

BAB IV

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini membahas tentang perancangan dan pembuatan alat pendeteksi terjadinya gangguan hubung singkat pada jarak terukur berdasarkan waktu tunda. Perancangan sistem ini meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras meliputi perancangan relay, mikrokontroler AT89S51, IC 555, Buzzer, LCD sebagai penampil jarak. Sedangkan perangkat lunak meliputi program mikrokontroler menggunakan bahasa *assembly*. Beberapa aspek lain yang perlu dijelaskan dalam pembahasan bab ini adalah penentuan spesifikasi dari sistem yang dirancang, blok diagram dan prinsip kerja sistem.

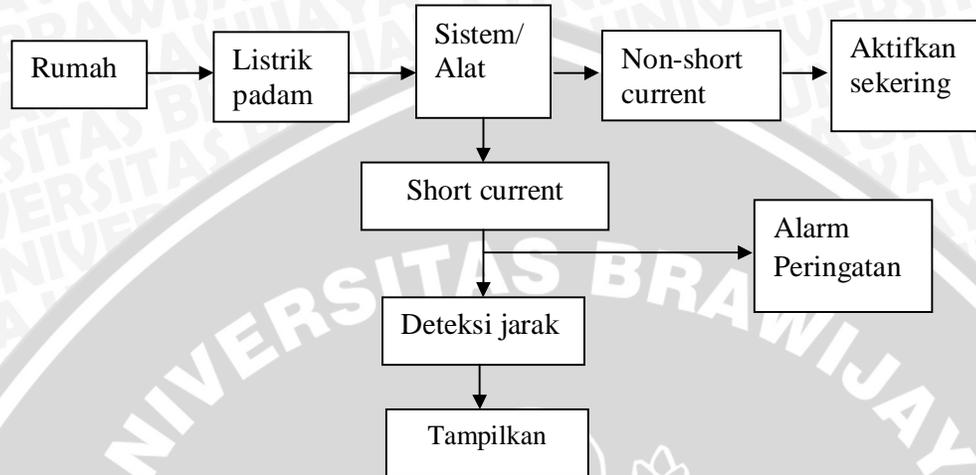
4.1 Penentuan Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat secara keseluruhan ditetapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan selanjutnya. Spesifikasi alat yang direncanakan terdiri atas:

- 1) Mikrokontroler AT89S51 sebagai unit pengolah data dan kendali keseluruhan alat.
- 2) Relay sebagai pendeteksi aliran arus listrik.
- 3) Driver relay sebagai pengkondisi kerja relay.
- 4) Timer IC 555 sebagai penembak sinyal.
- 5) Buzzer sebagai alarm peringatan.
- 6) LCD sebagai penampil hasil perhitungan jarak.

4.2 Perancangan Diagram Blok

Secara garis besar sistem kerja alat ini ditunjukkan oleh diagram blok dalam Gambar 4.1.

