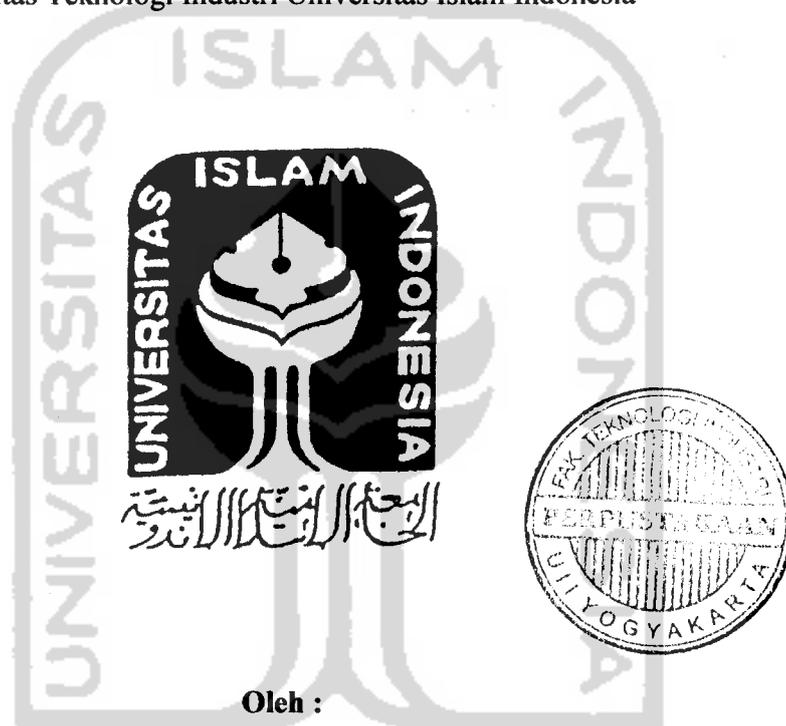


PASTEURIZER SUSU BERBASIS MIKROKONTROLER

AT89S51

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia



Oleh :

Nama : Rosihan Anwar

No. Mhs : 00 524 027

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA**

2007

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PASTEURIZER SUSU BERBASIS MIKROKONTROLER
AT89S51**



Pembimbing I

Drs. Abdul Halim

Pembimbing II

Wahyudi Budi P,ST

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PASTEURIZER SUSU BERBASIS MIKROKONTROLER

AT89S51

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Rosihan Anwar

No Mahasiswa : 00524027

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Jogjakarta, 2 Maret 2007

Tim penguji

Drs. Abdul Halim

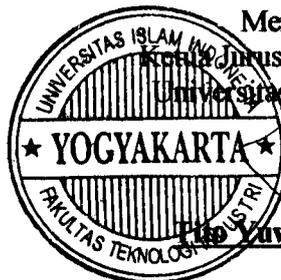
Ketua

Wahyudi Budi P. ST

Anggota I

Dwi Ana R. ST

Anggota II



Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Universitas Islam Indonesia

Tri Yawono, ST, MSc

MOTTO

Sesungguhnya shalatku, ibadahku, hidup dan matiku hanya untuk Allah Tuhan semesta alam

(Al An'aam : 162)

Hidup adalah soal keberanian, menghadapi tanda Tanya. Tanpa kita bisa mengerti, tanpa kita bisa menawar. Terimalah dan hadapilah.

(Soe Hoek-gie)

Aku tidak mempunyai bakat khusus, aku hanya mempunyai rasa ingin tahu.

(Einstein)



HALAMAN PERSEMBAHAN

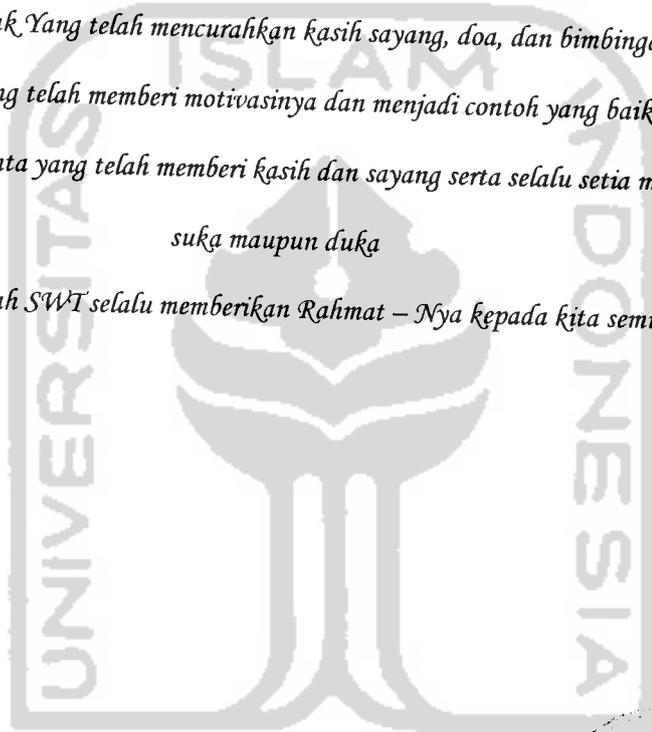
Kupersembahkan karya ini untuk:

Ibu dan Bapak Yang telah mencurahkan kasih sayang, doa, dan bimbingannya

Kakak – kakakku yang telah memberi motivasinya dan menjadi contoh yang baik bagi adiknya

*Yebipuji Setyorini tercinta yang telah memberi kasih dan sayang serta selalu setia menemani dalam
suka maupun duka*

Semoga Allah SWT selalu memberikan Rahmat – Nya kepada kita semua.



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Wr. Wb.

Tiada kata yang pantas terucapkan kecuali Alhamdulillah, puji dan syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayat-Nya maka Tugas Akhir yang berjudul: **PASTEURIZER SUSU BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51** dapat diselesaikan dengan sebaik - baiknya.

Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi besar kita Nabi Muhammad SAW sebagai pembawa risalah dan rahmat yang telah membawa umat manusia dari kebodohan kepada kebajikan. Shalawat serta salam juga semoga menyertai kepada keluarganya, sahabatnya dan umatnya sampai ahir zaman.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, untuk itu secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tito Yuwono, ST, MSc selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.
2. Drs. Abdul Halim Selaku dosen pembimbing utama yang telah bersedia membantu dalam memberi bimbingan.
3. Wahyudi Budi P, ST selaku pembimbing kedua yang telah bersedia meluangkan waktunya memberikan bimbingan.

ABSTRAKS

Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk mendapatkan suatu alat yang bisa digunakan untuk melakukan pengolahan susu jenis pasteurisasi susu. Dalam hal ini yang terbagi menjadi dua metode, yaitu metode HTST (*High Temperature Short Time*) dan metode LTLT (*Low Temperature Long Time*). Dengan adanya sistem kontrol ini, maka akan memudahkan proses pengolahan susu tersebut untuk mendapatkan susu bebas dari bakteri yang berbahaya bagi manusia dan aman untuk dikonsumsi, tahan lama, serta rasa, rupa, aroma dan kandungan gizi yang terdapat dalam susu tersebut tetap terjaga.

Alat ini dikembangkan dalam beberapa tahapan yaitu, (1) Identifikasi Kebutuhan, (2) Analisis Kebutuhan, (3) Perancangan Sistem, (4) Perancangan Perangkat Keras, (5) Perancangan Perangkat Lunak, (6) Teknik Pengoperasian, dan (7) Pengujian Alat. Sedangkan untuk mendapatkan data dilakukan 3 langkah, yaitu (1) Studi Kepustakaan, (2) Konsultasi, dan (3) Penelitian laboratorium.

Alat ini dapat bekerja dalam dua mode yaitu mode 1, dan mode 2. (1) Pada mode 1, alat ini akan menjalankan proses pasteurisasi susu dengan metode HTST (*High Temperature Short Time*), yakni akan memanaskan susu hingga mencapai suhu 72°C dan mempertahankan suhu tersebut selama 16 detik kemudian mendinginkan susu tersebut hingga suhu mencapai 40°C . (2) Pada mode 2, alat ini akan bekerja pada metode LTLT (*Low Temperature Long Time*), yakni akan memanaskan susu hingga suhu susu mencapai 63°C dan mempertahankan suhu tersebut selama 30 menit kemudian mendinginkan susu tersebut hingga suhu mencapai 40°C .

2.2	Mikrokontroler AT89S51.....	9
2.3	Sensor Suhu LM35.....	18
2.4	Penguat Tak Membalik.....	19
2.5	Transistor Sebagai Saklar.....	20
2.6	Relay.....	24
2.7	ADC 0804.....	25
2.8	LCD M1632.....	27

BAB III PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

3.1	Identifikasi Kebutuhan.....	33
3.2	Analisis Kebutuhan.....	34
3.3	Perancangan Alat.....	35

BAB IV PENGAMATAN DAN ANALISA

4.1	Hasil Pengujian Rangkaian Tombol.....	65
4.2	Hasil Pengujian Sensor Suhu dan Penguat Non Inverting.....	66
4.3	Hasil Pengujian Sistem Minimum dan LED Indikator.....	68
4.4	Hasil Pengujian Rangkaian ADC 0804.....	69
4.5	Hasil Pengujian Rangkaian LCD.....	70
4.6	Hasil Pengujian Rangkaian Pemanas.....	71
4.7	Hasil Pengujian Rangkaian Pendingin.....	73
4.8	Hasil Pengujian Rangkaian Pengaduk.....	74
4.9	Hasil Pengujian Sistem Pewaktu.....	76

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

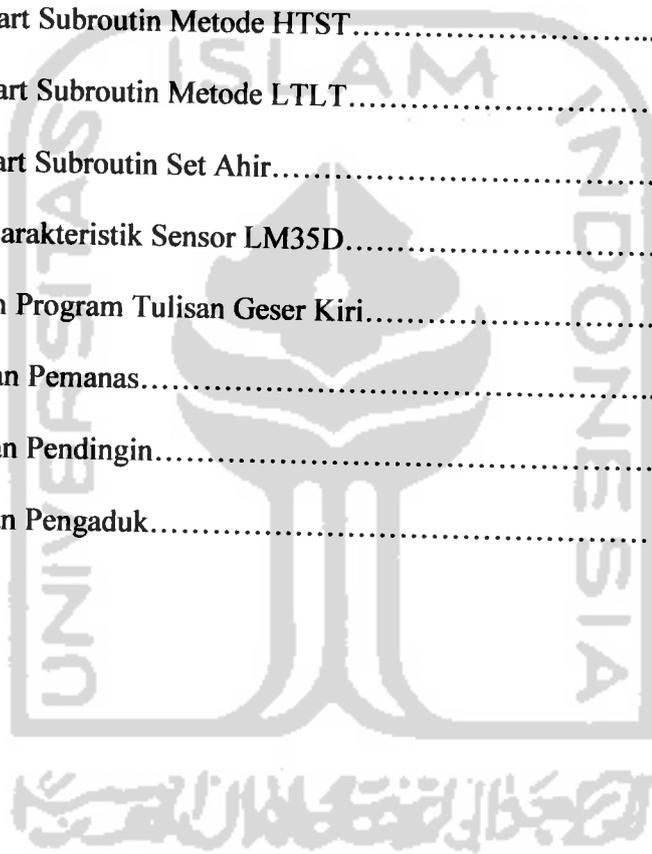
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN.....	80



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Susunan Kaki Mikrokontroler.....	11
Gambar 2.2. Blok Diagram AT89S51.....	14
Gambar 2.3. IC LM 35D.....	18
Gambar 2.4. Penguat Tak Membalik.....	20
Gambar 2.5. Transistor.....	21
Gambar 2.6. Transistor dalam keadaan konduktif.....	22
Gambar 2.7. Transistor dalam keadaan non konduktif	22
Gambar 2.8. Relay.....	23
Gambar 2.9. ADC 0804.....	26
Gambar 2.10. LCD M1632.....	28
Gambar 2.11. Blok Diagram HDD4470.....	29
Gambar 2.12. Konfigurasi Kaki M1632.....	29
Gambar 3.1. Blòk Diagram Hardware.....	35
Gambar 3.2. Rangkaian LM 35.....	36
Gambar 3.3. Rangkaian ADC 080.....	39
Gambar 3.4. Rangkaian system minimum AT 89S51.....	40
Gambar 3.5. Rangkaian Tombol.....	41
Gambar 3.6. LED Indikator.....	42
Gambar 3.7. Penampil Rangkaian LCD.....	43
Gambar 3.8. Rangkaian Pendingin.....	44
Gambar 3.9. Rangkaian Pemanas.....	45

Gambar 3.10. Rangkaian Pengaduk.....	46
Gambar 3.11. Rangkaian Catu Daya 5V	47
Gambar 3.12. Rangkaian Catu Daya 12V.....	48
Gambar 3.13. Flowchart Program Utama.....	51
Gambar 3.14. Flowchart Subroutin Set Awal.....	53
Gambar 3.15. Flowchart Subroutin Metode HTST.....	56
Gambar 3.16. Flowchart Subroutin Metode LTLT.....	61
Gambar 3.17. Flowchart Subroutin Set Akhir.....	64
Gambar 4.1. Grafik Karakteristik Sensor LM35D.....	67
Gambar 4.2. Tampilan Program Tulisan Geser Kiri.....	71
Gambar 4.3. Rangkaian Pemanas.....	72
Gambar 4.4. Rangkaian Pendingin.....	73
Gambar 4.5. Rangkaian Pengaduk.....	75



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Susu merupakan bahan pangan sempurna yang mengandung berbagai zat gizi bagi tubuh manusia. Susu dibentuk oleh berbagai komponen spesifik yang tidak akan ditemukan pada bahan pangan lain. Karena itu susu dianjurkan bagi semua kalangan. Untuk perkembangan sosok anak, minum susu merupakan salah satu sumber kalsium, untuk pertumbuhan tulang dan gigi, serta sumber vitamin dan mineral untuk perkembangan fisik dan otaknya. Karena itu membiasakan minum susu, adalah hal yang penting.

Gejala keracunan yang ditimbulkan oleh susu tidak disebabkan oleh komponen biokimia yang terkandung di dalamnya. Manusia dapat mengalami gejala keracunan karena susu tersebut telah terkontaminasi oleh bakteri. Susu dapat menjadi media pertumbuhan yang baik bagi bakteri, karena di dalamnya terdapat komponen biokimia yang juga diperlukan oleh bakteri untuk tumbuh dan berkembang.

Pengetahuan dan teknologi yang dikuasai oleh manusia telah memungkinkan susu untuk diolah lebih lanjut. Pengolahan dapat meningkatkan kualitas susu yang dihasilkan. Berbagai macam mikroorganisme berbahaya dapat dikurangi selama proses pengolahan. Selain itu, pengolahan susu juga mampu untuk memperpanjang daya simpan. Beberapa jenis pengolahan susu yang

lazim dilakukan adalah pasteurisasi, pembuatan susu kental (*condensed milk*), dan homogenisasi.

Pasteurisasi merupakan proses untuk menghancurkan mikroorganisme yang berbahaya melalui pemanasan. Proses ini pertama kali ditemukan oleh Louis Pasteur. Penggunaan pasteurisasi pada pengolahan susu, merupakan pemanasan yang dilakukan dalam temperatur dan jangka waktu tertentu, dengan mencegah kontaminasi bakteri selama proses tersebut berjalan. Melalui pasteurisasi, susu diharapkan dapat terbebas dari bakteri yang berbahaya bagi manusia dan aman untuk dikonsumsi, tahan lama, serta rasa, rupa, aroma dan kandungan gizi yang terdapat dalam susu tersebut tetap terjaga.

Dengan menggunakan teknologi mikrokontroler, pasteurisasi dapat dibuat dengan sistem elektrik yang akan didapatkan tingkat kepresisian yang cukup tinggi. Teknologi mikrokontroler yang ada pada saat ini salah satunya adalah mikrokontroler AT89S51. Mikrokontroler AT89S51 merupakan mikrokontroler yang banyak dipakai dan bersifat fleksibel. Mikrokontroler ini merupakan mikrokontroler yang dikeluarkan oleh produsen mikrokontroler Atmel dan merupakan mikrokontroler keluarga MCS 51.

Dalam proses pemanasan air susu, dapat dilakukan dengan menggunakan elemen pemanas sehingga temperatur susu dapat dikontrol secara akurat dan otomatis. Waktu yang digunakan dalam proses mempertahankan temperatur susu akan lebih akurat dengan menggunakan mikrokontroler. Begitu juga dengan proses pendinginannya dapat digunakan rangkaian pengaduk dan pendingin untuk mempercepat waktu pendinginannya.

Dengan melihat dari berbagai macam fakta keadaan seperti diatas, dengan memanfaatkan mikrokontroler AT89S51, maka peneliti akan membuat alat yang digunakan dalam proses pasteurisasi susu yang berjudul “PASTEURIZER SUSU BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51 “. Sehingga dengan adanya alat ini, diharapkan proses pasteurisasi susu dapat dilakukan lebih mudah, akurat dan hasil yang presisi sesuai dengan harapan.

1.2. Rumusan Masalah

Pada pembuatan proyek akhir ini, maka dapat dirumuskan masalahnya sebagai berikut :

1. Bagaimana perancangan sistem perangkat keras yang mendukung terhadap Pasteurizer Susu Berbasis Mikrokontroler AT89S51?
2. Bagaimana perangkat lunak (*software*) Pasteurizer Susu Berbasis Mikrokontroler AT89S51?
3. Bagaimana kinerja Pasteurizer Susu Berbasis Mikrokontroler AT89S51?

1.3. Batasan Masalah

Dari berbagai macam permasalahan yang ada berkaitan dengan pasteurisasi susu, maka penulis membatasi ruang lingkup pembahasan proyek akhir ini pada masalah-masalah sebagai berikut:

1. Rancangan alat hanya meliputi faktor pengendalian temperatur susu dan waktu sebagai variabel dalam proses pasteurisasi.
2. Penggunaan mikrokontroler AT89S51 sebagai kendali utamanya.
3. Penggunaan LCD M1632 sebagai output tampilannya.

4. Penggunaan sensor LM35 sebagai pendeteksi suhu
5. Pengoperasian sistem ini terdiri dari dua mode yaitu mode 1 untuk metode HTST (*High Temperature Short Time*), dan mode 2 untuk metode LTLT (*Low Temperature Long Time*).
6. Penggunaan elemen pemanas sebagai pemanasnya.
7. Penggunaan kipas 12V DC sebagai pendinginnya.
8. Penggunaan motor DC 12V sebagai penggerak pengaduknya

1.4. Tujuan Penelitian

Pembuatan proyek akhir yang berjudul Pasteurizer Susu Berbasis Mikrokontroler AT89S51 mempunyai beberapa tujuan yaitu mengetahui:

1. Perancangan sistem perangkat keras yang mendukung terhadap Pasteurizer Susu Berbasis Mikrokontroler AT89S51.
2. Perancangan perangkat lunak Pasteurizer Berbasis Mikrokontroler AT89S51.
3. Kinerja dari Pasteurizer Susu Berbasis Mikrokontroler AT89S51.

