_{COM} (tegangan dari sensor suhu).

Pada tahap integrasi sinyal, keluaran buffer sama dengan $V_{COM} + V_{IN}$. Garis tebal menunjukkan tegangan input negatif dan garis putus-putus menunjukkan tegangan

input positif, sedangkan tegangan keluaran integrator akan melandai (*ramping*) berlawanan dengan polaritas tegangan input.

Pada tahap ketiga (de-integrasi), C_{REF} akan terhubung antara COMMON dan input penguat buffer yang mengakibatkan tegangan keluaran integrator kembali ke tegangan semula (V_{COM}).

Sinyal keluaran integrator kemudian menuju LOGIC CONTROL. LOGIC CONTROL dikendalikan oleh pulsa clock. Pulsa clock sendiri merupakan frekuensi osilator dibagi empat. Banyaknya pulsa clock untuk sinyal *auto-zero* adalah 1000 sampai 3000 *count*, sinyal integrasi sebanyak 1000 *count* dan de-integrasi sebesar 0 hingga 2000 *count*.

Selain digunakan untuk mengendalikan LOGIC CONTROL, pulsa clock juga digunakan untuk mengendalikan *decade counters*. Counter tersebut terdiri dari empat buah yang berfungsi untuk mengendalikan *seven-segment decoder* pertama (digit satuan), kedua (digit puluhan), ketiga (digit ratusan) dan keempat (digit ribuan). Keluaran dari ke empat counter tersebut selanjutnya menuju LATCH yang juga dikendalikan oleh pulsa clock. Fungsi LATCH adalah sebagai “pengancing” sinyal keluaran counter agar tidak berubah kondisi atau konstan. Hal tersebut sangat penting untuk dijaga karena berhubungan dengan informasi yang akan ditampilkan nanti. Untuk itu, keluaran counter-counter mutlak dikontrol oleh LOGIC CONTROL yang berlangsung dalam unit LATCH.

Keluaran LATCH kemudian memasuki unit *seven-segment decoder*. Pada bagian ini, bilangan *Binary Code Decimal* (BCD) diubah menjadi tujuh keluaran oleh *BCD-to-seven-segment decoder*. Keluaran *seven-segment decoder* inilah yang dihubungkan dengan LCD sehingga dapat diketahui oleh manusia.

3.7 Spesifikasi Alat

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Tegangan kerja rangkaian | 9 V _{DC} |
| 2. Frekuensi Osilator RC | 48 KHz |
| 3. Fungsi temperatur maksimum ICL7106 | 150 °C |
| 4. Range suhu operasi alat | 0 °C – 100 °C |
| 5. Tegangan kemudi segmen LCD | min 4 Vpp, typ 5,5 Vpp, max 6 Vpp |

3.8 Cara Pengoperasian Alat

1. Menghubungkan sensor dan alat dengan benar
2. Menghubungkan alat ke tegangan kerja (baterai 9 V)
3. Proses perubahan suhu akan ditampilkan oleh LCD.