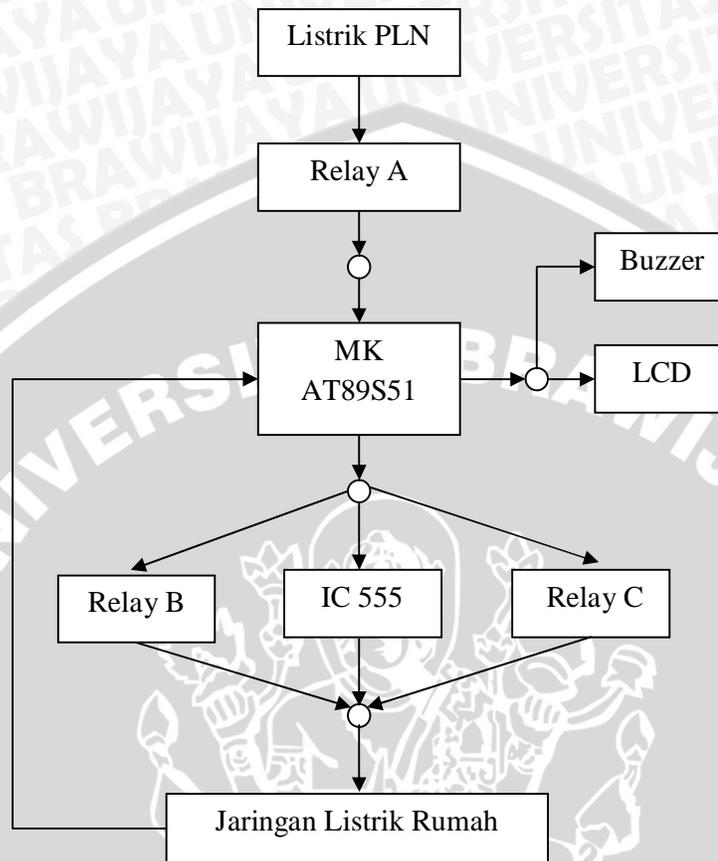


Gambar 4.1. Diagram Blok Sistem

Prinsip kerja sistem:

Pada instalasi listrik seperti rumah atau suatu tempat yang dipasang alat pendeteksi gangguan hubung singkat (*short current*) pada jaringan listriknya. Jika listrik pada tempat tersebut padam, maka alat akan mendeteksi apakah terjadi hubung singkat (*short current*) listrik atau tidak. Jika ya, maka alat akan membunyikan alarm peringatan serta mendeteksi lokasi atau jarak kabel instalasi listrik yang terjadi hubung singkat (*short current*) dan ditampilkan pada alat tersebut. Dengan demikian pengguna akan mengetahui bahwa telah terjadi hubung singkat (*short current*) beserta jaraknya.

Diagram Blok Alat:



Gambar 4.2. Blok Diagram Alat

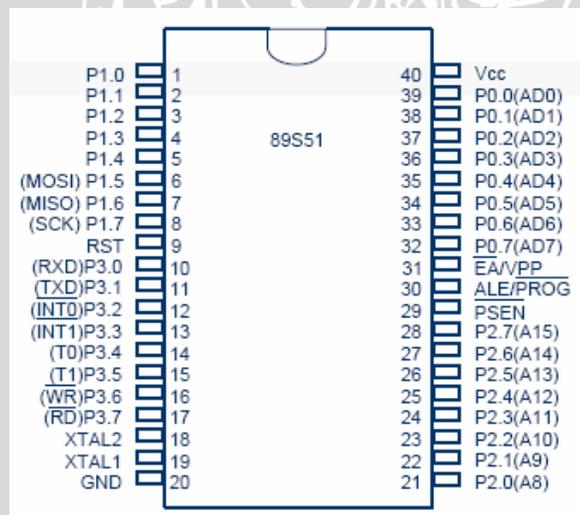
Cara kerja alat pendeteksi terjadinya gangguan hubung singkat pada jarak terukur berdasarkan waktu tunda adalah pertama kali relay A sebagai sensor arus mendeteksi aliran arus listrik, apabila aliran arus listrik tidak mengalir maka relay logika rendah dan memberikan sinyal masukan pada mikrokontroler AT89S51 untuk bekerja dengan memberikan sinyal pada Relay B dan Relay C untuk close agar terhubung dengan jaringan listrik rumah dan menembakkan sinyal melalui IC 555, ketika sinyal di tembakkan timer dari mikrokontroler berjalan sampai dengan sinyal itu diterima kembali. Hasil dari jeda waktu tersebut dikonversi oleh mikrokontroler berupa jarak dalam satuan meter dengan pengali kecepatan transmisi kabel yang diperoleh dari karakteristik kabel yang kemudian

ditampilkan dalam LCD disertai buzzer sebagai alarm peringatan terjadinya gangguan hubung singkat.

