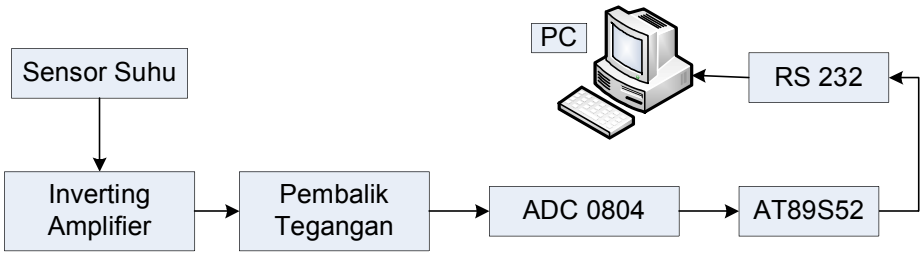
BAB III
PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan dibahas tentang diagram blok sistem yang menjelaskan tentang prinsip kerja alat dan program serta membahas perancangan sistem alat yang meliputi perangkat keras dan perangkat lunak.

3.1 Diagram Blok Alat

Alat yang dibuat terdiri dari beberapa bagian yaitu Sensor, Penguat *Inverting Amplifier*, Pembalik Tegangan, ADC (*Analog to Digital Converter*), Mikrokontroler AT89S52, RS 232, dan P*ersonal Compute*r (PC) termasuk didalamnya perangkat lunak dengan menggunakan *Visual Basic* 6.0. Berikut ini diagram blok dari alat yang akan dibuat.



Gambar 3.1. Diagram blok sistem

Sensor yang digunakan adalah sensor suhu LM35 dimana tegangan outputnya secara linear proporsional terhadap ^{0}C, dengan resolusi 10 mV / ^{0}C. sebagai penguat *amplifier* menggunakan IC 741, sedangkan IC ADC yang digunakan adalah ADC0804, ADC 1 input yang menghasilkan data konversi sebesar 8 bit dengan level kuantitas 256.

Kalorimeter adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor (nilai kalori) yang dibebaskan pada pembakaran sempurna (dalam oksigen berlebih) suatu senyawa, bahan makanan, bahan bakar. Adapun prinsip kerja dari alat yang akan dibuat yaitu :

1. Prinsip Kerja Alat

   Sensor yang digunakan pada alat yang dibuat yaitu menggunakan sensor suhu LM 35. Dimana, fungsi dari sensor LM 35 yaitu membaca data suhu dari awal pengambilan data sampai pada akhir pengambilan data. Data yang diperoleh dari sensor suhu LM 35 masih berbentuk data analog berupa tegangan output dengan resolusi 10 mV/^{0}C. Kemudian data analog yang diperoleh diubah kedalam bentuk digital dengan menggunakan ADC 0804 (ADC 1 input yang menghasilkan data konversi sebesar 8 bit dengan level kuantitas 256). Setelah diperoleh data digital (data biner), data dikirim melalui Atmel AT89S52 yang selanjutnya dikirim ke PC melalui port serial.

2. Prinsip Kerja Program

   Prinsip kerja dari program yang dibuat yaitu program hanya akan membaca data dari port serial dalam bentuk biner (kode ASCII) yang kemudian ditampilkan dalam bentuk decimal. Data biner yang diperoleh dari alat kalorimeter hanya dapat menampung sampai 256 (8 bit). Oleh karena itu, data decimal yang ditampilkan pada program antara 0-256 data. Kemudian dari data decimal yang diperoleh, akan dihasilkan suatu nilai kalor jenis dan grafik. Dalam menentukan suatu nilai kalor jenis dan grafik dapat diketahui dengan menggunakan persamaan :

$$Q_A = Q_B \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.1)$$

$$m_A.c_A.\Delta t_A = m_B.c_B.\Delta t_B \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.2)$$

$$m_A.c_A.(t_A - t_C) = m_B.c_B.(t_C - t_B) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.3)$$

Dimana :
- Q_A = Kalor bahan A
- Q_B = Kalor bahan B
- M_A = Massa bahan A
- C_A = Kalor jenis bahan A
- Δt_A = Selisih suhu bahan A dan suhu konstan
- M_B = Massa bahan B