1.5. Manfaat Penelitian

Dari pembuatan proyek akhir ini penulis berharap alat ini dapat bermanfaat baik untuk penulis sendiri, mahasiswa, lembaga ataupun masyarakat pengguna pada umumnya. Adapun manfaat dari pembuatan Proyek akhir ini adalah:

1. Bagi institusi/ perguruan tinggi, alat ini dapat dijadikan sebagai salah media dalam proses belajar-mengajar yang merupakan aplikasi dibidang elektronika khususnya pengembangan dalam mata kuliah mikrokontroler.

2. Bagi mahasiswa, alat ini dapat dipakai sebagai sumber informasi dan referensi dalam rangka pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dibidang elektronika, serta dijadikan sumber motivasi untuk melakukan penelitian berikutnya dalam bidang elektronika.
3. Bagi masyarakat, alat ini merupakan aplikasi nyata penerapan teknologi elektronika kepada masyarakat terutama dalam industri susu rumah tangga Sehingga diperoleh susu yang berkualitas, sehat dan higienis untuk langsung dikonsumsi manusia dan lebih awet jika akan diproses lebih lanjut menjadi produk susu lainnya.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam sistematika penulisan tugas akhir ini diberikan uraian bab demi bab yang berurutan untuk mempermudah pembahasannya. Pokok-pokok permasalahan dalam penulisan ini dibagi menjadi lima bab :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini merupakan pengantar permasalahan yang dibahas seperti latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Merupakan penjelasan secara terperinci mengenai teori-teori yang digunakan sebagai landasan untuk pemecahan masalah. Memberikan garis besar metode yang digunakan oleh penyusun sebagai kerangka pemecahan masalah.

BAB III : PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Bagian ini menjelaskan metoda-metode perancangan yang digunakan, cara mengimplementasikan rancangan dan pengujian sistem yang telah dibuat serta batasan dan hambatan yang ditemui selama proses perancangan dan implementasi sistem.

BAB IV : PENGAMATAN DAN ANALISA

Bab ini membahas hasil uji dan pengamatan dari sistem yang dibuat dibandingkan dengan dasar teori sistem.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bab terakhir yang berisi kesimpulan dan saran-saran. Kesimpulan diambil dari proses perancangan, implementasi, dan analisis kinerja sistem elektronis. Saran-saran yang dikemukakan berdasar pada keterbatasan-keterbatasan yang ditemukan dan asumsi-asumsi yang dibuat selama melakukan tugas akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Definisi dan Prinsip Kerja Pasteurisasi

Menurut Dirjaya dan Hadad pasteurisasi adalah memanaskan air susu sedikit dibawah temperatur titik didih [3]. *International Dairy Federation* juga memberikan definisi pasteurisasi sebagai aplikasi proses pada produk untuk meminimalkan kemungkinan munculnya gangguan kesehatan dari *mikro organisme pathogen* dan sejenisnya dengan perlakuan panas dan konsekuensi adanya sedikit perubahan kimia dan *organoleptik* produk [3]. Dari kedua definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa pasteurisasi adalah proses pemanasan susu pada temperatur dan interval waktu yang dikehendaki dengan mencegah kontaminasi bakteri selama proses berjalan sehingga diharapkan dapat terbebas dari bakteri yang berbahaya bagi manusia dan aman untuk dikonsumsi.

Pasteurisasi yang bertujuan untuk membunuh bakteri harus tetap menjaga rasa, rupa, aroma dan kandungan gizi yang terdapat dalam susu tersebut. Jangan sampai setelah adanya pasteurisasi gizi yang terdapat dalam susu menjadi banyak berkurang atau hilang sama sekali. Hal ini tentunya akan sangat merugikan untuk pengolahan produk susu. Oleh karena itu dalam proses pasteurisasi perlu memperhatikan hal-hal yang erat kaitannya besarnya panas dan interval waktu yang digunakan. Pemanasan yang berlebihan akan mengakibatkan kerugian pada nilai gizi lebih-lebih jika susu dipanaskan sampai mendidih justru akan banyak nilai gizi yang hilang.

Prof. Douglas Goff, seorang *dairy scientist* dari University of Guelph menyatakan, proses pasteurisasi terdiri dari dua metode dasar, yaitu metode *batch* dan metode *continuous*. Dua metode tersebut memiliki perbedaan dalam cara, waktu, dan temperatur yang digunakan.

Metode *batch* atau LTLT (*Low Temperatur Long Time*) dilakukan melalui proses pemanasan dalam bejana (*vat*) selama 30 menit. Jangka waktu 30 menit tersebut dinamakan *holding period*. Temperatur yang digunakan selama *holding period* adalah sekitar 63⁰C. Susu didinginkan ketika *holding period* telah selesai. Temperatur yang terlalu tinggi pada metode *batch* atau LTLT dapat menyebabkan kerusakan pada lapisan tipis di sekitar butiran lemak.

Metode *continuous* memiliki banyak kelebihan dibandingkan metode *batch*, salah satunya adalah jangka waktu yang lebih pendek dan energi yang digunakan lebih hemat. Pemanasan dilakukan dalam waktu yang sangat singkat dan menggunakan temperatur tinggi, yang dikenal pula dengan istilah *High Temperature Short Time* (HTST). Dalam HTST, susu dipanaskan dengan temperatur 72⁰C selama 16 detik.

Adapun tujuan dari proses pasteurisasi menurut Dirjaya dan Hadad sebagaimana diungkapkan oleh Munir [3] adalah:

1. Membunuh bakteri *pathogen* dan berbagai macam virus pada susu yang akan mengganggu kesehatan jika dikonsumsi.
2. Membunuh *mikro organisme* penyebab terjadinya pembusukan pada produk susu.

3. Menonaktifkan enzim fosfatase dan katalase pada susu, yaitu enzim yang membuat susu cepat rusak.
4. Menjadikan kondisi fisik dan kimia yang terdapat dalam susu agar tetap baik untuk proses selanjutnya.

Dari uraian diatas, maka dalam pembuatan Pasteurizer Susu Berbasis AT89S51 menggunakan dua metode pasteurisasi susu yaitu metode *High Temperature Short Time* HTST dan *Low Temperatur Long Time* (LTLT). Metode yang digunakan tersebut mengacu pada teori yang diungkapkan oleh Prof. Douglas Goff, yaitu menggunakan sistem pengaturan temperatur dan waktu. Untuk metode *High Temperature Short Time* (HTST) menggunakan acuan suhu 72°C selama 16 detik. Sedangkan metode *batch* atau *Low Temperature Long Time* (LTLT) menggunakan acuan suhu 63°C dengan interval waktu 30 menit.

2.2. Mikokontroler AT89S51

Perusahaan ATMEL mendapatkan lisensi dari Intel untuk mengembangkan mikrokontroler MCS-51. Salah satu tipe yang diperkenalkan adalah AT89S51 yang sesuai dengan bahasa pemrograman MCS-51. Mikrokontroler AT89S51 menggunakan *Flash Programable Erasable Read Only Memory* (Flash PEROM) yang mempunyai banyak kepraktisan sehingga penghapusan data dapat dilakukan secara cepat dan serentak (tidak byte demi byte seperti pada EPROM) dengan menggunakan energi listrik.

1. Perangkat keras (*Hardware*)

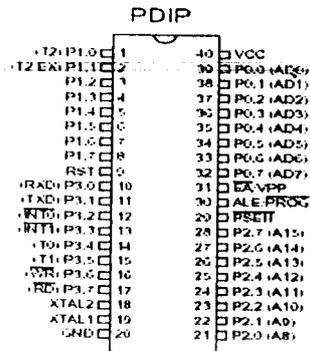
a. Deskripsi Umum

Mikrokontroler AT89S51 merupakan salah satu mikrokontroler buatan *Atmel Corporation* yang termasuk dalam keluarga MCS-51. AT89S51 memiliki keistimewaan sebagai berikut :

1. Kompatible dengan produk MCS-51.
2. Mempunyai 4K byte *In System Programmable* (ISP), Flash Memory yang dapat deprogram ulang 1000 kali siklus.
3. Mempunyai tegangan kerja 4-5 volt.
4. Beroperasi secara penuh pada frekuensi 0 sampai 33 MHz.
5. Memiliki tiga tingkat penguncian program memori.
6. Memiliki 128 x 8 bit RAM internal.
7. Memiliki 32 jalur I/O yang dapat diprogram.
8. Memiliki dua buah *timer/counter* 16 bit.
9. Memiliki enam buah sumber interupsi.
10. Memiliki kanal serial yang dapat diprogram.
11. Memiliki mode *Low Power Idle* dan *Power Down*.

b. Konfigurasi Kaki (Pin)

Mikrokontroler AT89S51 mempunyai 40 kaki, 32 diantaranya adalah kaki untuk keperluan *Port Parallel*. Adapun penjelasan dari masing-masing pin adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1. Susunan Kaki Mikrokontroler AT89S51

1. Pin 1 sampai 8 (*Port 1*)

Port 1 merupakan *port I/O* 8 bit dua arah (*bidirectional*) dengan *pull-up* internal. Keluaran *port 0* dapat menangani delapan input TTL. *Port 1* juga mempunyai fungsi khusus menerima alamat bagian rendah (*low byte*) selama pemrograman dan verifikasi *flash*. Dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 2.1. Fungsi-fungsi khusus kaki-kaki *Port 1* AT89S51

Kaki Port	Fungsi Alternatif
P1.5	MOSI (digunakan untuk <i>In-System Programming</i>)
P1.6	MISO (digunakan untuk <i>In-System Programming</i>)
P1.7	SCK (digunakan untuk <i>In-System Programming</i>)

2. Pin 9 (RST)

Pin RST merupakan masukan reset (aktif *high*). CPU memberi logika tinggi pada pin reset selama dua siklus mesin pewaktu osilator aktif akan menyebabkan reset peralatan.

3. Pin 10 sampai 17 (*port 3*)

Port 3 merupakan *port I/O* 8 bit dua arah (*bidirectional*) dengan *pull-up* internal. Keluaran *port 0* dapat menangani 4 input TTL. *Port 3* juga memiliki fungsi khusus, yaitu:

Tabel 2.2. Fungsi Khusus *Port 3*

Pin Port	Fungsi
P3.0	RXD (<i>port</i> masukan serial)
P3.1	TXD (<i>port</i> keluaran serial)
P3.2	INT0 (interupsi 0 eksternal)
P3.3	INT1 (interupsi 1 eksternal)
P3.4	T0 (<i>timer 0</i> eksternal)
P3.5	T1 (<i>timer 1</i> eksternal)
P3.6	WR (<i>write strobe</i> memori data eksternal)
P3.7	RD (<i>read strobe</i> memori data eksternal)

4. Pin 18 (XTAL 2)

Pin XTAL2 digunakan sebagai keluaran ke rangkaian osilator internal. Pin ini dipakai bila menggunakan osilator kristal.

5. Pin 19 (XTAL 1)

Pin XTAL1 digunakan sebagai pin masukan ke rangkaian osilator internal. Sebuah osilator kristal atau sumber osilator luar dapat digunakan.

6. Pin 20 (GND)

Dihubungkan dengan *ground supply*.

7. Pin 21 sampai 28 (*port 2*)

Port 2 merupakan *port I/O* 8-bit yang bersifat bidireksional yang dilengkapi dengan *pull-up internal*. *Port* ini juga dapat dikonfigurasi sebagai jalur (*bus*) alamat/data byte tinggi (*high byte*) selama pengaksesan data dan program eksternal. Masing-masing kaki diberi nama P2.0, P2.1, ..., P2.7.

8. Pin 29 (PSEN)

PSEN (*Program Store Enable*) merupakan sinyal pengontrol yang mengijinkan untuk mengeksekusi memori program eksternal. PSEN diaktifkan dua kali masing-masing siklus mesin

9. Pin 30 (ALE/PROG)

Pulsa ALE untuk menahan alamat bit rendah selama mengeksekusi memori program eksternal.

10. Pin 31 (EA)

Bila pin ini diberi logika tinggi maka mikrokontroler akan melaksanakan instruksi dari memori program internal. Untuk mengeksekusi memori program eksternal EA harus diberi logika rendah atau dihubungkan ke ground.

11. Pin 32 sampai 39 (*port 0*)

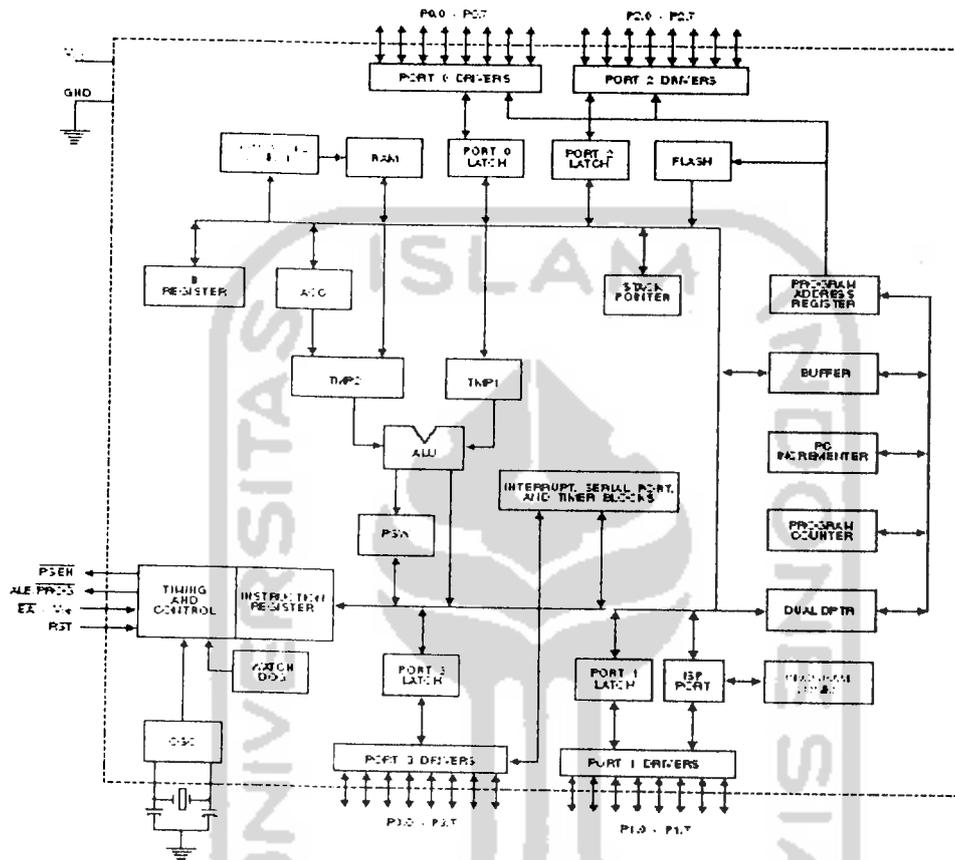
Port 0 merupakan *port* I/O 8 bit dua arah (*bidirectional*) open drain. Keluaran *port 0* dapat menangani 4 input TTL. *Port 0* juga dapat dikonfigurasi sebagai bus alamat/data bagian rendah (*low byte*) selama proses pengaksesan memori data dan program eksternal. Jika digunakan dalam mode ini *Port 0* memiliki *pull-up* internal.

12. Pin 40 (VCC)

Dihubungkan ke VCC 5 volt sebagai sumber tegangan bagi mikrokontroler.

c. Blok Diagram

Mikrokontroler AT89S51 mempunyai blok diagram sebagai berikut:



Gambar 2.2. Blok Diagram AT89S51

d. Organisasi Memori

Semua mikrokontroler keluarga MCS-51 memiliki pembagian ruang alamat untuk memori program dan memori data. Pemisahan memori program dengan memori data tersebut membolehkan memori data untuk diakses oleh alamat 8-bit.

Mikrokontroler AT89S51 memiliki memori program yang terpisah dengan dari data. Kapasitas memori program internal sebanyak 4 Kbyte yaitu dari alamat 0000H – 0FFFH. Namun memori program AT89S51 ini dapat

ditingkatkan sampai 64 Kbyte dengan menggunakan memori program eksternal. Pembatasan alamat sampai 64 Kbyte ini disebabkan karena mikrokontroler AT89S51 hanya memiliki 16 jalur alamat ($2^{16} = 65536$ byte).

Mikrokontroler AT89S51 juga memiliki memori data internal yang disebut sebagai RAM internal. Ruang memori data dibagi menjadi tiga blok, yaitu bagian rendah 128-byte (*lower 128-byte*), bagian tinggi 128-byte (*upper 128-byte*) dan SFR (*Special Function Register*).

2. Perangkat Lunak (*Software*)

Mikrokontroler AT89S51 memiliki 110 macam instruksi yang dikelompokkan dalam 5 bagian yaitu instruksi transfer data, instruksi aritmatika, instruksi logika, manipulasi variabel Boolean, dan instruksi percabangan.

a. Instruksi Transfer Data

Instruksi ini memindahkan antara register dengan register, memori-memori, antarmuka register, dan antarmuka memori. Instruksi transfer data meliputi :

- Mov Rn, #data
- Mov Rn, A
- Mov Rn, alamat data
- Mov A, #data
- Mov A, @Ri
- Mov A, Rn
- Mov alamat data, A
- Mov alamat data, Rn
- Mov alamat data, @Ri
- Mov alamat data, #data
- Mov alamat 1, alamat 2
- Mov @Ri, A
- Mov DPTR, #data 16 bit
- Movc A, @A + DPTR
- Movc A, @A + PC
- Movx @DPTR, A
- Movc A, @DPTR
- Movx A, @Ri
- Movc @Ri, A
- PUSH alamat data
- POP alamat data
- XCH A, Rn
- XCH A, alamat data
- XCH A, @Ri

- Mov @Ri, alamat data
- Mov @Ri, #data
- XCHD A, @Ri

b. Instruksi Aritmatika

Instruksi ini melakukan operasi aritmatika yang meliputi penjumlahan, pengurangan, penjumlahan satu, pengurangan satu, perkalian, dan pembagian.