4.3 Perancangan Alat

4.3.1 Mikrokontroler AT89S51

Unit pemrosesan pusat dalam perancangan alat pendeteksi gangguan hubung singkat pada jarak terukur berdasarkan waktu tunda ini menggunakan mikrokontroler AT89S51 yang berfungsi sebagai unit pemrosesan kerja sistem. Selain itu, mikrokontroler AT89S51 juga digunakan sebagai pusat kendali unit-unit yang akan dikontrol seperti unit penghitung jarak, pengendalian Relay B dan Relay C, pengaktif buzzer dan lain-lain. Mikrokontroler AT89S51 mempunyai 4 buah port yaitu port 0, port 1, port 2 dan port 3 yang seluruhnya berjumlah 32 bit. Port-port ini dapat digunakan sebagai saluran *basic input/output*. Port-port Mikrokontroler AT89S51 ditunjukkan dalam Gambar 4.3



Gambar 4.3. Sistem minimum mikrokontroler AT89S51

Sumber: datasheet AT89S51

Dalam Gambar 4.3. ditunjukkan rangkaian mikrokontroler dimana pin-pin yang digunakan dalam perancangan sistem pendeteksi gangguan hubung singkat pada jarak terukur adalah sebagai berikut:

- Port P0.0-P0.7 dihubungkan dengan LCD.
- Port P1.0 dan P1-1 dihubungkan dengan pengontrol sinyal.
- Port P1.2 – P1.4 dihubungkan dengan pengontrol relay.
- Port P1.5 dihubungkan dengan tombol pengontrol buzzer.
- Port RST sebagai reset.
- Port P3.2 sebagai INT0 (*Interrupt 0*).
- Port P3.3 sebagai INT1 (*Interrupt 1*).
- Port P3.4 sebagai T0 (*Timer 0*).
- Port P3.5 sebagai T1 (*Timer 1*).
- Reset difungsikan sebagai input pengendali reset.

Dalam operasional standart mikrokontroler AT89S51 juga memerlukan sebuah rangkaian reset yang berfungsi untuk mengembalikan ke kondisi awal. Rangkaian reset ini tersusun dari sebuah kapasitor dan resistor.

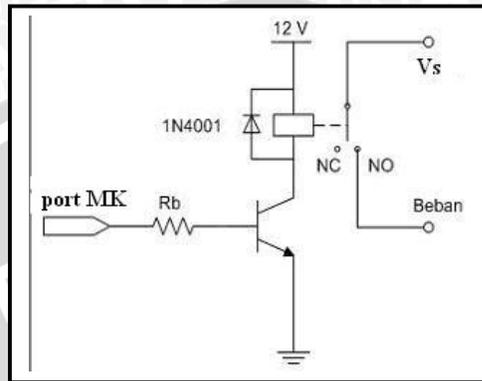
Rangkaian Osilator

Kecepatan dalam memproses data serta melakukan perhitungan aritmatika dan logika yang dilakukan oleh mikrokontroler ditentukan oleh sumber *clock* yang terdapat pada mikrokontroler. Untuk membangkitkan sumber *clock* dibutuhkan rangkaian osilator dengan frekuensi kristal yang disesuaikan dengan kebutuhan. Pin 18 dan pin 19 pada mikrokontroler AT89S51 ini digunakan sebagai *input* rangkaian osilator. Besarnya nilai kapasitansi C1 dan C2 disesuaikan dengan spesifikasi *datasheet* mikrokontroler AT89S51, yaitu 30 ± 10 pF. Dalam perancangan rangkaian osilator ini digunakan resonator kristal dengan frekuensi sebesar 12Mhz dengan nilai kapasitansi C1 dan C2 sebesar 33 pF.

4.3.2. Rangkaian Driver Relay

Rangkaian *driver relay* ini dibutuhkan karena arus yang dikeluarkan oleh mikrokontroler kurang mencukupi untuk mengaktifkan relay secara langsung. Rangkaian pengendali *relay* menggunakan transistor sebagai *switch* untuk mengaktifkan *relay*. Pemakaian dioda yang dipasang paralel dengan *relay* bertujuan untuk melindungi transistor dari GGL lawan *relay* yang cukup besar pada saat *relay* dalam keadaan *off*. Jika suatu tegangan yang mewakili level logika