C_B = Kalor jenis bahan B

Δt_B = Selisih suhu konstan dan suhu bahan B

T_A = Suhu bahan A

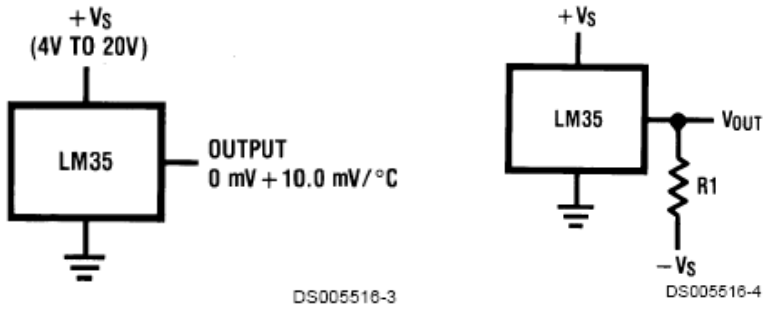
T_B = Suhu Bahan B

T_C = Suhu konstan setelah pencampuran

3.2 Perangkat Keras

3.2.1 Sensor Suhu LM 35

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa LM 35 adalah jenis sensor suhu yang tegangan outputnya secara linier proporsional terhadap ^{0}C, dengan resolusi 10 mV/^{0}C. pada dasarnya terdapat dua jenis rangkaian LM35, yaitu rangkaian *fullscale* yang dapat mengukur suhu antara -55^{0}C sampai + 150 ^{0}C serta rangkaian dasar yang hanya dapat mengukur suhu yaitu antara +2 ^{0}C sampai +150^{0}C. Pada perancangan alat ini menggunakan rangkaian dasar seperti pada gambar 3.2.



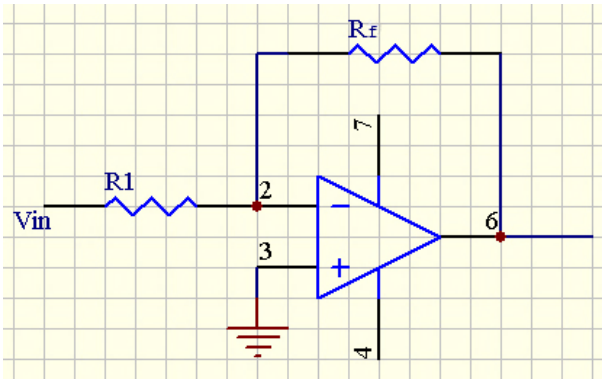
(a) **(b)**

Gambar 3.2. Dua konfigurasi pin LM35, (a) Rangkaian dasar, (b) Rangkaian *full scale*

3.2.2 Inverting Amplifier

Lambatnya waktu konversi ADC jika dibandingkan dengan waktu perubahan keluaran sensor suhu membuat perlunya sebuah rangkaian op-amp sebagai *buffer* atau penguat. Rangkaian *inverting amplifier* ini digunakan sebagai penguat tegangan keluaran dari sensor suhu LM35 yang memiliki perubahan tegangan terlalu kecil untuk setiap perubahan 1 ^{0}C yaitu 10 mV. Dengan penguat

tegangan ini diharapkan tegangan keluaran sensor suhu dapat dinaikkan sehingga bisa terbaca oleh ADC secara lebih akurat. Pada perancangan alat ini digunakan 2 buah IC op-amp LM741 atau UA741. IC yang pertama berfungsi sebagai penguat dimana nilai Rf=4Rin, dan IC yang kedua berfungsi sebagai pembalik tegangan dimana nilai Rf=Rin. Rangkaian *inverting amplifier* dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Rangkaian penguat tegangan *inverting amplifier*

Nilai penguatan tegangan yang diinginkan adalah sebesar 4 kali, Vo = 4 Vi. Dengan konfigurasi rangkaian seperti diatas maka berdasarkan perhitungan rumus penguatan *inverting amplifier*, untuk menghasilkan penguatan sebesar 4 kali maka dibutuhkan nilai resistor Rf = 4 Ri.

$$Vo = 4\,Vi \qquad Vo = \left(\frac{Rf}{Ri}\right) Vi \longrightarrow \left(\frac{Rf}{Ri}\right) = 4$$

$$Rf = 4\,Ri \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.4)$$

Dimana : Vi= Tegangan Input , Ri= Hambatan Input

Vo= Tegangan Output , Rf= Hambatan Referensi

Pada perancangan alat ini perancang menggunakan nilai Rf = 4 KΩ dan Ri = 1 KΩ, sedangkan untuk resistor beban Rb digunakan nilai 1 KΩ. Dengan penguatan sebesar 4 kali, maka resolusi LM35 menjadi 40 mV/^{o}C. Tujuan digunakan penguatan 4 kali untuk mencari nilai data dengan ketelitian suhu 0,5. Sedangkan untuk rangkaian IC UA741 yang kedua hanya berfungsi sebagai

pembalik tegangan dari nilai negative (-) ke positif (+) begitu sebaliknya dengan nilai Rf=Ri.