- ADD A, #data
- ADD A, @Ri
- ADD A, Rn
- ADD A, alamat data
- ADDC A, #data
- ADDC A, @Ri
- ADDC A, Rn
- ADDC A, alamat data
- DEC A
- DEC @Ri
- DEC Rn
- DEC alamat data
- INC A
- INC @Ri
- INC DPTR
- INC Rn
- INC alamat data
- MUL AB
- DIV AB
- DA A
- SUBB A, #data
- SUBB A, Rn
- SUBB A, alamat data
- SUBB A, @Ri

c. Instruksi Logika

Instruksi ini melakukan operasi logika seperti AND, OR, XOR, perbandingan, pergeseran, serta komplemen. Yang termasuk dalam kelompok ini adalah :

- ANL A, #data
- ANL A, #Rn
- ANL A, @Ri
- ANL A, Rn
- ANL A, alamat data
- ANL alamat data, A
- ORL A, #data
- ORL A, #Rn
- ORL A, @Ri
- ORL alamat data, A
- ORL alamat data, #data
- ORL A, Rn
- XRL A, #data
- XRL A, #Rn
- XRL A, @Ri
- XRL A, Rn
- XRL alamat data, A
- XRL alamat data, #data
- CLR A
- CPL A
- RL A
- RR A
- RRC A
- SWAP A

d. Manipulasi Variabel Boolean

Instruksi ini melakukan manipulasi variabel Boolean. Yang termasuk

dalam instruksi ini adalah :

- CLR C
- CLR bit
- SETB C
- SETB bit
- CPL C
- CPL bit
- ANL A, bit
- ANL A, /bit
- ORL A, bit
- ORL A, /bit
- MOV C, bit
- MOV bit, C
- JC relative
- JNC relative
- JB bit, relative
- JNB bit, relatif
- JBC bit, relatif

e. Percabangan

Instruksi ini mengakibatkan suatu program melompat ke suatu alamat tertentu. Percabangan dibedakan menjadi 2 yaitu percabangan tanpa syarat dan percabangan bersyarat.

1. Percabangan tanpa syarat

- ACALL alamat 11 bit
- LCALL alamat 16 bit
- RET
- RETI
- AJMP alamat 11 bit
- LJMP alamat 16 bit
- SJMP relative
- JMP @A+DPTR
- JZ relative
- JNZ relatif

2. Percabangan bersyarat

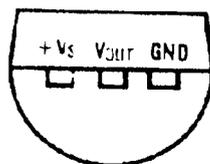
- CJNE A,alamat data.relative
- CJNE A, #data, relative
- CJNE Rn, #data, relative
- CJNE @Ri, #data, relative
- DJNZ Rn,relative
- DJNZ alamat data, relative
- NOP

2.3. Sensor Suhu LM35D

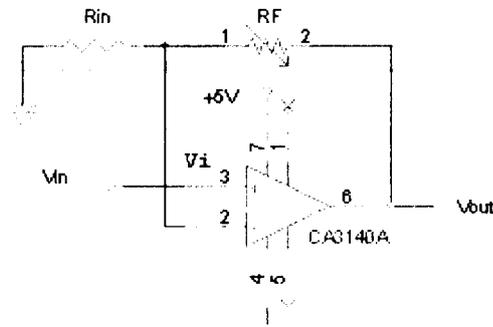
IC LM 35D memiliki fungsi sebagai sensor suhu yang memberi tegangan keluaran yang sebanding dengan suhu yang diukur dalam derajat Celcius ($^{\circ}\text{C}$). Hal ini berarti pada suhu 0°C sensor ini akan menghasilkan tegangan keluaran sebesar 0 V, pada suhu 100°C akan menghasilkan tegangan keluaran sebesar 1V. Setiap perubahan suhu sebesar 1°C akan mengakibatkan kenaikan tegangan sebesar 10 mV. Dengan demikian sensor suhu ini tidak perlu lagi dikalibrasi karena tegangan keluarannya telah sebanding dengan kenaikan suhu dalam skala derajat Celcius.

Sensor suhu LM 35D merupakan komponen bertipe TO-92 yang bentuk dan ukurannya mirip transistor berdaya rendah. Bentuk fisik dari sensor suhu LM 35D ditunjukkan pada Gambar 2.3. LM 35D sudah dikalibrasi langsung dalam $^{\circ}\text{C}$ sehingga mudah untuk mengetahui besarnya tegangan keluaran sensor pada suhu didih.

LM 35D merupakan komponen yang bertindak sebagai transduser untuk mengkonversi input berupa besaran analog ke besaran elektrik. Besaran analog dalam hal ini suhu air susu yang dipanaskan dengan pemanas dari elemen listrik, sedangkan besaran elektrik keluaran berupa level tegangan keluaran dari LM 35D dihubungkan dengan input inverting dari Op-Amp LM 741 sebagai penguat, karena hasil konversi besaran listrik dari LM 35D masih terlalu kecil.



Gambar 2.3. IC LM 35D Tampak Bawah



Gambar 2.4. IC CA3140A sebagai Penguat Tak Membalik

Besarnya penguatan (A) yang dihasilkan pada outputnya ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$A = \left(\frac{R_f}{R_{in}} + 1 \right) \quad (2.1)$$

Dari persamaan ini maka dapat dilakukan konversi tegangan masukan menjadi tegangan keluaran yang diinginkan dengan cara memasukkan tegangan masukan pada persamaan diatas sehingga persamaan untuk mencari tegangan output adalah sebagai berikut:

$$V_{out} = \left(\frac{R_f}{R_{in}} + 1 \right) * V_{in} \quad (2.2)$$

2.5. Transistor Sebagai Saklar

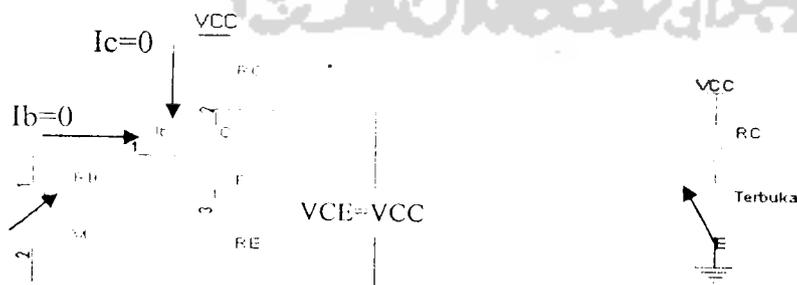
Transistor Bipolar dibentuk dengan menambahkan sebuah p-kedua atau wilayah-n ke dioda sambungan pn. Jika transistor mempunyai dua wilayah-n dan satu wilayah-p, dua sambungan akan terbentuk dan dikenal dengan transistor NPN diperlihatkan pada Gambar 2.5 (a). Jika transistor mempunyai dua wilayah-p dan satu wilayah-n, dua sambungan akan terbentuk dan dikenala sebagai transistor

Penggunaan transistor sebagai saklar adalah dengan memanfaatkan daerah jenuh (saturasi) dan daerah mati (*cut off*) transistor. Ketika transistor pada daerah saturasi maka arus mengalir tanpa halangan dari kolektor menuju emitor dan $V_{ce} \approx 0$, sedangkan arus kolektor jenuh I_C (saturasi) sama dengan V_{cc}/R_c . Kondisi ini menyerupai sebagai saklar pada kondisi tertutup (ON). Untuk membuat kondisi transistor konduksi diperlukan arus yang sangat besar atau minimal $I_b > I_c/\beta$.



Gambar 2.6. (a) Transistor dalam keadaan konduktif (b) Ekvivalen saklar tertutup

Pada kondisi transistor non konduktif (*cut off*), berlaku ketentuan $V_{CE} \approx V_{CC}$ dan $I_c \approx 0$. Pada kondisi demikian menyupai saklar pada kondisi terbuka (*off*). Kondisi non konduktif didapat dengan cara tidak memberikan bias pada basis atau $I_b = 0$ atau pada basis diberi tegangan mundur terhadap emitor.



Gambar 2.7. (a) Transistor dalam keadaan Non konduktif (b) Ekvivalen saklar terbuka

1. Kondisi *cut off*

$$V_{ce} = V_{cc} - I_c.R_c \tag{2.3}$$

2.6. Relay

Relay adalah sebuah alat elektromagnetik yang dapat mengubah kontak-kontak saklar sewaktu alat ini menerima sinyal listrik. Alat ini tersusun atas sebuah kumparan kawat beserta sebuah inti besi lunak. Fungsi utama relay adalah mengontrol arus yang lebih besar dalam rangkaian dengan arus kecil yang melewati kumparan.

Pada prinsipnya relay terdiri dari kumparan kawat penghantar, jika kumparan itu diberi arus listrik, maka inti (*core*) kumparan yang terbuat dari besi lunak akan menjadi magnet. Adanya magnet buatan ini akan menarik besi lunak pengungkit, sehingga mendekati magnet buatan, akibatnya kontak hubung akan berpindah dari satu posisi kontak keposisi yang lain. Dengan berpindahnya posisi kontak ini maka jadilah sebuah saklar. Banyaknya kontak hubung ini bervariasi, sehingga menghasilkan saklar SPST (*Single Pole Singel Throw*), SPDT (*Single Pole Double Throw*), DPST (*Double Pole Singel Throw*), DPDT (*Double Pole Double Throw*), tergantung banyaknya kontak yang bisa digerakkan oleh pengungkit.



Gambar 2.8. (a).Simbol Relay SPDT. (b) Relay SPDT

Sewaktu arus kontrol melewati kumparan, inti besi lunak akan dimagnetisasi, armatur ditarik oleh inti yang dimagnetisasi. Gerakan armatur ini

akan menutup kontak 3 dengan kontak 4 dan akan membuka kontak 3 dengan kontak 5. Dengan kata lain gerakan armature tadi telah mengubah posisi kontak 3. Kontak-kontak ini dapat digunakan mengontrol arus yang lebih besar dalam rangkaian. Pada gambar 2.8 dipakai untuk menggambarkan relay dalam diagram rangkaian. Simbol ini terdiri dari sebuah kumparan dan 2 set kontak, satu biasanya terbuka (*normally open* atau NO), lainnya biasanya tertutup (*normally close* atau NC). Sewaktu arus melewati kumparan, kontak NO tertutup, sebaliknya kontak NC terbuka.

Pada badan relay dituliskan kemampuan arus dan tegangan maksimal yang dapat dibebankan sehingga dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan. Berikut merupakan sifat-sifat dari relay, antara lain:

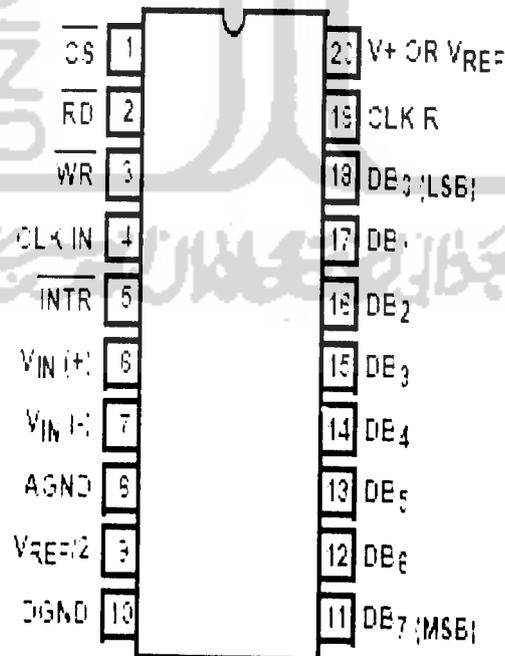
- a. Untuk mengoperasikan relay, kuat arus yang dibutuhkan sudah ditentukan pabrik. Pada relay yang hambatannya kecil membutuhkan arus yang besar, sedangkan relay yang hambatannya besar membutuhkan arus yang kecil.
- b. Besarnya hambatan kumparan ditentukan oleh tebal kawat yang dipakai.
- c. Tegangan yang diperlukan relay adalah hasil kali antara kuat arus dan hambatan.
- d. Daya yang diperlukan relay adalah hasil kali antara tegangan dan kuat arus.

2.7. ADC 0804

ADC (*Analog To Digital Conversion*) merupakan piranti yang mengubah besaran analog menjadi besaran digital. ADC akan mengambil masukan analog,

mencupliknya dan kemudian mengubah amplitudo dari setiap cuplikan menjadi sandi digital dalam bentuk biner yang biasa digunakan dalam teknik antarmuka.

ADC0804 dibuat dengan teknologi CMOS mempunyai kemampuan melakukan konversi satu *channel input* analog, dan 8 bit *channel output*. ADC0804 siap dihubungkan ke saluran-data sistem mikroprosesor. Untuk keperluan ini sinyal-sinyal pengendalian ADC dapat menggunakan sinyal WR^* dan RD^* sebagai pengendali saluran data., serta $INT0^*$ untuk memberi tahu bahwa ADC sudah selesai dalam mengkonversi sinyal analog ke digital. ADC0804 juga memerlukan sinyal denyut pada untuk bekerja yang bisa diumpan dari luar ADC0804, tapi bisa pula dibangkitkan sendiri oleh ADC0804, dengan menambahkan rangkaian RC antara CLK IN dan CLK OUT.



Gambar 2.9. Kaki Fungsional ADC 0804

Tabel 2.3. Penjelasan pin ADC 0804

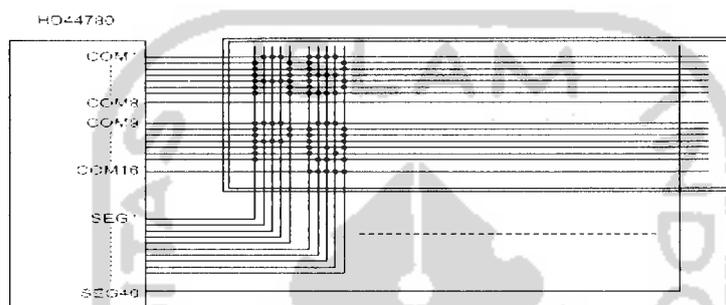
Pin no	Penjelasan
1	Counter stack
2	Read
3	Write
4	CLOCK (CLK)
5	Interupt
6	Data <i>Input</i> (+)
7	Data <i>Input</i> (-)
8	Ground(GND)
9	Tegangan Referensi (V Ref)
10	Ground(GND)
11	Data <i>Output</i> (DB)
12	Data <i>Output</i> (DB)
13	Data <i>Output</i> (DB)
14	Data <i>Output</i> (DB)
15	Data <i>Output</i> (DB)
16	Data <i>Output</i> (DB)
17	Data <i>Output</i> (DB)
18	Data <i>Output</i> (DB)
19	CLOCK (CLK)
20	Power Supply (VCC) atau tegangan referensi (V Ref)

ADC 0804 secara fungsional dan operasionalnya adalah sebagai berikut:

1. Dapat bekerja dengan mikrokontroler, dan waktu acces 135 ns
2. Mudah sebagai antarmuka semua mikroprosesor dan dapat juga bekerja sendiri atau bukan sebagai komponen antarmuka
3. Tegangan input differensial berupa $V_{in (+)}$ dan $V_{in (-)}$
4. Bekerja pada tegangan referensi 2,5 V
5. Tegangan supply 5 V dan pembangkit detak didalam
6. Dirancang dalam bentuk 20 pin *DIP*
7. Tegangan pengaturan kerja 5 V_{DC}, 2,5 V_{DC}, atau dengan pengaturan tegangan referensi.

2.8. LCD M1632

LCD M1632 merupakan modul LCD matrik dengan konfigurasi 16 karakter dan baris dengan setiap karakternya dibentuk oleh 8 baris pixel dan 5 kolom pixel (1 baris pixel terakhir adalah kursor). Gambar 2.10 menunjukkan hubungan antara layar LCD dengan HD44780 yang merupakan mikrokontroler pengendali LCD.



Gambar 2.10. Hubungan HDD44780 dengan layar LCD

Pada gambar 2.10 tampak karakter “A” di baris karakter 1 yang terbentuk oleh COM1 (pixel baris 1) hingga COM8 (pixel baris 8) dan SEG1 (pixel kolom 1) hingga SEG5 (pixel kolom 5). Oleh karena itu kombinasi 16 karakter akan terbentuk oleh SEG1 (pixel kolom 1) hingga SEG40 (pixel kolom 40) dengan setiap karakternya terdiri dari 5 kolom pixel. Kombinasi 2 baris karakter akan terbentuk oleh COM1 (pixel baris 1) hingga COM16 (pixel baris 16)

1. Gambaran Secara Umum

M1632 adalah dot-matrik liquid crystal display (LCD) yang membutuhkan tegangan rendah yang memiliki kontras tinggi yang dibuat dengan pengendali kontrol CMOS. Pengontrol dibuat dalam pembangkit karakter ROM/RAM. Semua fungsi display dikendalikan dengan instruksi dan dengan mudah dapat diinterfacekan dengan mikroprocessor, sehingga modul ini dapat dipakai ke area

yang dikehendaki termasuk alat terminal penampil untuk mikrokomputer dan alat penampil untuk peralatan yang sesuai.

LCD M1632 mempunyai *feature* sebagai berikut:

- a. 16 karakter, 2 baris tersusun dari 5x7 dot matrik+cursor
- b. Perbandingan umum 1/16
- c. 192 pembangkit karakter ROM untuk type karakter (karakter font= 5x7 dot matrik)
- d. 8 type karakter (program Write) pada karakter generator RAM (karakter font = 5x 7 dot matrik)
- e. 80x8bit tampilan data RAM (80 krakter maximum)
- f. Display data RAM dan karakter generator RAM dapat dibaca dari MPU
- g. Dapat dimungkinkan untuk interface 4 bit dan 8 bit
- h. Beberapa fungsi instruksi:
 - i. Display clear cursor home display on/off display karakter blink cursor geser dan display geser
- j. Tegangan catu 5volt
- k. Di buat dalam rangkaian reset otomatis saat power dinyalakan
- l. Menggunakan proses CMOS
- m. Tempertur operasi 0-50 derajat celcius

Bagian memori terdiri dari 990 bit CGROM, 64 byte CGRAM, dan 80x8 bit DDRAM yang diatur pengalamatannya oleh address counter dan akses datanya (pembacaan maupun penulisan data) dilakukan melalui Register Data.

Data-data dari CGRAM atau CGROM tersebut merupakan data yang selanjutnya dikirim ke 40 bit shift register melalui bagian *Pararel and Serial Converter*.

c. Bagian Register

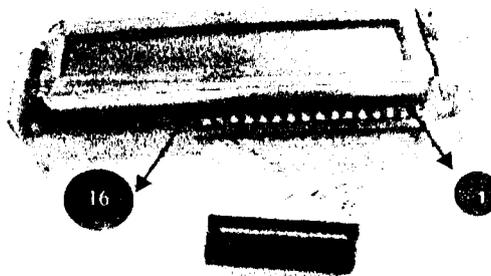
Pada M1632 terdapat Register Data dan Register Perintah. Proses akses data ke atau dari Register Data akan mengakses ke CGRAM, DDRAM, atau CGROM tergantung pada kondisi *Address Counter*. Sedangkan proses akses data ke atau dari Register Perintah akan mengakses *Instruction Decoder* (dekoder instruksi) yang akan menentukan perintah-perintah yang akan dilakukan oleh LCD.

3. Kaki-Kaki Modul LCD M1632

Untuk keperluan antar muka suatu komponen elektronik dengan mikrokontroler, perlu diketahui fungsi dari setiap kaki yang ada pada komponen tersebut.