1 untuk memberikan bias pada transistor, maka transistor akan *on* dan mengalirkan arus pada *relay* sehingga *relay* akan mengalirkan arus ke beban (alat). Rangkaian pengendali relay ini ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Rangkaian Driver Relay

Rangkaian pengendali relay ini mendapat masukan dari mikrokontroler, yaitu dengan tegangan keluaran (V_{OH}) minimal 4,2 volt dengan arus 20 mA. Sedangkan arus yang membias relay (I_C) dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_{Relay}$$

Dalam kondisi saturasi dimana $V_{CE} \approx 0$ volt, dan nilai hambatan internal relay diketahui sebesar 400 Ω maka :

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_{relay}} = \frac{12}{400} = 30 \text{ mA}$$

Karena besar arus I_C pada keadaan saturasi adalah 30 mA, sehingga transistor yang digunakan harus memiliki I_C pada keadaan saturasi yang lebih besar dari 30 mA. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut digunakan transistor FCS9014. Dari datasheet transistor diketahui bahwa:

$$I_{C(max)} = 100 \text{ mA}$$

$$\beta_{(min)} = 100 \text{ dan } \beta_{(max)} = 300$$

$$\begin{aligned}\text{maka } \beta_{(\text{rata-rata})} &= \sqrt{\beta_{(\text{min})} \cdot \beta_{(\text{max})}} \\ &= \sqrt{(100) \cdot (300)} \\ &= \sqrt{30000} \\ &= 173,21\end{aligned}$$

Untuk memastikan transistor dalam keadaan saturasi pada level arus *relay*, diperlukan arus basis sebesar:

$$I_B = \left(\frac{I_{\text{relay}}}{\beta_{(\text{min})}} \right)$$

$$I_B = \left(\frac{30\text{mA}}{173,21} \right)$$

$$I_B = 0,173 \text{ mA}$$

Dengan tegangan keluaran minimal (V_{OH}) dari mikrokontroler sebesar 4,2 V, maka besarnya resistor pembatas pada basis adalah:

$$V_{OH(\text{min})} = I_B \cdot R_B + V_{BE(\text{max})}$$

$$R_B = \frac{V_{OH(\text{min})} - V_{BE(\text{max})}}{I_B}$$

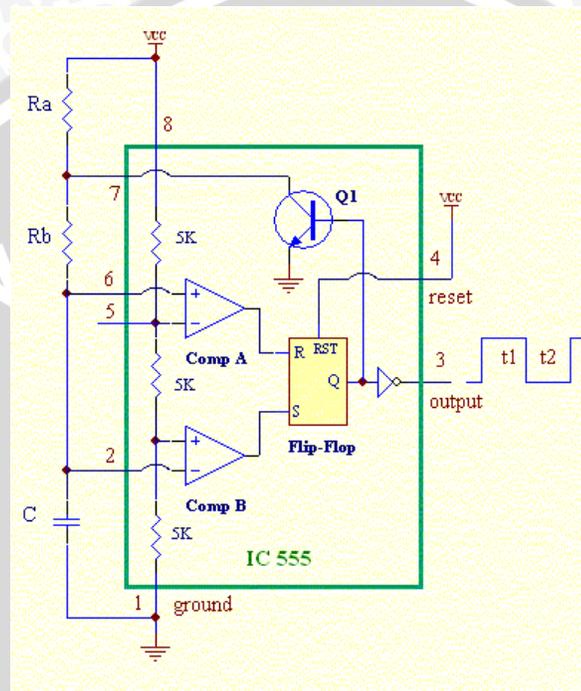
$$R_B = \left(\frac{(4,2 - 1)V}{0,173\text{mA}} \right)$$

$$R_B = 18,50 \text{ k}\Omega$$

Besar resistor pembatas arus pada basis adalah 18,50 k Ω , pada rangkaian digunakan resistor sebesar 18 k Ω . Dalam perancangan alat, rangkaian *driver relay* ini akan digunakan untuk mengendalikan Relay.

4.3.3. Timer 555

Perancangan timer 555 dirancang dengan menggunakan rangkaian *multivibrator astabil* yaitu dengan memasang tahanan luar R_a dan R_b juga kapasitor luar C , untuk mendapatkan frekuensi tertentu yang akan digunakan untuk menghasilkan sinyal.