3.2.3 Analog to Digital Converter (ADC)

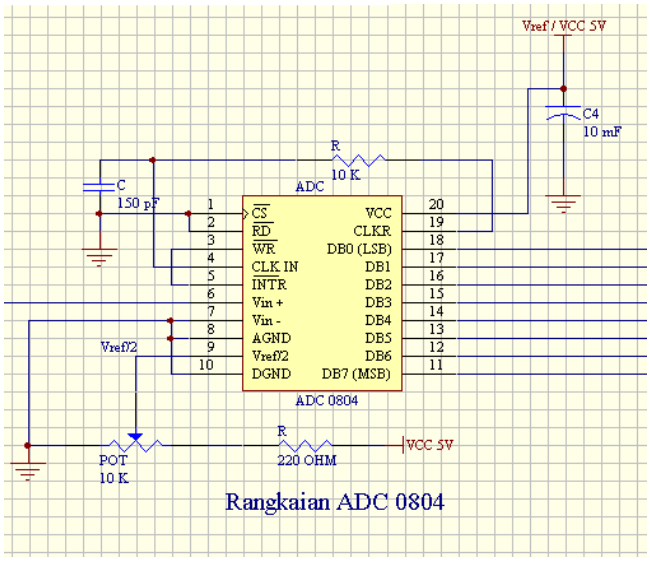
ADC0804 adalah ADC 1 input yang menghasilkan data konversi sebesar 8 bit dengan level kuantitas 256. ADC0804 ini mempunyai resolusi yang dapat diatur melalui pin 9, dengan menempatkan sebuah trimpot sebesar 10 $K\Omega$. Karena sensor suhu yang digunakan adalah LM35DZ yang memiliki nilai resolusi 10 mV/^{o}C, sehingga diperlukan tegangan masukan pada trimpot sebesar 2,56 V. Awal konversi ditandai dengan pin *interupt* benilai *high*, WR berfungsi untuk mengatur mode konversi *write* dan *read*.

Untuk menentukan nilai tegangan resolusi (Vres) pada ADC dapat diketahui dengan persamaan :

$$Vres = \frac{Vmaks}{2^n - 1} \quad \text{(3.5)}$$

Mode operasi yang digunakan dalam perancangan ini mode operasi kontinyu (proses membaca terus menerus dan tanpa proses operasi jabat tangan) atau dapat juga dikatakan metode *free running*. Pada metode ini pin $\overline{CS}$ dan $\overline{RD}$ di-*ground*-kan, sedangkan pin $\overline{WR}$ dan $\overline{INTR}$ dihubungkan ke sebuah *push button*. Prinsip kerja operasi *free running* ini yaitu ADC akan memulai konversi ketika pin $\overline{INTR}$ kembali tidak aktif (*high*). Setelah proses konversi selesai, pin $\overline{INTR}$ akan aktif (*low*). Untuk memulai konversi pertama kali $\overline{WR}$ harus di-*ground*-kan terlebih dahulu, hal ini digunakan untuk mereset SAR. Namun pada konversi berikutnya untuk mereset SAR dapat menggunakan sinyal $\overline{INTR}$ saat aktif (*low*) dan mulai konversi saat tidak aktif (*high*). Ketika selesai konversi data hasil konversi akan dikeluarkan secara langsung dari buffer untuk dibaca karena pin $\overline{RD}$ di-*ground*-kan. Saat sinyal $\overline{INTR}$ aktif, sinyal ini digunakan untuk me-reset SAR. Saat pin $\overline{INTR}$ kembali tidak aktif (*high*) proses konversi dimulai kembali. Gambar rangkaian ADC0804 dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah.

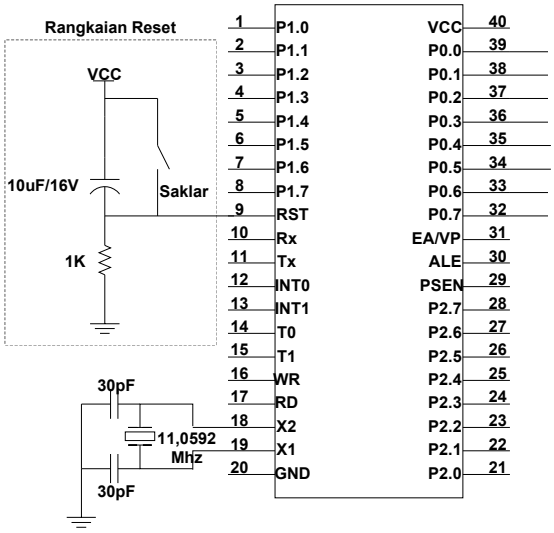
Pada gambar dapat dilihat output masuk ke mikrokontroler, untuk port yang digunakan adalah port 0.