- a. Kaki 1 (GND); Kaki ini berhubungan dengan tegangan 0 volt (*ground*) dari modul dari modul LCD.
- b. Kaki 2 (VCC): Kaki ini berhubungan dengan tegangan +5 volt yang merupakan tegangan sumber daya dari HD44780

- c. Kaki 3 (VEE/VLCD): Kaki merupakan tegangan pengatur kontras LCD. Kontras mencapai nilai maksimum saat kondisi kaki tegangan ini 0 volt.
- d. Kaki 4 (RS): Register Select, kaki pemilih register yang akan diakses. Untuk akses Register Data, logika kaki ini adalah 1 dan untuk akses Register Perintah, logika kaki ini adalah 0.
- e. Kaki 5 (R/W): Logika pada kaki ini menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode pembacaan dan logika 0 menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode penulisan. Untuk aplikasi yang tidak memerlukan pembacaan data pada modul LCD, kaki ini dapat dihubungkan langsung ke ground.
- f. Kaki 6 (E): *Enable Clock LCD*, kaki mengaktifkan clock LCD. Logika 1 pada kaki ini diberikan pada saat penulisan atau pembacaan.
- g. Kaki 7-14 (D0-D7): Data Bus, kedelapan kaki Modul LCD ini adalah bagian dimana aliran data sebanyak 4 bit atau 8 bit mengalir saat proses penulisan atau pembacaan.
- h. Kaki 15 (Anoda): Berfungsi untuk tegangan positif dari *backlight* modul LCD sekitar 4,5 volt.
- i. Kaki 16 (Katoda): Tegangan negatif *backlight* modul LCD sekitar 0 volt.



Gambar 2.12. Konfigurasi Kaki M1632 Hyunday (*standart*)

BAB III

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

3.1. Identifikasi Kebutuhan

Dalam mengembangkan rancangan harus memperhatikan beberapa kebutuhan yang sangat diperlukan untuk mencapai tujuan yang diinginkan, salah satunya adalah kebutuhan akan komponen penyusunnya yaitu :

1. Perlunya transduser yang mampu mendeteksi perubahan suhu air susu saat proses pasteurisasi berlangsung.
2. Perlunya komponen yang dapat menguatkan sinyal keluaran dari transduser.
3. Perlunya komponen yang mampu mengubah sinyal analog yang berasal dari penguatan sinyal transduser menjadi sinyal digital.
4. Perlunya komponen kendali yang dapat mengendalikan sistem secara keseluruhan.
5. Perlunya media penampil untuk menampilkan informasi perubahan suhu dan waktu pada saat proses pasteurisasi.
6. Perlunya komponen antarmuka antara pengendali dengan penggerak motor pada penggerak kipas dan pemanas air susu.
7. Perlunya tombol pemilihan mode kerja, stop, mematikan dan mereset sistem dalam bekerja.
8. Perlunya *power supply* untuk mendukung kerja sistem tersebut.
9. Perlunya media sebagai tempat menampung air susu yang akan diparaskan.

3.2. Analisis Kebutuhan

Berdasarkan identifikasi kebutuhan tersebut, maka diperoleh beberapa analisis kebutuhan terhadap alat yang dibuat yaitu sebagai berikut :

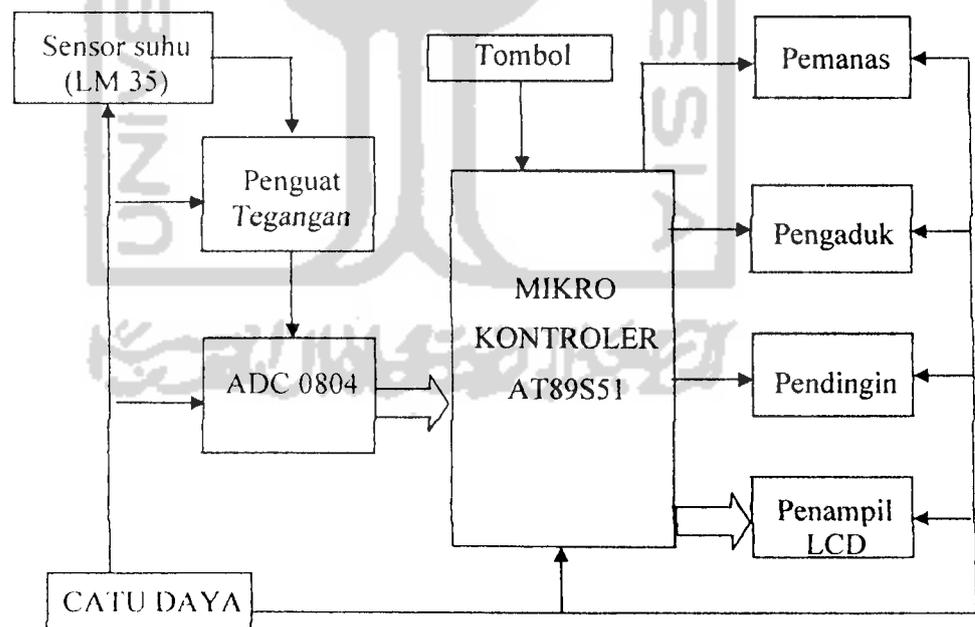
1. Menggunakan sensor LM35D untuk mendeteksi perubahan suhu susu saat proses pasteurisasi berlangsung.
2. Menggunakan op-amp CA3140A yang difungsikan penguatan tegangan tak membalik (*non inverting*) untuk menguatkan sinyal transduser.
3. Menggunakan ADC 0804 untuk mengubah sinyal analog yang berasal dari penguatan sinyal transduser menjadi sinyal digital.
4. Menggunakan mikrokontroler AT89S51 sebagai komponen kendali untuk mengendalikan sistem secara keseluruhan.
5. Menggunakan LCD M1632 sebagai tampilan suhu dan waktu.
6. Menggunakan transistor yang difungsikan sebagai saklar untuk menggerakkan motor pada pengaduk, kipas dan relay pemanas air.
7. Menggunakan tombol *push button switch* sebagai tombol pemilihan mode kerja, mematikan dan mereset sistem dalam bekerja.
8. Menggunakan *power supply* dengan spesifikasi +5V, +12V dan 220 AC.
9. Menggunakan plastik *microwave oven* sebagai media penampung air susu.

3.3 Perancangan Alat

1. Perancangan Sistem Perangkat Keras (*Hardware*)

Pasteurizer susu ini menggunakan pengontrolan suhu dan waktu sesuai dengan metode yang digunakan. Metode yang digunakan adalah metode HTST (*High Temperature Short Time*), dan metode *batch* atau LTLT (*Low Temperature Long Time*). Dengan berpedoman pada teori tentang proses pasteurisasi maka suhu yang dikontrol pada metode HTST adalah dengan menggunakan temperatur 72°C dalam interval waktu 16 detik. Sedangkan metode *batch* atau LTLT menggunakan temperatur 63°C dalam interval waktu 30 menit.

Dengan menggunakan metode LTLT dan HTST, maka rancangan sistem perangkat keras pasteurizer susu ini, dapat dilihat dari blok diagram berikut:



Gambar 3.1. Blok Diagram Perangkat Keras (*hardware*)

Berdasarkan blok diagram diatas, maka alat ini menggunakan sensor suhu LM35D sebagai transduser untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik yaitu tegangan. Tegangan keluaran dari sensor suhu ini sebanding dengan suhu terukur pada sir susu. Tegangan keluaran dari sensor suhu dihubungkan ke input penguat tegangan yaitu penguat tak membalik (*non inverting*) yang menggunakan op-am CA3140A.

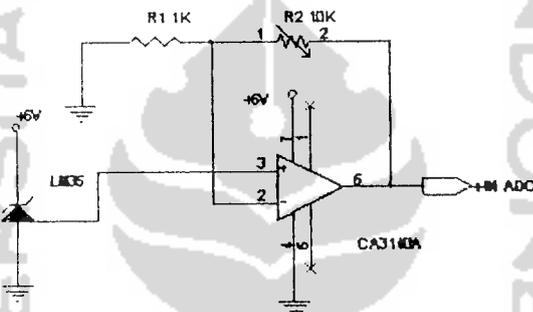
Tegangan keluaran dari penguat tak membalik masih berupa sinyal analog. Agar dapat dibaca oleh mikrokontroler, maka tegangan analog tersebut harus diubah menjadi data digital. Dengan mengubah besaran tegangan analog menjadi digital yang dilakukan oleh ADC 0804. Data output dari ADC 0804 menghasilkan data digital dengan format biner.

Data yang berasal dari ADC 0804 siap diolah kedalam mikrokontroler menjadi format desimal. Data desimal inilah yang akan ditampilkan oleh LCD M1632. Kemudian data ini juga yang digunakan oleh mikrokontroler sebagai pembanding suhu untuk mengaktifkan pewaktu yang menggunakan fasilitas *timer* internal mikrokontroler dan mengaktifkan rangkaian pemanas, pengaduk serta kipas pendingin.

Dengan menggunakan indikator led maka keadaan aktif atau tidaknya pemanas, pendingin dan pengaduk dapat diketahui. Sedangkan untuk mengaktifkan alat ini, maka digunakan tombol *push botton switch*. Tombol ini terdiri dari tombol pemilihan MODE1 (metode HTST), MODE2 (metode LTLT), tombol STOP dan tombol RST.

a. Rangkaian Sensor Suhu LM 35D dan Penguat *Non Inverting*

Sensor suhu yang digunakan adalah IC LM 35D. Sensor ini terkalibrasi langsung dalam skala derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$). Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor suhu ini berbanding lurus dengan suhu yang dideteksi. Setiap kenaikan 1°C , maka sensor akan mengeluarkan tegangan sebesar 10 mV. Kemudian tegangan keluaran dari IC LM 35D dihubungkan pada rangkaian penguat *non inverting* op-am CA3140A. Adapun realisasi rangkaiannya adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2. Rangkaian LM 35 dan Penguat *Non Inverting*

Keluaran dari sensor suhu LM 35 dihubungkan ke penguat *non inverting* op-am CA3140A untuk mendapatkan tegangan keluaran yang lebih besar. Penentuan besarnya penguatan berdasarkan keluaran sensor LM35 yang menghasilkan tegangan 10mV setiap perubahan 1°C , dan perubahan keadaan keluaran ADC setiap 1 keadaan dengan tegangan referensi sebesar 5 volt. Dengan tegangan referensi 5 volt ini maka keluaran dari ADC juga akan maksimum yaitu 11111111b atau FFh.

Pada perancangan ini besarnya penguatan yang digunakan adalah didasarkan pada persamaan 2.1 yaitu sebagai berikut:

$$A = \left(\frac{R2}{R1} + 1 \right) \quad (3.1)$$

A = Penguatan

Sehingga dari persamaan ini dapat dicari besarnya tegangan input dengan memasukkan tegangan input pada persamaan diatas sehingga persamaan menjadi:

$$V_{out} = \left(\frac{R2}{R1} + 1 \right) * V_{in} \quad (3.2)$$

V_{in} = Tegangan Input

V_{out} = Tegangan Output

Untuk mendapatkan setiap perubahan sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$, maka dibutuhkan penguatan sebesar 3,9 kali. Sehingga setiap satu perubahan 1°C pada sensor suhu maka perubahan tegangan outputnya akan dikalikan dengan besarnya penguatan 3,9 kali tersebut. Dari penguatan tersebut akan menghasilkan 2 keadaan pada output ADC yang berarti setiap perubahannya akan mendeteksi suhu sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$.

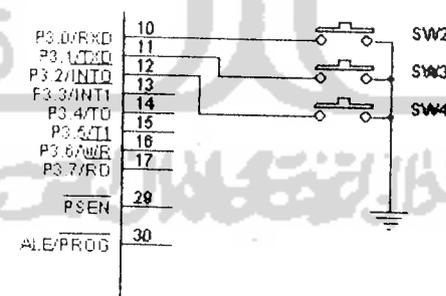
b. Rangkaian ADC 0804

Rangkaian ADC 0804 berfungsi untuk mengkonversi besaran analog menjadi besaran digital. Pemilihan ADC 0804 dikarenakan sistem ini hanya membutuhkan sebuah input atau masukan.

d. Rangkaian Tombol

Rangkaian tombol dalam pasteurizer ini digunakan sebagai masukan untuk pemilihan mode kerja pasteurisasi, menghentikan kerja alat, serta mereset sistem yang berasal rangkaian sistem minimum mikrokontroler. Untuk pemelihan kerja dilakukan dengan tombol MODE1 (metode HTST) dan MODE2 (metode LTLT), menghentikan kerja alat dengan menggunakan tombol STOP, dan untuk mereset sistem digunakan tombol RST.

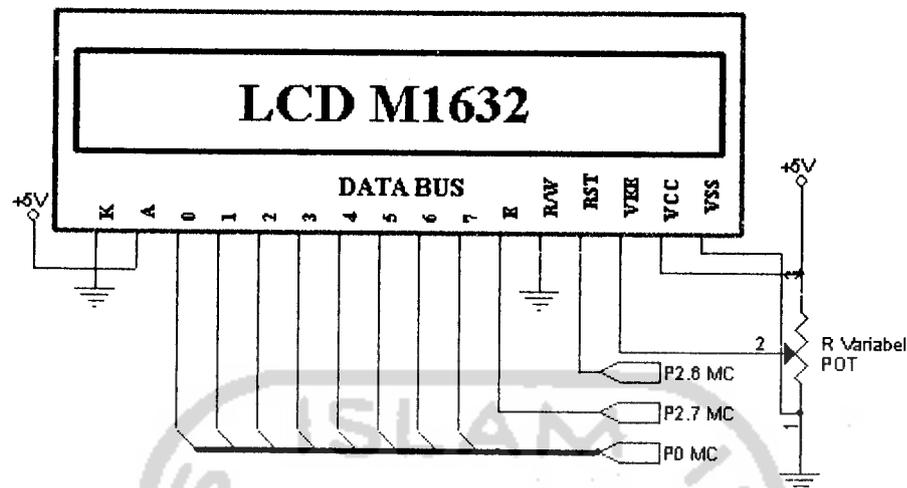
Jumlah tombol yang digunakan sebanyak 4 buah dengan cara menghubungkan pin *port* 1.5 dengan *ground*, kecuali tombol reset. Artinya tombol akan memberikan input dalam kondisi *low* ketika tombol ditekan. Pemberian kondisi *low* ini dikarenakan keluaran *port* mikrokontroler dalam kondisi *high* karena adanya resistor *pull up* pada internal mikrokontroler AT89S51. Sehingga untuk memberikan input diberi kondisi *low*. Untuk menghubungkannya dengan *ground* digunakan *pushbutton switch* seperti pada gambar berikut:



Gambar 3.5. Rangkaian tombol

e. Rangkaian LED Indikator

Rangkaian LED indikator ini berfungsi sebagai indikator aktif tidaknya pemanas, pendingin dan pengaduk. Untuk indikator pemanas digunakan led



Gambar 3.7. Penampil Rangkaian LCD

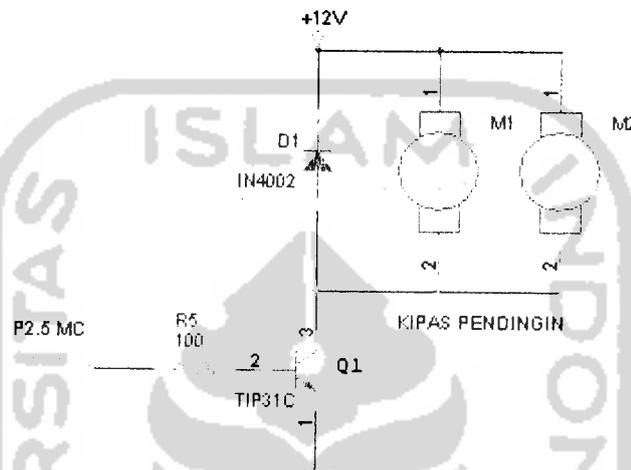
Rangkaian penampil LCD pada perancangan ini menggunakan teknik antarmuka 8 bit. Artinya teknik ini membutuhkan 8 bit jalur data dalam proses antarmukanya. Sehingga membutuhkan 8 bit I/O pada mikrokontroler yang terhubung oleh P0.0 ... P0.7. Pada gambar diatas, LCD selalu pada kondisi tulis (*write*) dengan menghubungkan kaki R/W* ke *ground*. Ini dimaksudkan agar LCD tidak mengeluarkan data (kondisi *read*) yang mana data tersebut akan bertabrakan dengan data komponen lain atau perintah lain di jalur bus. Rangkaian penampil LCD juga dilengkapi dengan pengatur cerah terang pada layer LCD secara langsung dengan mengatur pada VR yang terhubung pada VEE dan diparalel dengan VCC.

g. Rangkaian Pendingin

Rangkaian Pendingin dalam pasteurizer susu digunakan sebagai sistem pendingin pada proses pasteurisasi dan setelah proses pasteurisasi selesai. Kipas yang digunakan adalah motor DC dengan tegangan kerja +12 Volt, dan arus 0,25 mA. Kipas tersebut sebanyak dua buah yang dipasang di atas tabung

tempat susu luar kerangka dan diberi lubang-lubang untuk sirkulasi udara. Kipas M1 untuk menghembuskan udara luar (dingin) ke dalam tabung susu, sedangkan kipas M2 untuk menghisap keluar udara panas dalam tabung susu.

Berikut realisasi rangkaian pendingin ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Rangkaian Pendingin

Dari gambar 3.8 diatas dapat diketahui bahwa, untuk mengaktifkan kipas M1 dan M2 maka transistor Q1 harus diberi bias maju. Dengan mengeluarkan kondisi *high* pada *port* mikrokontroler, maka transistor Q1 akan aktif. Bias maju yang diberikan pada kaki *basis* Q1, akan menyebabkan arus mengalir dari kaki *colector* menuju *emitor*. Pada kondisi ini transistor Q1 berfungsi sebagai saklar tertutup atau transistor Q1 berada pada keadaan saturasi.

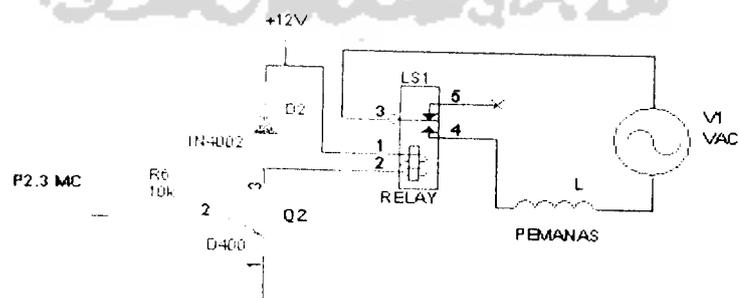
Untuk menghentikan putaran kipas M1 dan M2, dapat dilakukan dengan memberikan kondisi *low* pada *port* mikrokontroler. Dengan kondisi *low*, maka transistor Q1 tidak mendapat bias mundur pada kaki *basis*. Dengan keadaan seperti ini, maka tidak ada arus *colector* yang mengalir ke *emitor*. Sehingga transistor Q1 berfungsi sebagai saklar terbuka atau dalam keadaan *cut-off*.