Gambar 4.5. Rangkaian Multivibrator Astabil IC555

Rangkaian *astabil* dibuat agar memicu dirinya sendiri berulang-ulang sehingga rangkaian ini dapat menghasilkan sinyal osilasi pada keluarannya. Pada saat power supply rangkaian ini di hidupkan, kapasitor C mulai terisi melalui resistor R_a dan R_b sampai mencapai tegangan $2/3 V_{CC}$. Pada saat tegangan ini tercapai maka komparator A dari IC 555 mulai bekerja mereset flip-flop dan seterusnya membuat transistor $Q1$ ON. Ketika transistor ON, resistor R_b seolah dihubung singkat ke ground sehingga kapasitor C membuang muatannya (*discharging*) melalui resistor R_b sehingga keluaran pin 3 menjadi 0 (GND). Ketika *discharging*, tegangan pada pin 2 terus turun sampai mencapai $1/3 V_{CC}$. Ketika tegangan ini tercapai, komparator B yang bekerja dan kembali memicu transistor $Q1$ menjadi OFF. Ini menyebabkan keluaran pin 3 kembali menjadi

high (VCC). Demikian seterusnya berulang-ulang sehingga terbentuk sinyal osilasi pada keluaran pin3.

Dalam perancangan IC 555 ini Ra diberikan nilai tahanan sebesar 15k Ω , Rb diberikan nilai resistansi sebesar 10k Ω dan kapasitor C diberikan nilai sebesar 1nF.

$$\text{Sehingga, } t_1 = 0,693 (R_a + R_b)C \quad (1.39)$$

$$= 0,693 (15\text{k}\Omega + 10\text{k}\Omega) \cdot 1\text{nF}$$

$$= 0,693 (25 \cdot 10^3) \cdot 10^{-9}$$

$$= 17,325 \cdot 10^{-6} \text{ sekon.}$$

$$= 17,325 \mu\text{s.}$$

$$t_2 = 0,693 R_b C \quad (1.40)$$

$$= 0,693 \cdot 10\text{k}\Omega \cdot 1\text{nF}$$

$$= 6,93 \cdot 10^{-6} \text{ sekon.}$$

$$= 6,93 \mu\text{s.}$$

Periode total T adalah:

$$T = t_1 + t_2$$

$$= 17,325 \mu\text{s} + 6,93 \mu\text{s}$$

$$= 24,255 \mu\text{s.}$$

Frekuensi osilasi bergerak bebas f adalah:

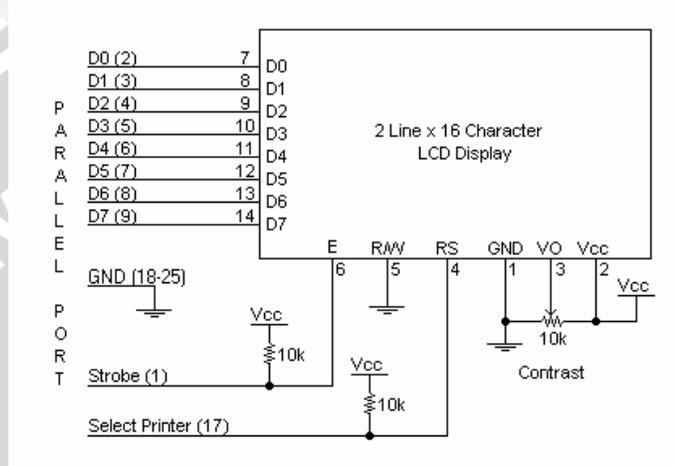
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{24,255 \cdot 10^{-6}}$$