Gambar 3.4. Rangkaian *free running* ADC0804

3.2.4 Mikrokontroler AT89S52

Penggunaan AT89S51 ditujukan untuk menerima data suhu yang dibaca dari port yang tersambung ke ADC agar langsung dikirimkan secara serial.

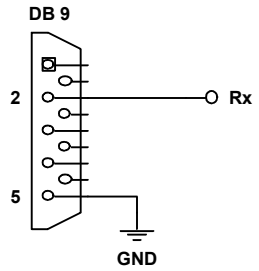


Gambar 3.5. Rangkaian sistem minimum AT89S51

Pada gambar rangkaian sistem minimum diatas *oscillator* yang dipakai menggunakan xtal 11,0592 Mhz dan telah sesuai dengan baudrate pada koneksi port serial ke PC yaitu 1200 (bit/detik).

3.2.5 *Interface* RS 232

Agar alat dapat berkomunikasi dengan PC maka harus ada sarana *interface* yang memungkinkan agar keduanya dapat saling mendukung, untuk *inferface*nya sendiri akan menggunakan port serial. Kecepatan transmisi (*baud rate*) yang akan digunakan adalah 9600 (bit/detik) dengan panjang data 8 bit, tanpa paritas dan jumlah bit stop adalah 1 bit. Hal ini dikarenakan dalam komunikasi data serial, *boud rate* dari kedua alat yang berhubungan harus diatur pada kecepatan yang sama. Jadi, *boud rate*nya harus disamakan dengan *boud rate* yang digunakan pada sensor.

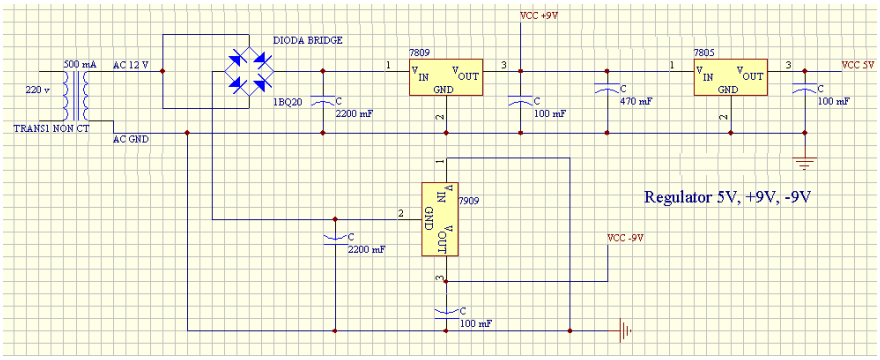


Gambar 3.6. Konfigurasi DB 9

Komunikasi yang terjadi adalah komunikasi satu arah, yaitu komunikasi dari sensor ke PC saja. Pada DB 9 pin yang digunakan hanya pin 2 dan pin 5, dimana pin 2 berfungsi untuk menerima data serial dari sensor sedangkan pin 5 sebagai *ground*.

3.2.6 Rangkaian Catu Daya

Bagian catu daya merupakan bagian penting bagi semua rangkaian. Tegangan yang dibutuhkan untuk rangkaian adalah 5 Volt DC, +9V DC, dan -9V DC. Tegangan +9 dan -9 volt digunakan untuk memberi catu daya pada IC UA741 (Penguatan inverting).



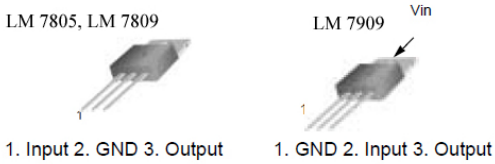
Gambar 3.7. Rangkai catu daya

Catu daya tersebut menggunakan sebuah dioda bridge sebagai penyearah sehingga bekerja dalam mode penyearah gelombang penuh. Transformator yang digunakan adalah jenis CT *(Center Tap)*. Transformator jenis CT dipilih karena dapat difungsikan juga untuk jenis nol. Kapasitor elektrolit (Elko) digunakan untuk menghilangkan *ripple* akibat penyearahan yang belum sempurna, dengan adanya muatan dari elko maka *ripple* bisa ditutupi.