Selain itu juga dilengkapi dengan dioda D1 untuk mencegah tegangan balik yang dihasilkan oleh putaran motor.

h. Rangkaian Pemanas

Rangkaian pemanas yang digunakan dalam alat ini menggunakan elemen pemanas *heater* air dengan tegangan 220 volt sebanyak 1 buah. Kerja dari elemen pemanas ini dihubungkan dengan sumber tegangan AC 220 Volt. Sebagai pengemudinya digunakan relay melalui sebuah driver relay yaitu transistor sebagai saklar. Driver relay dibangun dengan transistor Q2 yang bekerja sebagai saklar tegangan picu akan meng-*off*-kan dan meng-*on*-kan transistor. Picu diperoleh dari keluaran *port* mikrokontroler yaitu *port* P2.3.

Jika mikrokontroler mengeluarkan kondisi *high* maka transistor Q2 akan aktif sebagai saklar tertutup/kondisi saturasi sehingga relay akan *ON* dan neater akan aktif. Sebaliknya jika keluaran *low* maka transistor Q2 akan berfungsi sebagai saklar terbuka/kondisi *cut-off* sehingga relay *off* dan heater tidak aktif. Selain itu juga dilengkapi dengan dioda D2 untuk mencegah tegangan balik yang dihasilkan oleh putaran motor.

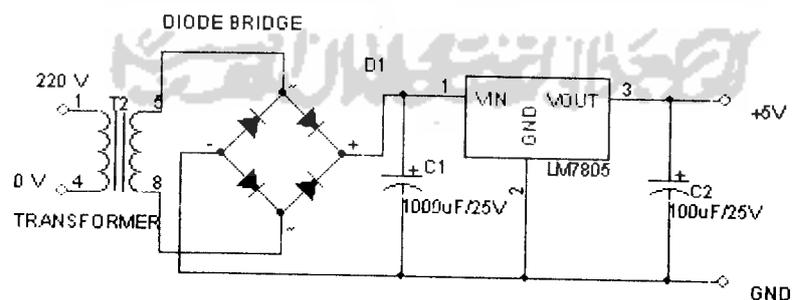


Gambar 3.9. Rangkaian Pemanas

transistor Q3 tidak mendapat bias mundur pada kaki *basis*. Dengan keadaan seperti ini, maka tidak ada arus *colector* yang mengalir ke *emitor*. Sehingga transistor Q3 berfungsi sebagai saklar terbuka atau dalam keadaan *cut-off*. Selain itu juga dilengkapi dengan dioda D3 untuk mencegah tegangan balik yang dihasilkan oleh putaran motor.

j. Rangkaian Catu Daya

Setiap rangkaian elektronik tentunya membutuhkan catu daya, sehingga perancangan catu daya menjadi hal yang sangat penting, agar rangkaian ini dapat memberikan kebutuhan arus dan tegangan yang sesuai. Selain arus dan tegangan yang sesuai, hal lain yang perlu diperhatikan adalah kestabilan dari tegangan dan arus tersebut. Pada pasteurizer susu ini memerlukan 3 buah tegangan catu yaitu +5V, +12V, dan 220 VAC. Gambar rangkaian catu daya yang digunakan pada Pasteurizer susu untuk tegangan output +5V adalah seperti gambar 3.11.



Gambar 3.11. Rangkaian Catu Daya 5V

Dari tegangan DC yang berasal dari dioda, maka untuk memperoleh tegangan supply +5V, maka digunakan IC LM7805. IC yang digunakan tersebut mempunyai ketahanan arus normal untuk outputnya adalah sebesar

langkah-langkah yang harus dilakukan CPU. Bahasa yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler adalah bahasa *assembly*.

Sebelum membuat program maka terlebih dahulu membuat alur berfikir (algoritma) sesuai dengan perancangan sistem tersebut. Kemudian algoritma program tersebut dituangkan kedalam diagram alir (*flowchart*) selanjutnya dibuat program *assembly*.

Pasteurizer susu ini dibagi menjadi satu program utama yang isinya terbagi menjadi dua sub program utama. Yaitu program untuk menjalankan proses pasteurisasi menggunakan metode HTST (*Hot Temperatur Short Time*) dan metode *Batch* atau LTLT (*Long Time Low Temperature*). Dimana pada masing-masing metode tersebut terdiri dari program pembacaan suhu, program pewaktu, program tampilan dan program pengaktifan pemanas, pendingin serta pengaduk serta penyalaan led indikator. Tp dalam hal ini hanya program utama, program LTLT dan program HTST yang dibahas. Sedangkan untuk program yang lainnya terdapat pada lampiran.

a. Program Utama

Program utama ini merupakan program yang mencakup seluruh program yang ada pada pasteurizer susu ini. Program ini berupa program yang dilakukan untuk memilih mode kerja yang akan digunakan yaitu dengan melakukan pengecekan tombol yang terdiri dari pengecekan tombol MODE1 untuk proses pasteurisasi metode HTST, pengecekan tombol MODE2 untuk pasteurisasi metode LTLT, dan pengecekan tombol stop untuk pemberhentian kerja alat.

1). Algoritma

- | | |
|----------|--|
| Step 1. | Start |
| Step 2. | Lakukan set data awal dan tampilan awal |
| Step 3. | Cek apakah tombol Mode1 ($P3.2 = 1$) tidak ditekan ? Jika ya, lompat ke step 6 |
| Step 4. | Cek apakah tombol Mode1 ($P3.2 = 0$) belum dilepas? Jika ya, lompat ke step 4 |
| Step 5. | Lakukan proses pasteurisasi Metode HTST |
| Step 6. | Cek apakah tombol Mode2 ($P3.1 = 1$) tidak ditekan ? Jika ya, lompat ke step 9 |
| Step 7. | Cek apakah tombol Mode2 ($P3.1 = 0$) belum dilepas? Jika ya, lompat ke langkah 7 |
| Step 8. | Lakukan proses pasteurisasi Metode LTLT |
| Step 9. | Cek apakah tombol Stop ($P3.2 = 1$) tidak ditekan ? Jika ya, lompat ke langkah 3 |
| Step 10. | Cek apakah tombol Stop ($P3.2 = 0$) belum dilepas? Jika ya, lompat ke step 10 |
| Step 11. | Lakukan set data akhir dan tampilan Akhir |
| Step 12. | Berhenti. |

3). Program

```

START:
    MOV     P0, #0FFH
    MOV     P1, #0FFH
    MOV     P2, #0C7H
    MOV     P3, #0FFH
    MOV     DETIK2, #00H
    MOV     DETIK1, #00H
    MOV     MENIT2, #00H
    MOV     MENIT1, #00H
    MOV     DETIK, #00H
    MOV     MENIT, #00H
    MOV     CSUHU, #00H
    MOV     PSUHU, #00H
    MOV     SSUHU, #00H
    MOV     KSUHU, #00H
    LCALL   TAMPILAN_AWAL
MULAI:  JB     P3.0, LOMPAT1
        JNB    P3.0, $
        LCALL  METODE_LTLT
LOMPAT1:
        JB     P3.1, LOMPAT3
        JNB    P3.1, $
        LCALL  METODE_RTST
LOMPAT3:
        JB     P3.2, MULAI
        JNB    P3.2, $
        LCALL  TAMPILAN_AKHIR
    END

```

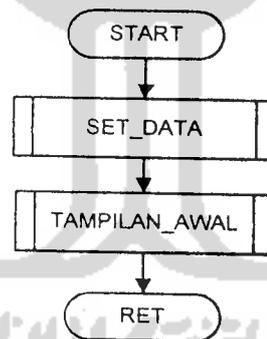
b. Subroutin Set_Awal

Subroutin Set_Awal ini digunakan untuk mengeset data awal *port* mikrokontroler, data register untuk menampilkan suhu dan waktu yang terdapat pada subroutin Set_Data dan tampilan awal pada layar LCD pada subroutin Tampilan_Awal. Sehingga posisi awal alat ketika dijalankan belum menjalankan proses pasteurisasi susu dan hanya ada tampilan awal pada layar LCD.

1). Algoritma

- | | |
|---------|--|
| Step 1. | Start |
| Step 2. | Lakukan set data awal <i>port</i> dan register |
| Step 3. | Lakukan tampilan awal |
| Step 4. | Return subroutin |

2). Flow Chart



Gambar 3.14. Flowchart Subroutin Set_Awal

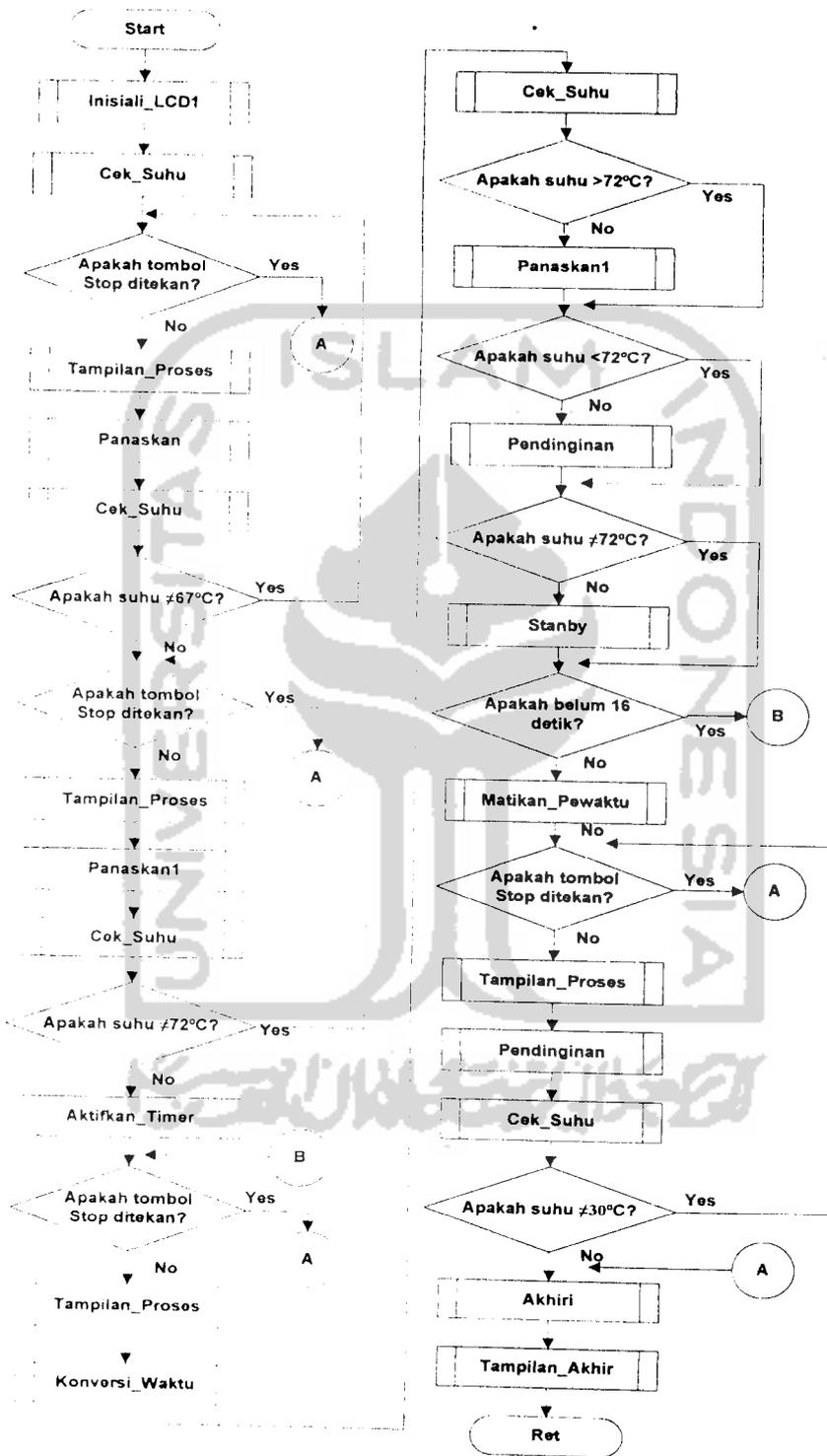
3) Program

```

SET_AWAL:
    ACALL SET_DATA
    LCALL TAMPILAN_AWAL
    RET
  
```

- Step 19. Hidupkan pemanas, pengaduk, matikan pendingin serta nyalakan led indikator merah dan kuning.
- Step 20. Cek, apakah suhu lebih kecil dari 72°C? Jika ya, lompat ke langkah 22.
- Step 21. Hidupkan pendingin, pengaduk, matikan pemanas serta nyalakan led indikator kuning dan hijau.
- Step 22. Cek apakah suhu susu tidak sama dengan 72°C? Jika ya, lompat ke langkah 24.
- Step 23. Hidupkan pengaduk, matikan pemanas dan pendingin serta nyalakan led indikator kuning.
- Step 24. Hitung waktu proses pasteurisasi susu.
- Step 25. Cek, apakah waktu belum 15 detik? Jika ya, lompat ke step 15.
- Step 26. Matikan timer pewaktu proses pasteurisasi.
- Step 27. Cek, apakah tombol stop ditekan? Jika ya, lompat ke step 32.
- Step 28. Tampilkan suhu susu.
- Step 29. Hidupkan pendingin, pengaduk, matikan pemanas serta nyalakan led indikator kuning dan hijau.
- Step 30. Ambil data suhu susu dan konversi.
- Step 31. Cek, apakah suhu belum 40°C? Jika ya, lompat ke step 27.
- Step 32. Matikan pengaduk, pendingin, pemanas serta matikan led indikator.
- Step 33. Tampilkan proses pasturisasi bahwa sudah selesai.
- Step 34. Return subrutin.

2). FlowChart



Gambar 3.15. Flowchart Subroutin Metode HTST

3). Program

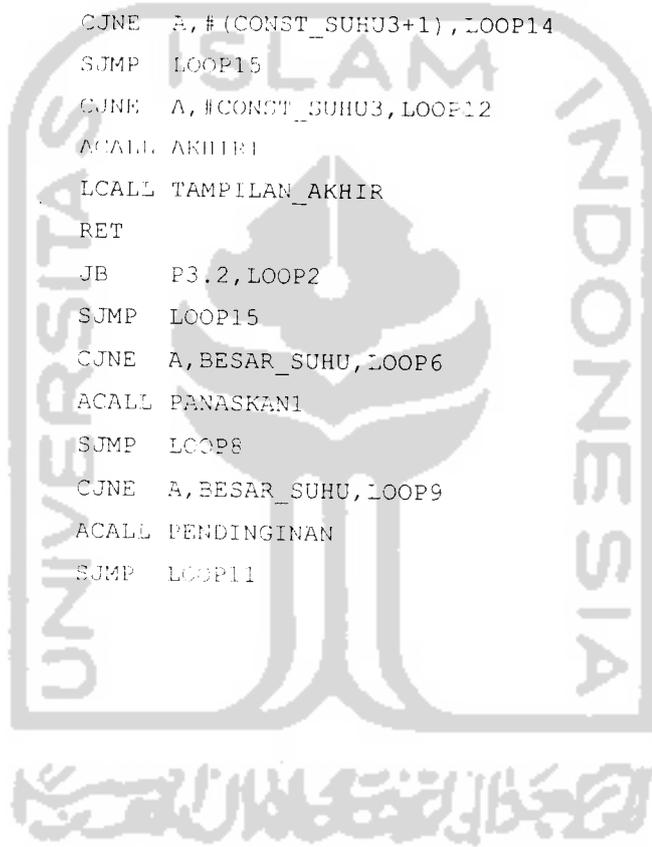
```

METODE_HTST:
    ACALL INISIALI_LCD2
    ACALL CEK_SUHU
CEK:      JNB    P3.2, LOOP2
    LCALL TAMPILAN_PROSES
    ACALL PANASKAN
    ACALL CEK_SUHU
    CJNE  A, # (CONST_SUHU4+2), CEK1
    SJMP  LOOP
CEK1:    CJNE  A, # (CONST_SUHU4+1), CEK2
    SJMP  LOOP
CEK2:    CJNE  A, # (CONST_SUHU4), CEK
LOOP:    JNB    P3.2, LOOP2
    LCALL TAMPILAN_PROSES
    ACALL PANASKAN1
    ACALL CEK_SUHU
    CJNE  A, # (CONST_SUHU2-2), LOOP1
    SJMP  LOOP4
LOOP1:   CJNE  A, # (CONST_SUHU2-1), LOOP3
    SJMP  LOOP4
LOOP3:   CJNE  A, #CONST_SUHU2, LOOP
LOOP4:   ACALL AKTIFRAN_PEWAKTU
LOOP5:   JNB    P3.2, LOOP2
    ACALL KONVERSI_WAKTU
    LCALL TAMPILAN_PROSES
    ACALL CEK_SUHU
    MOV   BESAR_SUHU, #CONST_SUHU2
    MOV   PENGURANG, #20D
LOOP6:   DEC   BESAR_SUHU
    DJNZ  PENGURANG, LOOP7
LOOP8:   MOV   BESAR_SUHU, #CONST_SUHU2
    MOV   PENGURANG, #20D
LOOP9:   INC   BESAR_SUHU
    DJNZ  PENGURANG, LOOP10
LOOP11:  CJNE  A, #CONST_SUHU2, WAKTU2
    ACALL STANBY
  
```

```

WAKTU2:    MOV    A, DETIK
           CJNE  A, #16D, LOOP5
           ACALL KONVERSI_WAKTU
           ACALL MATIKAN_PEWAKTU
LOOP12:    LCALL TAMPILAN_PROSES
           ACALL PENDINGINAN
           ACALL CEK_SUHU
           CJNE  A, #(CONST_SUHU3+2), LOOP13
           SJMP  LOOP15
LOOP13:    CJNE  A, #(CONST_SUHU3+1), LOOP14
           SJMP  LOOP15
LOOP14:    CJNE  A, #CONST_SUHU3, LOOP12
LOOP15:    ACALL AKHIR1
           LCALL TAMPILAN_AKHIR
           RET
LOOP2:    JB    P3.2, LOOP2
           SJMP  LOOP15
LOOP7:    CJNE  A, BESAR_SUHU, LOOP6
           ACALL PANASKAN1
           SJMP  LOOP8
LOOP10:   CJNE  A, BESAR_SUHU, LOOP9
           ACALL PENDINGINAN
           SJMP  LOOP11