$$= 41288,62 \text{ Hz}$$

$$= 41,3 \text{ kHz.}$$

4.3.4. LCD

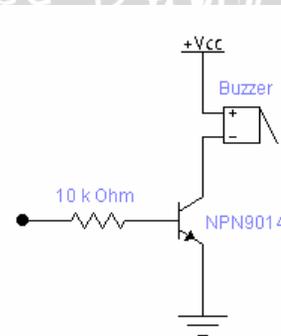
LCD ini digunakan sebagai tampilan secara visual yang akan menampilkan informasi pada jarak berapa gangguan hubung singkat terjadi. Tegangan yang digunakan LCD yaitu 5 Volt. LCD yang dipakai dalam sistem ini adalah LCD tipe M1632 yang dapat menampilkan 1 baris dengan 16 karakter. Rangkaian hardware LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Pin-pin LCD M1632
Sumber: Datasheet LCD 2x16

4.3.5. Rangkaian Buzzer

Rangkaian *buzzer* digunakan sebagai *alarm* ketika terjadi gangguan hubung singkat. Dalam perancangan *buzzer* tersebut memerlukan tegangan DC sebesar +12 V. Blok rangkaian *buzzer* ditunjukkan dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Rangkaian Buzzer
Sumber: Datasheet

Pengontrol *buzzer* adalah keluaran dari port P.1.5 pada Mikrokontroler AT89S51. Rangkaian *buzzer* terdiri dari sebuah *buzzer*, transistor, dan resistor. Transistor yang dipakai adalah transistor tipe 9013 jenis NPN. Dalam perancangan transistor digunakan nilai $h_{fe \text{ min}} = 64$. *Buzzer* yang dipakai memiliki resistansi $R_{\text{buzzer}} = 350 \Omega$ (terukur), serta tegangan catu $V_{CC} = +12 \text{ V}$.

Fungsi transistor pada rangkaian driver *buzzer* sebagai saklar dengan posisi tertutup (*close*). Untuk memfungsikannya maka dirancang agar transistor dalam keadaan saturasi (jenuh). Jika diketahui $V_{CE(\text{sat}) \text{ max}} = 0,6 \text{ V}$ dan $V_{BE(\text{sat}) \text{ max}} = 1,2 \text{ V}$ (datasheet 9013), $V_{OH \text{ LPT}} = 5 \text{ V}$, maka $I_{C(\text{sat})}$ dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut :

$$I_{C(\text{sat})} = \frac{V_{CC} - V_{CE(\text{sat})}}{R_{\text{buzzer}}}$$

$$I_{C(\text{sat})} = \frac{12\text{V} - 0,6\text{V}}{350\Omega}$$

$$I_{C(\text{sat})} = 32,5 \text{ mA}$$

Dari nilai $I_{C(\text{sat})}$, maka dapat diketahui nilai I_b :

$$I_b = \frac{I_{C(\text{sat})}}{h_{fe}}$$

$$I_b = \frac{32,5\text{mA}}{64}$$

$$I_b = 0,507\text{mA}$$

Maka :