Gambar 3.8. *Capasitor elektrolit*

Tegangan keluaran penyearah belum bisa stabil pada satu titik yang diinginkan, misalnya pada 5 Volt DC. Untuk mengatasi hal ini maka dibuatlah catu daya yang dilengkapi dengan IC regulator. IC regulator yang digunakan adalah LM 7805, dimana IC ini akan meregulasi tegangan mendekati 5 Volt DC sesuai kebutuhan rangkaian, begitu juga dengan tegangan +9 volt yang menggunakan IC regulator LM7809 dan -9 volt yang menggunakan IC regulator LM 7909.



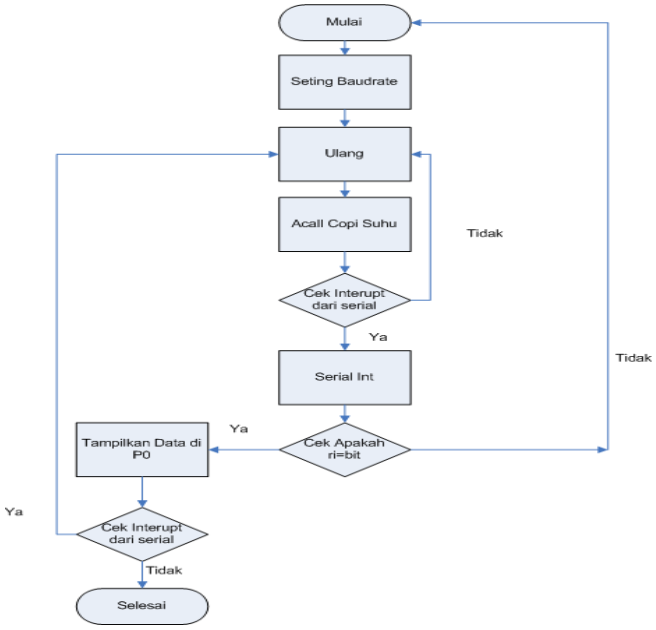
Gambar 3.9. IC LM 7805, IC LM7809, IC LM7909

Tegangan keluaran dari IC ini sudah mendekati tegangan yang diinginkan sekitar 5 Volt DC (efektifnya 4,9 Volt DC), +9 volt (efektifnya +8,9 volt DC), -9 volt (efektifnya -8,9 volt DC) dan sebagai indikator dilengkapi dengan led.

3.3 Perangkat Lunak

Pada perancangan alat ini, bahasa pemrograman yang dibuat menggunakan dua bahasa pemrograman, yaitu Pemrograman Mikrokontroler (menggunakan program *pinnacle*) dan Bahasa Pemrograman *Visual Basic*.

1. Pemrograman Mikrokontroler



Gambar 3.10. Flowchart pemrograman mikrokontroler

Penjelasan flowchart :

a. Saat mulai, baudrate akan diseting berdasarkan nilai yang telah ditentukan. Pada program ini baudrate yang diseting sebesar 1200 Mbps dan disesuaikan dengan baudrate yang ada pada port serial. Berikut program setting baudrate pada mikrokontroler :

   Mulai :

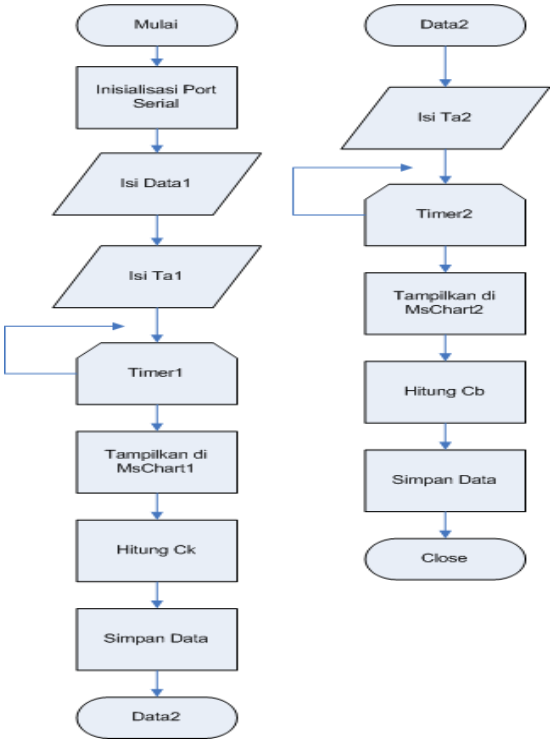
   ```
   Mov tmod,#20h    ‘timer 1 mode 2(8 bit auto reload )
   Mov th1, #0E8h   ‘0E8h = nilai untuk menghasilkan baudrate 1200
   Mov scon,#50h    ‘ 8-bit, 1 stop, REN enabled
   ```