```



d. Subroutin Metode LTLT

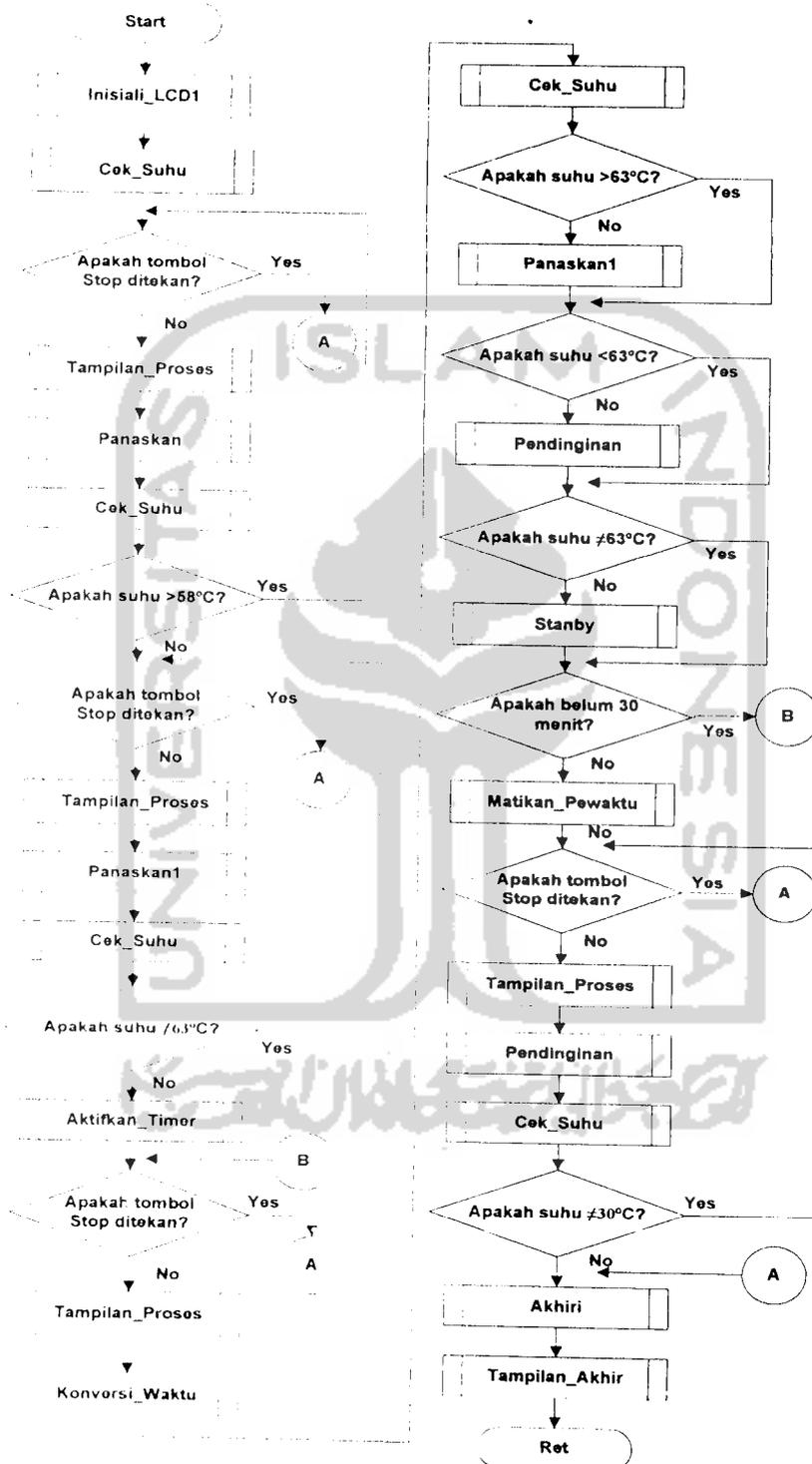
Proses pasteurisasi menggunakan metode HTST adalah dikendalikan menggunakan program pada subroutin METODE_HTST. Program ini akan melakukan proses pasteurisasi dengan memanaskan susu hingga temperatur suhu 63°C dan mempertahankan temperatur suhu tersebut selama 30 menit.

1). Algoritma:

- Step 1. Start.
- Step 2. Inisiali tampilan LCD untuk tampilan proses pasteurisasi.
- Step 3. Ambil data suhu susu dan konversi.
- Step 4. Cek, apakah tombol stop (P3.2 = 1) tidak ditekan? Jika ya, lompat ke step 32.
- Step 5. Tampilkan suhu susu.
- Step 6. Panaskan air susu dan nyalakan led indikator merah.
- Step 7. Ambil data suhu susu dan konversi.
- Step 8. Cek, apakah suhu susu belum 53 °C? Jika ya, lompat ke step 4.
- Step 9. Cek, apakah tombol stop (P3.2 = 1) tidak ditekan? Jika ya, lompat ke step 32.
- Step 10. Tampilkan suhu susu.
- Step 11. Hidupkan pemanas, pengaduk serta nyalakan led indikator merah dan kuning.
- Step 12. Ambil data suhu susu dan konversi.
- Step 13. Cek, apakah suhu susu belum 63 °C? Jika ya, lompat ke step 9.
- Step 14. Aktifkan timer pewaktu proses mempertahankan suhu susu.
- Step 15. Cek, apakah tombol stop ditekan? Jika ya, lompat ke step 32.
- Step 16. Tampilkan suhu dan waktu proses pasteurisasi.
- Step 17. Ambil data suhu susu dan konversi.
- Step 18. Cek, apakah suhu susu lebih besar dari 63°C? Jika ya, lompat ke step 20.

- Step 19. Hidupkan pemanas, pengaduk, matikan pendingin serta nyalakan led indikator merah dan kuning.
- Step 20. Cek, apakah suhu lebih kecil dari 63°C? Jika ya, lompat ke langkah 22.
- Step 21. Hidupkan pendingin, pengaduk, matikan pemanas serta nyalakan led indikator kuning dan hijau.
- Step 22. Cek apakah suhu susu tidak sama dengan 63°C? Jika ya, lompat ke langkah 24.
- Step 23. Hidupkan pengaduk, matikan pemanas dan pendingin serta nyalakan led indikator kuning.
- Step 24. Hitung waktu proses pasteurisasi susu.
- Step 25. Cek, apakah waktu belum 30 menit? Jika ya, lompat ke step 15.
- Step 26. Matikan timer pewaktu proses pasteurisasi.
- Step 27. Cek, apakah tombol stop ditekan? Jika ya, lompat ke step 32.
- Step 28. Tampilkan suhu susu.
- Step 29. Hidupkan pendingin, pengaduk, matikan pemanas serta nyalakan led indikator kuning dan hijau.
- Step 30. Ambil data suhu susu dan konversi.
- Step 31. Cek, apakah suhu belum 40°C? Jika ya, lompat ke step 27.
- Step 32. Matikan pengaduk, pendingin, pemanas serta matikan led indikator.
- Step 33. Tampilkan proses pasturisasi bahwa sudah selesai.
- Step 34. Return subrutin.

2). Flowchart



Gambar 3.16. Flowchart Subroutin Metode_LTLT

3). Program

METODE_LTLT:

```

        ACALL    INISIALI_LCD2
        ACALL    CEK_SUHU
CEK3:   JNB     P3.2, CEKS2
        LCALL   TAMPILAN_PROSES
        ACALL   PANASKAN
        ACALL   CEK_SUHU
        CJNE   A, # (CONST_SUHU5+2), CEK4
        SJMP   CEKS
CEK4:   CJNE   A, # (CONST_SUHU5+1), CEK5
        SJMP   CEKS
CEK5:   CJNE   A, # (CONST_SUHU5), CEK3
CEKS:
        JNB     P3.2, CEKS2
        LCALL   TAMPILAN_PROSES
        ACALL   PANASKAN1
        ACALL   CEK_SUHU
        CJNE   A, # (CONST_SUHU1+2), CEKS1
        SJMP   CEKS4
CEKS1:  CJNE   A, # (CONST_SUHU1+1), CEKS3
        SJMP   CEKS4
CEKS3:  CJNE   A, #CONST_SUHU1, CEKS
CEKS4:  ACALL   AKTIFKAN_PEWAKTU
CEKS5:  JNB     P3.2, CEKS2
        ACALL   KONVERSI_WAKTU
        LCALL   TAMPILAN_PROSES
        ACALL   CEK_SUHU
        MOV    BESAR_SUHU, #CONST_SUHU1
        MOV    PENGURANG, #R0D
CEKS6:  DEC    BESAR_SUHU
        DJNZ   PENGURANG, CEKS7
CEKS7:  MOV    BESAR_SUHU, #CONST_SUHU1
        MOV    PENGURANG, #R0D
CEKS8:  INC    BESAR_SUHU
        DJNZ   PENGURANG, CEKS10
CEKS11: CJNE   A, #CONST_SUHU1, WAKTU1

```

```

ACALL STANBY
WAKTU1:
MOV A, DETIK
CJNE A, #60D, CEKS5
MOV DETIK, #00H
INC MENIT
MOV A, MENIT
CJNE A, #30D, CEKS5
ACALL KONVERSI_WAKTU
ACALL MATIKAN_PEWAKTU
CEKS12: LCALL TAMPILAN_PROSES
ACALL PENDINGINAN
ACALL CEK_SUHU
CJNE A, #(CONST_SUHU3+2), CEKS13
SIMP CEKS15
CEKS13: CJNE A, #(CONST_SUHU3+1), CEKS14
SIMP CEKS15
CEKS14: CJNE A, #CONST_SUHU3, CEKS12
CEKS15: ACALL AKHIRI
LCALL TAMPILAN_AKHIR
RET
CEKS2: JB P3.2, CEKS2
SIMP CEKS15
CEKS7: CJNE A, BESAR_SUHU, CEKS6
ACALL PANASKAN1
SIMP CEKS8
CEKS10: CJNE A, BESAR_SUHU, CEKS9
ACALL PENDINGINAN
SIMP CEKS11

```



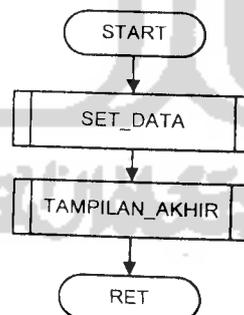
e. Subroutin Set_Akhir

Subroutin Set_Akhir ini digunakan untuk mengeset data akhir *port* mikrokontroler, data membuat isi register untuk menampilkan suhu dan waktu yang terdapat pada subroutin Set_Data menjadi nol. Subroutin ini juga untuk menampilkan tulisan tampilan akhir pada layar LCD yang terdapat pada subroutin Tampilan_Akhir. Sehingga posisi akhir alat tidak terjadi proses pasteurisasi susu dan hanya ada tampilan akhir pada layar LCD.

1). Algoritma

- | | |
|---------|--|
| Step 1. | Start |
| Step 2. | Lakukan set data <i>port</i> dan register untuk mengakhiri proses pasteurisasi |
| Step 3. | Lakukan tampilan akhir |
| Step 4. | Return subroutin |

2). Flow Chart



Gambar 3.17. Flowchart Subroutin Set_Akhir

3). Program

```

SET_AKHIR:
    ACALL SET_DATA
    LCALL TAMPILAN_AKHIR
    RET
  
```

BAB IV PENGAMATAN DAN ANALISA

Pengamatan dilakukan untuk menguji hasil perancangan dan implementasi alat, sehingga dapat diketahui sejauh mana alat dapat bekerja. Dengan mendapatkan parameter hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan rangkaian secara keseluruhan dan cara kerja alat dapat diketahui.

4.1. Hasil Pengujian Rangkaian Tombol

Pengujian rangkaian tombol bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian tombol yang digunakan bekerja dengan baik. Pengujian rangkaian tombol dilakukan dengan menggunakan multimeter, probe 1 dihubungkan dengan kaki tombol yang terhubung *ground* dan probe 2 dihubungkan dengan kaki mikrokontroler yang terhubung dengan kaki tombol. Setelah itu tombol ditekan kemudian mengamati respon keluarannya menggunakan resistansi x1 yang terdapat pada multimeter yang ditunjukkan pada gerakan jarum ke kanan dan led indikator pada multimeter menyala. Dari hasil pengujian, maka diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 4.1. Hasil pengujian rangkaian tombol

Posisi probe		Tombol yang ditekan	Kondisi buzzer sesudah penekanan switch
P3.0	Ground	Mode1	Aktif
P3.1	Ground	Mode2	Aktif
P3.2	Ground	Stop	Aktif

Jumlah tombol yang digunakan sebanyak 4 buah dengan cara menghubungkan pin mikrokontroler dengan ground, kecuali tombol reset. Artinya tombol akan memberikan input logika 0 ketika tombol ditekan. Pemberian logika 0 ini dikarenakan keluaran *port* mikrokontroler berlogika 1 karena adanya resistor *pull up* pada internal mikrokontroler AT89S51. Sehingga untuk memberikan input diberi logika 0.

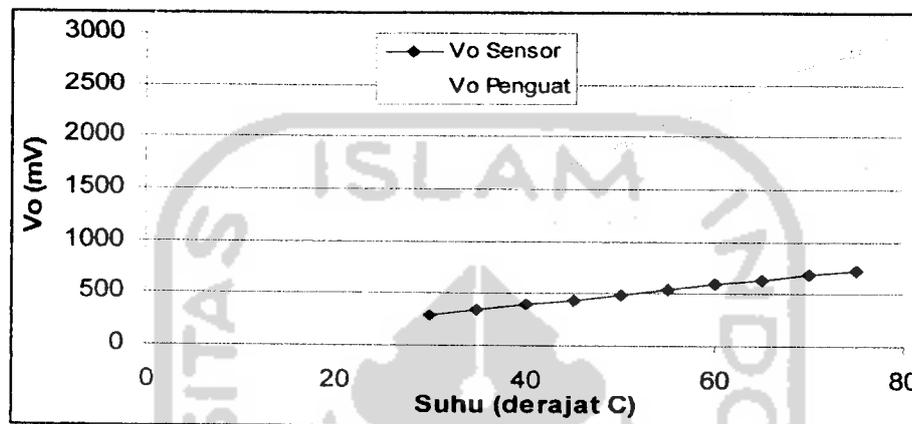
4.2. Hasil Pengujian Sensor Suhu dan Penguat *Non Inverting*

Pengujian rangkaian sensor suhu ini bertujuan untuk mengetahui tingkat linieritas dari sensor terhadap perubahan suhu. Pengujian dilakukan dengan memanaskan air, dan meletakkan sensor untuk mendeteksi suhu pada air tersebut. Kemudian dilihat kelinieran perubahan tegangan outputnya terhadap perubahan suhu air yang diukur dengan termometer, serta setelah penguatannya pada rangkaian *non inverting* menggunakan voltmeter.

Tabel Hasil 4.2. Pengujian sensor dan rangkaian penguat *non inverting*

No	Suhu Termometer (°C)	Vout Sensor (VDC)	Vout Penguat (Volt)	Penguatan
1	30	0,30	1,14	3,8
2	35	0,35	1,34	3,83
3	40	0,40	1,53	3,83
4	45	0,45	1,72	3,8
5	50	0,50	1,91	3,8
6	55	0,55	2,10	3,8
7	60	0,60	2,29	3,82
8	65	0,65	2,48	3,82
9	70	0,70	2,67	3,8
10	75	0,75	2,87	3,8

Dari hasil percobaan berdasarkan tabel 5 maka dapat diperoleh grafik karakteristik sensor LM35D dan kestabilan penguat *non inverting* op-am CA3140A sebagai berikut:



Gambar 4.1. Grafik karakteristik sensor LM35D dan Kestabilan Penguat *Non Inverting* Op-Am CA3140A

Dari Gambar diatas, maka didapatkan hasil yang mendekati linier pada daerah *range* suhu yang diinginkan, oleh karena itu IC sensor suhu LM 35 dapat digunakan sebagai sensor suhu pada alat yang dibuat untuk tugas akhir ini dengan catatan harus tepat dalam penempatan posisi sensor. Sedangkan untuk rangkaian penguat *non inverting* Op-Am CA3140A pada alat tugas akhir ini, dengan penguatan 3,9 kali maka dapat memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Tegangan referensi yang terukur adalah sebesar 4,9 sedangkan pada perhitungan sebesar 5V. Maka terjadi perbedaan antara penguatan terukur dengan penguatan pada perhitungan, dengan memperhatikan ketepatan/ketelitian dalam pengesetan penguatan. Besarnya penguatan adalah tegangan output (V_o) dibagi dengan tegangan input (V_i).

4.3. Hasil Pengujian Sistem Minimum dan LED Indikator

Pengujian sistem minimum dan LED indikator dilakukan dengan memberikan program penyalan led berkedip pada led inkator merah, kuning dan hijau secara bersamaan. Program yang digunakan adalah sebagai berikut:

```

start:
    mov     p3,#0fh
    acall  delay
    mov     p3,#0ffh
    sjmp   start
delay:  mov     r0,#40h
delay1: mov     r5,#50h
        sjnz   r5,$
        sjnz   r0,delay1
        ret
end

```

Tabel Hasil 4.3. Pengujian rangkaian sistem minimum dan LED indikator

No	Input Control			LED indikator					
	P3.7	P3.4	P3.3	Merah		Kuning		Hijau	
				Kondisi	I_L	Kondisi	I_L	Kondisi	I_L
1	1	1	1	Hidup	130mA	Hidup	130mA	Hidup	130mA
2	0	0	0	Mati	0mA	Mati	0mA	Mati	0mA

Rangkaian osilator pada sistem ini digunakan oleh mikrokontroler sebagai sinyal denyut (*clock*). Frekuensi *clock* inilah yang menentukan kecepatan eksekusi yang akan dijalankan. Frekuensi *clock* maksimum yang diperbolehkan adalah 33MHz. Dalam perancangan ini, periode siklus mesin yang diinginkan adalah 1 μ s. Hal ini karena untuk memudahkan perhitungan pemanfaatan *timer* pada mikrokontroler untuk keperluan sistem pewaktu pada alat ini. Dengan

menggunakan 2 buah kapasitor 30 pF dan sebuah XTAL, maka besarnya frekuensi XTAL (f) yang diperlukan yaitu:

$$\begin{aligned}
 f &= 12.1/t & (4.1) \\
 &= 12/.10^{-6} \text{ s} \\
 &= 12\text{MHz.}
 \end{aligned}$$

4.4. Hasil Pengujian Rangkaian ADC0804

Dengan menghubungkan sinyal pengendali ADC0804 antara lain WR*, RD* dan sinyal INTR* dengan mikrokontroler, maka untuk melihat hasil konversi ADC perlu diaktifkan melalui mikrokontroler. Dari hasil pengujian, maka diperoleh hasil keluaran ADC sebagai berikut.

Tabel Hasil 4.4. Pengujian rangkaian ADC0804

No	Vi (VDC)	Vo (Hex)	Vout ADC (Biner)							
			D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	1.14	3C	0	0	1	1	1	1	0	0
2	1.34	23	0	0	1	0	0	0	1	1
3	1.53	28	0	0	1	0	1	0	0	0
4	1.72	2D	0	0	1	0	1	1	0	1
5	1.91	32	0	0	1	1	0	0	1	0
6	2.10	37	0	0	1	1	0	1	1	1
7	2.29	3C	0	0	1	1	1	1	0	0
8	2.48	41	0	1	0	0	0	0	0	1
9	2.67	46	0	1	0	0	0	1	1	0
10	2.87	4B	0	1	0	0	1	0	1	1

ADC0804 mempunyai lebar data 8-bit maka format data maksimal adalah 256 (0FFH). Rangkaian ADC0804 mempunyai tegangan referensi pada pin 9

sebesar 4,9V berdasarkan pada hasil pengukuran. Tegangan tersebut sebagai acuan dalam konversi bit/volt, sehingga dengan tegangan referensi 4,9 V maka setiap tegangan masukannya diwakilkan oleh perhitungan tegangan ke dalam data biner sebagai berikut.