$$R_B = \frac{V_{in} - V_{BE(\text{sat})}}{I_b}$$

$$R_B = \frac{5V - 1,2V}{0,507mA}$$

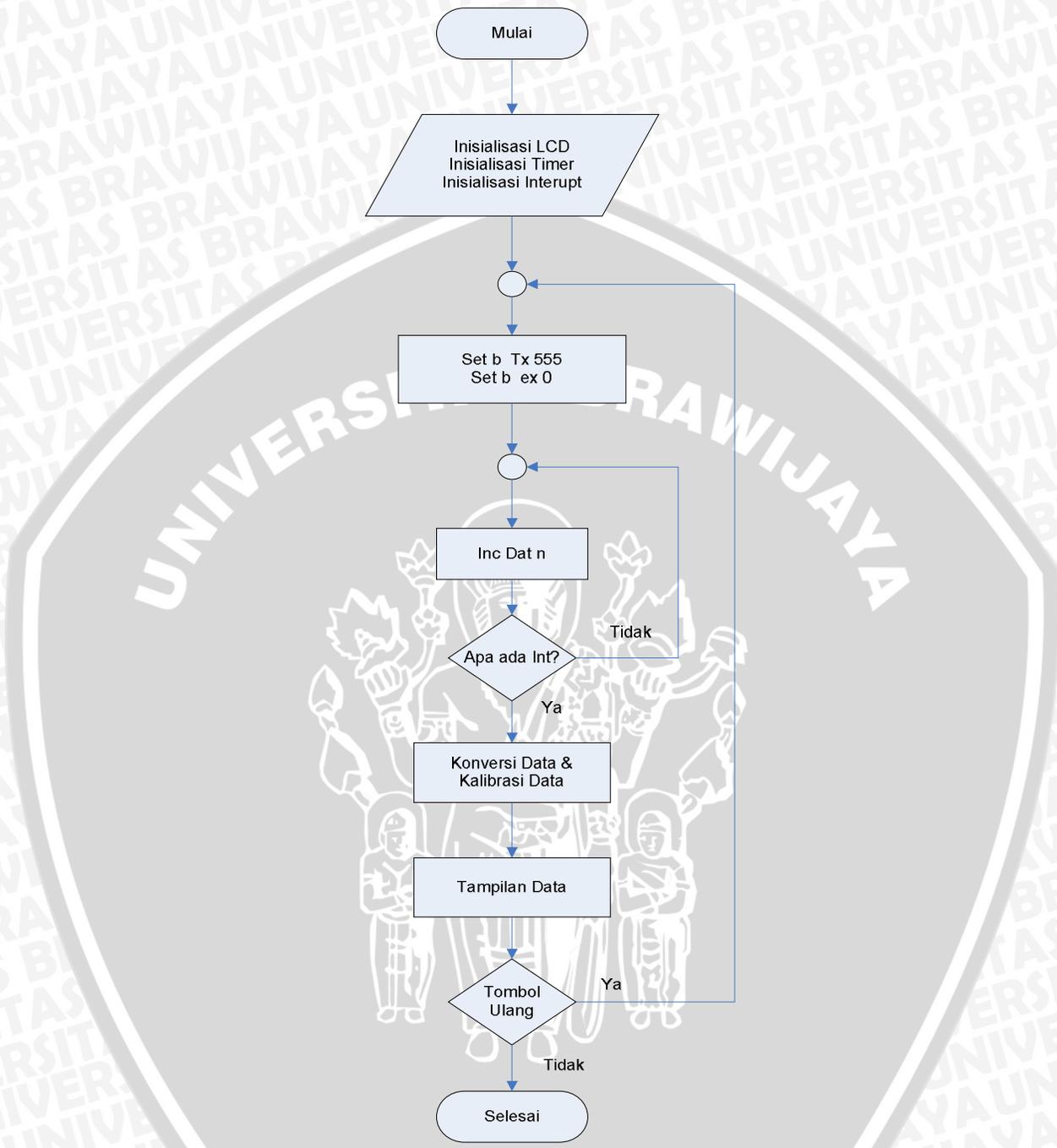
$$R_B = 8224 \Omega$$

Karena nilai $R_B = 8224 \Omega$ tidak tersedia dipasaran, maka dalam perancangan digunakan resistor dengan nilai yang mendekati yaitu sebesar 10 k Ω .

4.3.6 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak disusun untuk mendukung perangkat keras yang telah dibuat dengan bahasa pemrograman Assembly. Pada bagian ini menjelaskan sub program-sub program penting dari keseluruhan perangkat lunak yang dibuat. Dalam perancangan program untuk mikrokontroller terdiri atas program utama dan sub program. Program utama merupakan program yang pertama kali dijalankan oleh mikrokontroller dan memanggil atau menjalankan sub program yang lain. Flowchart program utama ditunjukkan dalam Gambar 4.8.





Gambar 4.8. Flow Chart Program
Sumber: Perancangan Alat.

Penyusunan perangkat lunak terdiri dari program dengan diawali inialisasi LCD, inialisasi interrupt dan inialisasi timer kemudian set bit Tx dari 555 yang

mana data tersebut terus bertambah sampai ada interrupt kemudian data tersebut dikalibrasi dan dikonversi oleh mikrokontroller yang kemudian di tampilkan hasilnya pada LCD.