Mov ie,#90h ‘interupt pada port serial

Setb tr1 ‘ mulai timer1

b. Setelah disesuaikan dengan port serial, selanjutnya pemanggilan data suhu dari ADC, cek apakah ada *interrupt* dari PC, apabila tidak ada kembali ke procedure ulang, apabila ada kemudian cek ri apakah dalam keadaan setbit tau tidak apabila tidak kembali ke procedure mulai, apabila ada tampilkan data di PC dalam bentuk *ASCII*.

2. Pemrograman Visual Basic



Gambar 3.11. Flowchart pemrograman *Visual Basic*

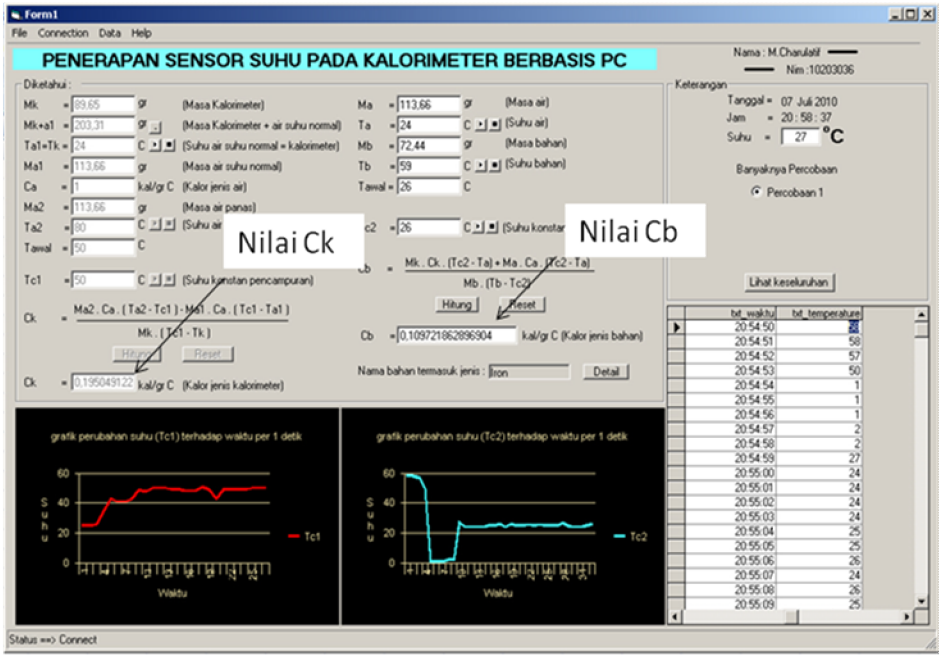
Penjelasan Flowchart :

a. Saat memasuki procedure mulai, program akan melakukan pengecekan apakah port serial sudah terkoneksi atau belum, apabila belum aktifkan;

b. Pada procedure isi data1, data yang ada dari hasil ukur diisikan ke dalam program ;

c. Procedure isi Ta1 melakukan pengisian data suhu ke database dengan melalui timer 1;
d. Timer 1 akan melakukan pengulangan dengan menampilkan dan mengisi data dari sensor suhu perdetik ke database;
e. Menampilkan grafik dari hasil data yang telah ada;
f. Hitung besarnya Ck (kalor jenis calorimeter) sesuai dengan data yang diperoleh dan menyimpan seluruh data;
g. Dilanjutkan pengisian ke data2 untuk menghitung Cb (kalor jenis benda);
h. Isi Ta2 melakukan pengisian data auhu ke database dengan melalui timer 2;
i. Timer 2 akan melakukan pengulangan dengan menampilkan dan mengisi data dari sensor suhu perdetik ke database;
j. Menampilkan grafik dari hasil data yang telah ada ;
k. Hitung besarnya Cb (kalor jenis benda) sesuai dengan data yang diperoleh;

Gambar 3.12 menunjukan tampilan dari program yang telah dibuat



Gambar 3.12. Tampilan dari perangkat lunak