Bila diketahui V_i masukan ADC ketika suhu 30°C sebesar 1100mV dan V_{reff} ADC sebesar 4,9 V dengan lebar data 256 bit, maka dengan menggunakan persamaan 2.12. maka besarnya bit/volt output ADC adalah:

$$\frac{V_{in}}{V_{reff}} \times 256 = \dots \text{Bit / Volt}$$

$$\frac{1,15 \cdot 10^{-3}}{4,9 \cdot 10^{-3}} \times 256 = 60 \text{ Bit / Volt}$$

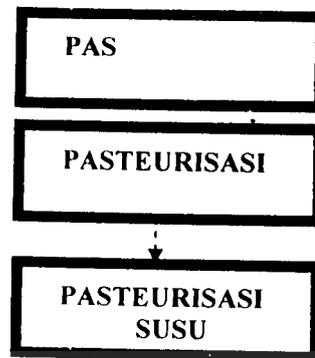
(4.2)



Maka keluaran data ADC 0804 adalah 60Bit/Volt (desimal) jika di konversi ke Hexa desimal akan menjadi 3CH (00111100B) pada pin 11-18. Data inilah yang digunakan oleh mikrokontroler untuk menandai bahwa suhu yang terdeteksi sebesar 30°C .

4.5. Hasil Pengujian Rangkaian LCD

Pengujian rangkaian ini dilakukan dengan memberikan program sederhana untuk tampilan geser kiri. Sehingga dengan program pengujian ini, maka pada layar LCD akan memunculkan tulisan PASTEURISASI SUSU yang bergeser ke kiri secara berulang. Hasil pengujian program penyalaan geser kiri diatas, terlihat seperti tampilan sebagai berikut:



Gambar 4.2. Tampilan program tulisan geser kiri

4.6. Hasil Pengujian Rangkaian Pemanas

Pengujian rangkaian ini bertujuan untuk mengetahui fungsi rangkaian pemanas, pengaduk dan pendingin sebagai saklar berfungsi yang baik. Pengujian dilakukan dengan memberikan logika 1 pada input rangkaian (kaki *basis* transistor) untuk mengaktifkan rangkaian, dan logika 0 untuk mematikannya. Kemudian dilihat kondisi arus pada kaki *basis*, dan *colector* transistor untuk mengetahui kondisi transistor sebagai saklar pada saat *on* (saturasi) dan *off* (*cut-off*).

Tabel 4.5. Pengujian Rangkaian Pemanas

Titik Pengukuran	Saturasi	Cut-Off
I_C	31mA	0,7V
I_B	0,35mA	0V
V_{BB}	4,9V	0V
V_{CE}	0,1V	4,9V

Berdasarkan hasil diatas, maka perhitungan adalah sebagai berikut:

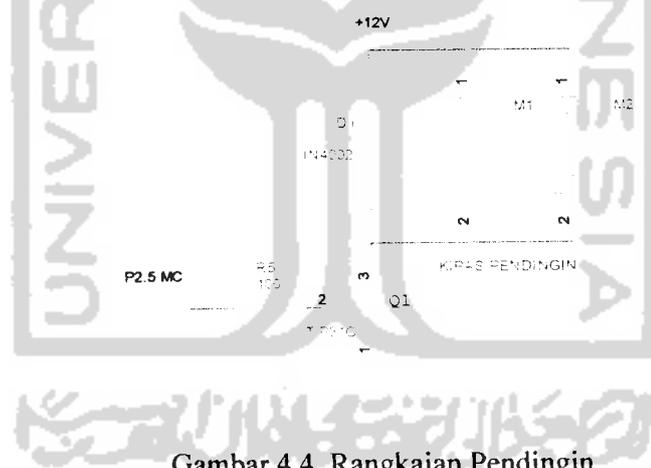
4.7. Hasil Pengujian Rangkaian Pendingin

Sama halnya seperti rangkaian pemanas, untuk menguji rangkaian ini maka diberi logika 1 mengaktifkannya (saturasi) dan logika 0 untuk mematikan (cut-off). Dari hasil pengujian diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.6. Pengujian Rangkaian pendingin

Titik Pengukuran	Saturasi	Cut-Off
I_C	0,98A	0,7mA
I_B	41mA	0
V_{BB}	4,9V	0
V_{CE}	0,7mV	4,9V

Berdasarkan hasil diatas, maka perhitungan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.4. Rangkaian Pendingin

Besarnya arus collector untuk mengaktifkan 2 kipas adalah sebesar 2 kali besar arus untuk masing-masing kipas. Sehingga besarnya arus collector (I_c) berdasarkan persamaan 2.6 adalah:

$$I_c = 2 \cdot 0,5\text{mA} = 1\text{A}.$$

$$I_c = 2.0,5\text{mA} = 1\text{A}.$$

Transistor yang digunakan adalah jenis TIP31C dengan $h_{fe} = 30$. Sehingga besarnya arus basis yang dibutuhkan agar transistor dalam kondisi saturasi adalah sesuai dengan persamaan 2.8 besarnya $I_b \cdot h_{fe} > I_c$. Sehingga:

$$I_b > I_c / h_{fe} = 1\text{A} / 30$$

$$I_b > 33,4 \text{ mA} \approx 40\text{mA}$$

Sehingga besarnya R_{bb} atau R_5 sesuai dengan persamaan 2.7 adalah:

$$R_6 = (V_{bb} - V_{be}) / I_b = (5 - 0,7) / 40\text{mA} = 107,5\Omega \approx 100\Omega$$

Sedangkan ketika kondisi cut-off, maka mikrokontroler mengeluarkan logika 0 atau $V_{bb} = 0$ sehingga besarnya $I_b = 0$ dan $I_c = 0$. Yang berarti dalam kondisi ini relay tidak aktif

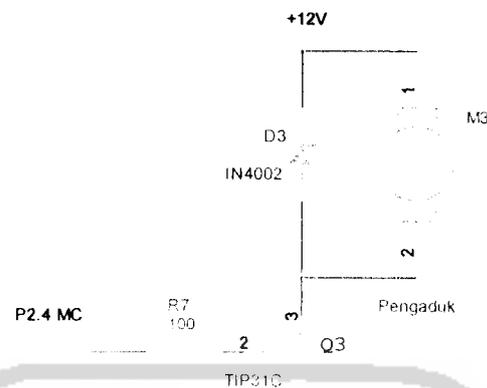
4.8. Hasil Pengujian Rangkaian Pengaduk

Untuk menguji rangkaian ini maka diberi logika 1 mengaktifkannya (saturasi) dan logika 0 untuk mematikan (cut-off). Dari hasil pengujian diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.7. Pengujian Rangkaian pendingin

Titik Pengukuran	Saturasi	Cut-Off
I_c	1,2A	0,7mA
I_B	41mA	0
V_{BB}	4,9V	0
V_{CE}	0,7mV	4,9V

Berdasarkan hasil diatas, maka perhitungan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.5. Rangkaian Pengaduk

Besarnya arus collector untuk mengaktifkan pengaduk dengan beban air susu adalah sebesar 1A. Transistor yang digunakan adalah jenis TIP31C dengan $h_{fe} = 30$. Sehingga besarnya arus basis yang dibutuhkan agar transistor dalam kondisi saturasi adalah sesuai dengan persamaan 2.8 besarnya $I_b \cdot h_{fe} > I_c$. Sehingga:

$$I_b > I_c / h_{fe} = 1A / 30$$

$$I_b > 33,4 \text{ mA} \approx 40 \text{ mA}$$

Sehingga besarnya R_{bb} atau R_7 sesuai dengan persamaan 2.7 adalah:

$$R_6 = (V_{bb} - V_{be}) / I_b = (5 - 0,7) / 40 \text{ mA} = 107,5 \Omega \approx 100 \Omega$$

Sedangkan ketika kondisi cut-off, maka mikrokontroler mengeluarkan logika 0 atau $V_{bb} = 0$ sehingga besarnya $I_b = 0$ dan $I_c = 0$. Yang berarti dalam kondisi ini relay tidak aktif.

4.9. Hasil Pengujian Sistem Pewaktu

Dari hasil percobaan dengan membandingkan timer yang digunakan pada alat ini dengan stopwatch, maka diperoleh data perbandingan seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.8. Perbandingan waktu Stopwatch dengan *timer* Pasteurizer Susu

NO	STOP WATCH (Detik)	TIMER PASTEURIZER SUSU (Detik)	Δt (detik)	PROSENTASE KESALAHAN (%)
1	15	15	0	0
2	30	30	0	0
3	45	45	0	0
4	60	60	0	0
5	300	300	0	0
6	600	600	0	0
7	900	900	0	0
8	1200	1200	0	0
9	1500	1500	0	0
10	1800	1800	0	0

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap Pasteurizer susu berbasis mikrokontroler AT89S51, maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. “Pasteurizer Susu Berbasis Mikrontroler AT89S51”, yang dibangun dari perangkat keras (*hardware*) rangkaian catu daya, sistem minimum mikrokontroler AT89S51, rangkaian penampil LCD, rangkaian sensor suhu LM35D, rangkaian penguat *non inverting* op-am CA3140A, rangkaian ADC 0804, rangkaian tombol, rangkaian led indikator, dan rangkaian penggerak relay untuk pemanas (*heater*), pengaduk (motor DC +12V) serta pendingin (kipas +12V) sudah dapat bekerja sebagai sistem yang dapat melakukan proses pasteurisasi susu seperti yang diharapkan.
2. Perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam sistem ini adalah bahasa *assembly* mikrokontroler AT89S51. Perangkat lunak yang digunakan terdiri dari program utama yang terbagi menjadi subroutin Set_Awal, subroutin Metode_LTLT, subroutin Metode_HTST, subroutin Set_akhir. Secara keseluruhan *software* ini sudah dapat bekerja dalam mengontrol proses pasteurisasi susu secara otomatis.
3. Kerja “Pasteurizer Susu Berbasis Mikrontroler AT89S51”, secara keseluruhan sudah sesuai dengan fungsi yang ditetapkan, yaitu Mode 1 dapat bekerja

menjalankan proses pasteurisasi susu metode LTLT (*Low Temperatur Long Time*) dan Mode 2 untuk pasteurisasi metode HTST (*High Temperatur Short Time*).

4. Berdasarkan hasil test laboratorium, maka susu yang telah dipasteurisasi masih terdapat sejumlah bakteri yang disebabkan karena udara yang berasal dari luar masuk kedalam tempat/bejana pasteurizer dan faktor sterilisasi dari alat masih kurang.

5.2. Saran

Karena keterbatasan kemampuan dan waktu, penyusun mengakui terdapat kekurangan dalam alat yang dibuat ini, maka penyusun menyarankan:

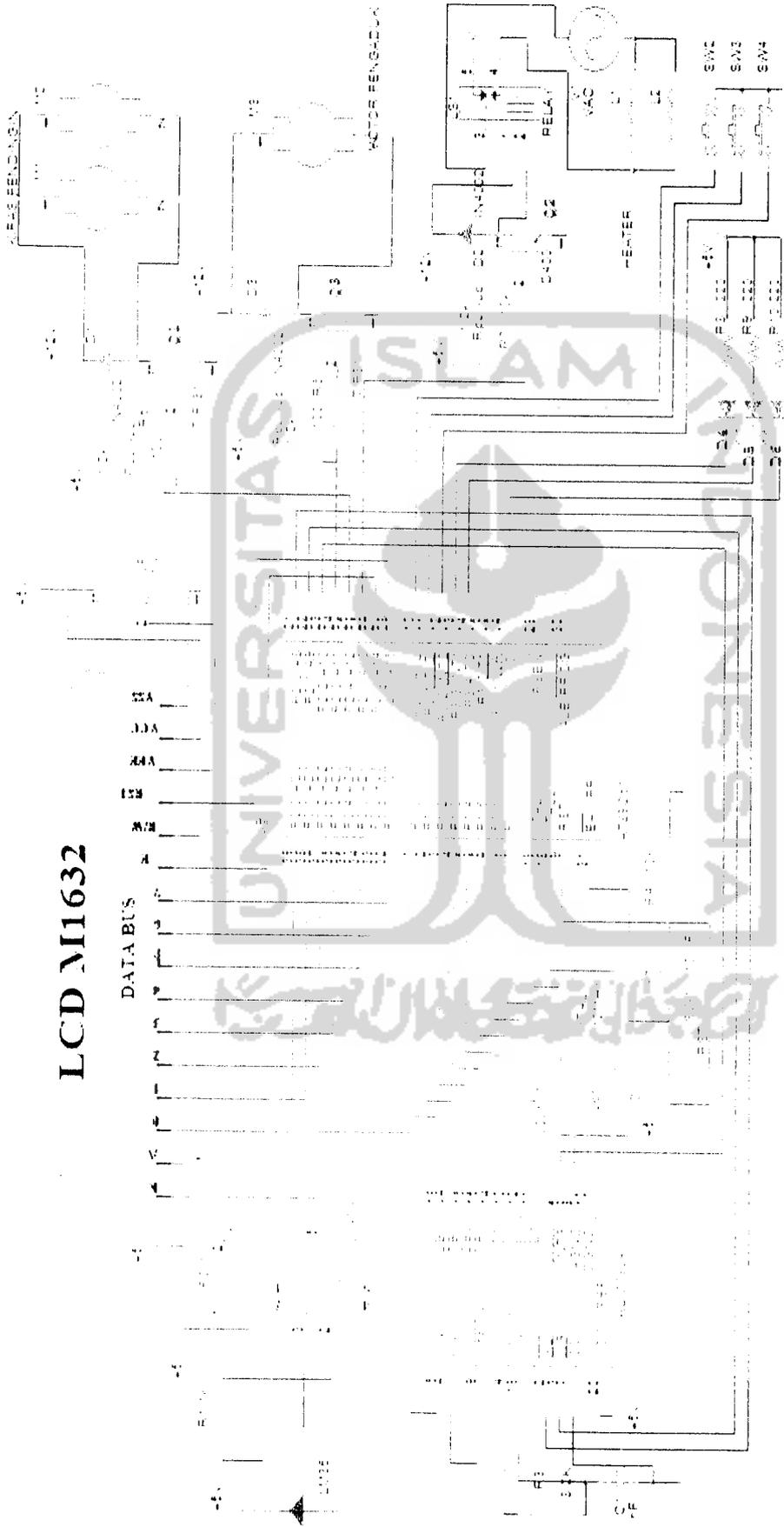
1. Alat yang telah dibuat ini masih dalam bentuk embrio sehingga perlu pengembangan lebih lanjut untuk dapat digunakan sebagaimana yang sesungguhnya.
2. Dalam perancangan perangkat mekanisnya (pemanas, tempat susu, pengaduk dan pendingin) akan lebih baik bila dikerjakan oleh yang ahli (misal dari teknik mesin) dan disesuaikan dengan sistem perangkat mekanis yang sesuai.
3. Kesalahan yang terjadi pada pembacaan suhu yang dilakukan oleh alat ukur suhu yang dibuat oleh perancang dapat disebabkan oleh beberapa hal diantaranya: ketidak linieran dari sensor suhu IC LM 35, oleh karena itu sensor suhu yang dipakai bisa lebih baik menggunakan sensor suhu khusus untuk cairan atau juga tidak stabilnya penguat op-am CA3140A yang mempengaruhi besarnya penguatan.
4. Desain wadah/bejana tempat pasteurisasi menggunakan tungku yang terbuat dari besi, pendinginannya menggunakan air serta tidak menggunakan udara dari luar dan alat harus steril sebelum melakukan proses pasteurisasi susu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Coughlin F. Robert & Driscoll F. Frederic. 1985. "*Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier*". Erlangga: Jakarta.
- [2]. Malvino. 2003. "*Prinsip-Prinsip Elektronika*". Salemba Teknika: Jakarta.
- [3]. Munir Nyanyang. 2004. "*Proses dan Kontrol Kualitas Susu Pasteurisasi di Gabungan Koperasi Susu Indonesia "Alam Murni" Ujung Berung Bandung*". Laporan Praktek Kerja Lapangan Fakultas Peternakan UGM: Yogyakarta
- [5]. Putra Eko Agfianto. 2002. "*Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55*". Gava Media: Yogyakarta.
- [6]. Shiddieqy Ikhsan M. "*Bakteri Menyebabkan Keracunan Susu*". <http://PikiranRakyat.com> . 24 Maret 2006.

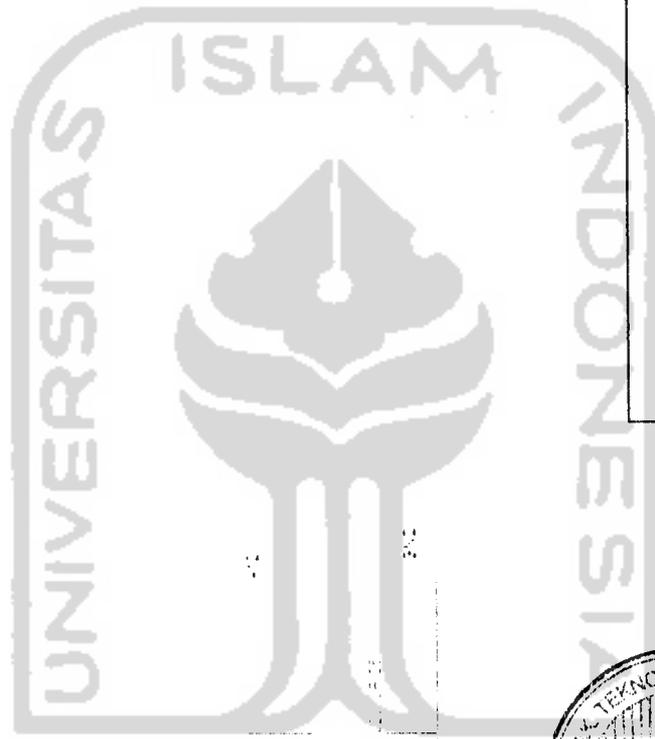


LCD M1632



NO	520131-0001-001-001
DA	2013/12/10
PA	0001/0001/0001/0001/0001

UNIVERSITAS



وَمَا كُنَّا بِمُعْجِزِينَ لَكَ مِنْ شَيْءٍ
وَمَا كُنَّا بِمُعْجِزِينَ لَكَ مِنْ شَيْءٍ



No		Revisi	
Seri		Date	
A		15/01/2024	
Dibuat		Eks	

1. Program Pasteurisasi Susu

```

=====
;=          PROGRAM PATEURISASI SUSU          =
;=
=====
LCD_RS      BIT P2.7
LCD_E       BIT P2.6
PEMANAS     BIT P3.6
PENDINGIN   BIT P3.3
PENGADUK    BIT P3.4
INTADC      BIT P3.2
READADC     BIT P3.1
WRITEADC    BIT P3.0
LED_MERAH  BIT P2.3
LED_KUNING  BIT P2.5
LED_HIJAU   BIT P2.4
MODE2       BIT P2.2
MODE1       BIT P2.1
STOP        BIT P2.0
MENIT1      EQU 21H
MENIT2      EQU 22H
DETIK1      EQU 23H
DETIK2      EQU 24H
DETIK       EQU 25H
MENIT       EQU 26H
PSUHU       EQU 27H
SSUHU       EQU 28H
KSUHU       EQU 29H
CSUHU       EQU 30H
PENGURANG   EQU 31H
BESAR_SUHU  EQU 32H
XALI        EQU 33H
RSUHU       EQU 34H
CONST_SUHU1 EQU 7EH
CONST_SUHU2 EQU 90H
CONST_SUHU3 EQU 6AH
CONST_SUHU4 EQU 7CH
CONST_SUHU5 EQU 46H

ORG 00H
LJMP START
ORG 000BH
CPL P3.5 ;PEMBANGKITAN PULSA 2000KHZ
RETI
ORG 001BH
SJMP TIME
=====
;=          PROGRAM PEWAKTU          =
;=
=====
TIME: INC DETIK ;PEWAKTU 1 DETIK
      MOV TH1,#HIGH TIM1
      MOV TL1,#LOW TIM1
      RETI
AKTIFKAN_PEWAKTU:
      MOV TMOD,#052H ;SET MODE
      MOV TH1,#HIGH -2000
      MOV TL1,#LOW -2000
      MOV TH0,#-250
      SETB ET0
      SETB ET1
      SETB EA
      SETB TR0
      SETB TR1
      RET
MATIKAN_PEWAKTU:
      MOV TCON,#00H
      RET
KONVERSI_WAKTU:
      MOV A,DETIK
      MOV B,#0AH

```

```

DIV    AB
MOV    DETIK1,A
MOV    DETIK2,B
MOV    A,MENIT
MOV    B,#0AH
DIV    AB
MOV    MENIT1,A
MOV    MENIT2,B
RET

```

```

;=====
;=          PROGRAM PENGESETAN_DATA          =
;=====

```

```

SET_AWAL:
    ACALL SET_DATA
    LCALL TAMPILAN_AWAL
    RET

```

```

SET_AKHIR:
    ACALL SET_DATA
    LCALL TAMPILAN_AKHIR
    RET

```

```

SET_DATA:
    MOV    P0,#0FFH
    MOV    P1,#0FFH
    MOV    P2,#0FFH
    MOV    P3,#0FFH
    MOV    P3,#0A7H
    MOV    DETIK2,#00H
    MOV    DETIK1,#00H
    MOV    MENIT2,#00H
    MOV    MENIT1,#00H
    MOV    DETIK,#00H
    MOV    MENIT,#00H
    MOV    CSUHU,#00H
    MOV    PSUHU,#00H
    MOV    SSUHU,#00H
    MOV    KSUHU,#00H
    MOV    RSURU,#00H
    RET

```

```

;=====
;=          PROGRAM TAMPILAN LCD            =
;=====

```

```

INISIALI_LCD1:
    MOV    A,#03FH
    ACALL WRITE_INST
    ACALL WRITE_INST
    MOV    A,#08H
    ACALL WRITE_INST
    MOV    A,#01H
    ACALL WRITE_INST
    MOV    A,#06H
    ACALL WRITE_INST
    MOV    A,#0CH
    ACALL WRITE_INST
    RET

```

```

INISIALI_LCD2:
    MOV    A,#03FH
    ACALL WRITE_INST
    ACALL WRITE_INST
    MOV    A,#08H
    ACALL WRITE_INST
    MOV    A,#0CH
    ACALL WRITE_INST
    RET

```

```

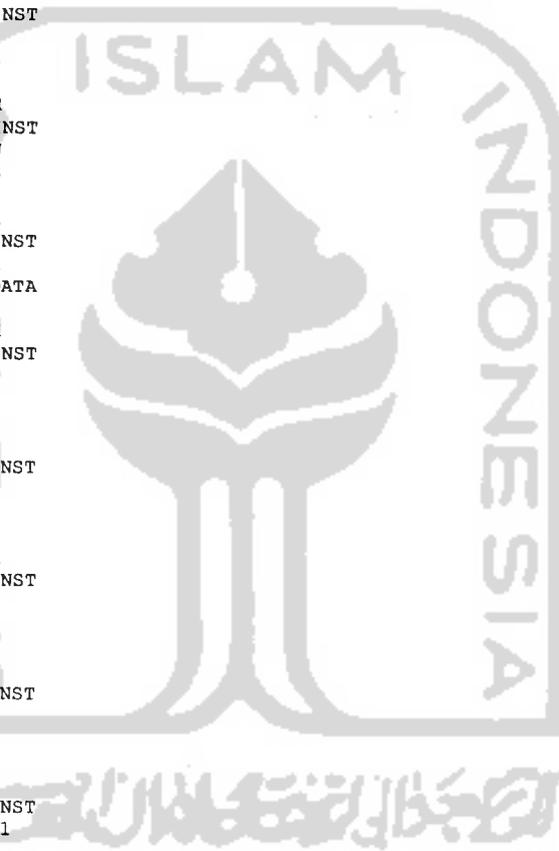
WRITE_INST:
    CLR    LCD_E
    CLR    LCD_RS
    MOV    P0,A ;INTRUKSI KE LCD
    SETB   LCD_E
    CLR    LCD_E
    ACALL DELAY
    RET

```

```

ACALL WRITE_DATA
INC DPTR
DJNZ R3,BARISA2
;
MOV DPTR,#LABEL_B
MOV A,#0C1H
ACALL WRITE_INST
MOV A,PSUHU
ACALL MENULIS
;
MOV A,#0C2H
ACALL WRITE_INST
MOV A,SSUHU
ACALL MENULIS
;
MOV A,#0C3H
ACALL WRITE_INST
MOV A,#0BH
ACALL MENULIS
;
MOV A,#0C4H
ACALL WRITE_INST
MOV A,KSUHU
ACALL MENULIS
;
MOV A,#0C5H
ACALL WRITE_INST
MOV A,#0DFH
ACALL WRITE_DATA
;
MOV A,#0C6H
ACALL WRITE_INST
MOV A,#0CH
ACALL MENULIS
;
MOV A,#0C7H
ACALL WRITE_INST
MOV A,#0AH
ACALL MENULIS
;
MOV A,#0C8H
ACALL WRITE_INST
MOV A,#0AH
ACALL MENULIS
;
MOV A,#0C9H
ACALL WRITE_INST
MOV A,#0AH
ACALL MENULIS
;
MOV A,#0CAH
ACALL WRITE_INST
MOV A,MENIT1
ACALL MENULIS
;
MOV A,#0CBH
ACALL WRITE_INST
MOV A,MENIT2
ACALL MENULIS
;
MOV A,#0CCH
ACALL WRITE_INST
MOV A,#0DH
ACALL MENULIS
;
MOV A,#0CDH
ACALL WRITE_INST
MOV A,DETIK1
ACALL MENULIS
;
MOV A,#0CEH

```



```

        ACALL WRITE_INST
        MOV     A, DETIK2
        ACALL  MENULIS
        DJNZ   R7, LOMPAT
        RET

MENULIS:
        MOVC   A, @A+DPTR
        ACALL  WRITE_DATA
        RET

LOMPAT: AJMP  ULANGI

```

```

LABEL_A: DB ' SUHU WAKTU '
LABEL_B: DB '0123456789 ,C:'

```

```

;=====
;=                               =
;=====
METODE_HTST:
        ACALL  INISIALI_LCD2
        ACALL  CEK_SUHU
LOOP1:  JNB    STOP, LOOP19
        LCALL  TAMPILAN_PROSES
        ACALL  PANASKAN
        ACALL  CEK_SUHU
        MOV    BESAR_SUHU, # (CONST_SUHU4)
        MOV    PENGURANG, #19D
LOOP3:  INC    BESAR_SUHU
        DJNZ   PENGURANG, LOOP4
        CJNE   A, # (CONST_SUHU4), LOOP1

LOOP5:  JNB    STOP, LOOP19
        LCALL  TAMPILAN_PROSES
        ACALL  PANASKANI
        ACALL  CEK_SUHU
        CJNE   A, # (CONST_SUHU2+2), LOOP6
        SJMP   LOOP8
LOOP6:  CJNE   A, # (CONST_SUHU2+1), LOOP7
        SJMP   LOOP8
LOOP7:  CJNE   A, #CONST_SUHU2, LOOP5
LOOP8:  ACALL  AKTIFKAN_PEWAKTU

LOOP9:  JNB    STOP, LOOP19
        ACALL  KONVERSI_WAKTU
        ACALL  TAMPILAN_PROSES
        ACALL  CEK_SUHU
        MOV    BESAR_SUHU, #CONST_SUHU2
        MOV    PENGURANG, #20D
LOOP10: DEC    BESAR_SUHU
        DJNZ   PENGURANG, LOOP11
LOOP12: MOV    BESAR_SUHU, #CONST_SUHU2
        MOV    PENGURANG, #20D
LOOP13: INC    BESAR_SUHU
        DJNZ   PENGURANG, LOOP14
LOOP15: CJNE   A, #CONST_SUHU2, WAKTU2
        ACALL  STANBY
WAKTU2: MOV    A, DETIK
        CJNE   A, #16D, LOOP9
        ACALL  KONVERSI_WAKTU
        ACALL  MATIKAN_PEWAKTU

LOOP16: JNB    STOP, LOOP19
        LCALL  TAMPILAN_PROSES
        ACALL  PENDINGINAN
        ACALL  CEK_SUHU
        CJNE   A, # (CONST_SUHU5-2), LOOP17
        SJMP   LOOP19
LOOP17: CJNE   A, # (CONST_SUHU5-1), LOOP18
        SJMP   LOOP19
LOOP18: CJNE   A, #CONST_SUHU5, LOOP16
LOOP19: ACALL  SET_AKHIR
        RET

```

```

LOOP4: CJNE  A, BESAR_SUHU, LOOP3
        SJMP  LOOP5
LOOP11: CJNE A, BESAR_SUHU, LOOP10
        ACALL PANASKAN1
        SJMP  LOOP12
LOOP14: CJNE A, BESAR_SUHU, LOOP13
        ACALL PENDINGINAN
        SJMP  LOOP15

```

```

;=====
;=                               =
;=====

```

```

METODE_LTLT:

```

```

        ACALL INISIALI_LCD2
        ACALL CEK_SUHU
CEK1:   JNB   STOP, CEK19
        LCALL TAMPILAN_PROSES
        ACALL PANASKAN
        ACALL CEK_SUHU
        MOV   BESAR_SUHU, # (CONST_SUHU3)
        MOV   PENGURANG, #19D
CEK3:   INC   BESAR_SUHU
        DJNZ  PENGURANG, CEK4
        CJNE  A, # (CONST_SUHU3), CEK1

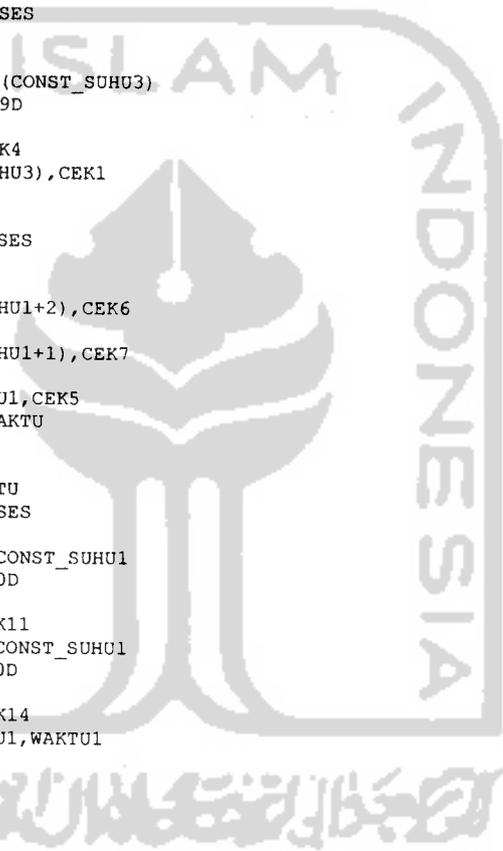
CEK5:   JNB   STOP, CEK19
        LCALL TAMPILAN_PROSES
        ACALL PANASKAN1
        ACALL CEK_SUHU
        CJNE  A, # (CONST_SUHU1+2), CEK6
        SJMP  CEK8
CEK6:   CJNE  A, # (CONST_SUHU1+1), CEK7
        SJMP  CEK8
CEK7:   CJNE  A, #CONST_SUHU1, CEK5
CEK8:   ACALL AKTIFKAN_PEWAKTU

CEK9:   JNB   STOP, CEK19
        ACALL KONVERSI_WAKTU
        LCALL TAMPILAN_PROSES
        ACALL CEK_SUHU
        MOV   BESAR_SUHU, #CONST_SUHU1
        MOV   PENGURANG, #20D
CEK10:  DEC   BESAR_SUHU
        DJNZ  PENGURANG, CEK11
CEK12:  MOV   BESAR_SUHU, #CONST_SUHU1
        MOV   PENGURANG, #20D
CEK13:  INC   BESAR_SUHU
        DJNZ  PENGURANG, CEK14
CEK15:  CJNE  A, #CONST_SUHU1, WAKTU1
        ACALL STANBY
WAKTU1: MOV   A, DETIK
        CJNE  A, #60D, CEK9
        MOV   DETIK, #00H
        INC   MENIT
        MOV   A, MENIT
        CJNE  A, #30D, CEK9
        ACALL KONVERSI_WAKTU
        ACALL MATIKAN_PEWAKTU

CEK16:  JNB   STOP, CEK19
        LCALL TAMPILAN_PROSES
        ACALL PENDINGINAN
        ACALL CEK_SUHU
        CJNE  A, # (CONST_SUHU5-2), CEK17
        SJMP  CEK19
CEK17:  CJNE  A, # (CONST_SUHU5-1), CEK18
        SJMP  CEK19
CEK18:  CJNE  A, #CONST_SUHU5, CEK16
CEK19:  ACALL SET_AKHIR
        RET

CEK4:   CJNE  A, BESAR_SUHU, CEK3

```



```

        SJMP    CEK5
CEK11:  CJNE   A,BESAR_SUHU,CEK10
        ACALL  PANASKAN1
        SJMP   CEK12
CEK14:  CJNE   A,BESAR_SUHU,CEK13
        ACALL  PENDINGINAN
        SJMP   CEK15

;=====
;=          PEMBACAAN SUHU DI ADC 0804          =
;=====
CEK_SUHU:
        CLR    WRITEADC
        SETB   WRITEADC
AKTIF:  JB     INTADC,AKTIF
        ACALL  DELAY
        CLR    READADC
        MOV    A,P1
        SETB   READADC
        MOV    CSUHU,A           ;DATA UNTUK MENGECEK SUHU
        MOV    B,#0C8H
        DIV   AB
        MOV    RSUHU,A          ;DATA RATUSAN
        MOV    A,B
        MOV    B,#014H
        DIV   AB
        MOV    PSUHU,A          ;DATA PULUHAN
        MOV    A,B
        MOV    B,#02H
        DIV   AB
        MOV    SSUHU,A          ;DATA SATUAN
        MOV    A,B
        MOV    B,#05H
        MUL   AB
        MOV    KSUHU,A          ;DATA DIBELAKANG KOMA
        MOV    A,CSUHU
        RET

;=====
;=          PEMANASAN DAN PROSES PENDINGINAN    =
;=====
PANASKAN:
        SETB   PEMANAS
        CLR    PENGADUK
        CLR    PENDINGIN
        CLR    LED_MERAH
        SETB   LED_KUNING
        SETB   LED_HIJAU
        RET
PENDINGINAN:
        CLR    PEMANAS
        SETB   PENGADUK
        SETB   PENDINGIN
        SETB   LED_MERAH
        CLR    LED_KUNING
        CLR    LED_HIJAU
        RET
PANASKAN1:
        SETB   PEMANAS
        SETB   PENGADUK
        CLR    PENDINGIN
        CLR    LED_MERAH
        CLR    LED_KUNING
        SETB   LED_HIJAU
        RET
STANBY:
        CLR    PEMANAS
        SETB   PENGADUK
        CLR    PENDINGIN
        SETB   LED_MERAH
        CLR    LED_KUNING
        SETB   LED_HIJAU
        RET

```

```

=====
;=          PROGRAM UTAMA          =
=====
START:
ACALL  SET_AWAL
MULAI: JB  MODE2, LOMPAT1
        JNB MODE2, $
        LCALL METODE_LTLT
LOMPAT1:
        JB  MODE1, LOMPAT3
        JNB MODE1, $
        LCALL METODE_HTST
LOMPAT3:
        JB  STOP, MULAI
        JNB STOP, $
        ACALL SET_AKHIR
        END

```

2. Program Pengujian Sistem Minimum dan Led Indikator

```

ORG 00H
START:
MOV  P3, #00H
ACALL DELAY
MOV  P3, #0FFH
SJMP START
DELAY:
MOV  R0, #0FFH
DELAY1:
MOV  R5, #0FFH
DJNZ R5, $
DJNZ R0, DELAY1
RET
END

```

3. Program Pengujian Rangkaian ADC 0804

```

LCD_RS BIT P2.7
LCD_E  BIT P2.6
INTADC BIT P3.2
READADC BIT P3.1
WRITEADC BIT P3.0
PENUNJUK EQU 20H
BIT0 EQU 21H
BIT1 EQU 22H
BIT2 EQU 23H
BIT3 EQU 24H
BIT4 EQU 25H
BIT5 EQU 26H
BIT6 EQU 27H
BIT7 EQU 28H
SIMPAN EQU 29H
=====
;=          PROGRAM UTAMA          =
=====
ORG 00H
ACALL INISIALI_LCD2
MOV  P3, #0ffH
MOV  P2, #0ffH
START: ACALL CEK_SUHU
        ACALL TAMPILAN_PROSES
        SJMP START
INISIALI_LCD2:
MOV  A, #03FH
ACALL WRITE_INST
ACALL WRITE_INST
MOV  A, #08H
ACALL WRITE_INST
MOV  A, #0CH

```

```

ACALL WRITE_INST
RET
WRITE_INST:
CLR LCD_E
CLR LCD_RS
MOV P0,A ;INTRUKSI KE LCD
SETB LCD_E
CLR LCD_E
ACALL DELAY
RET
WRITE_DATA:
CLR LCD_E
SETB LCD_RS
MOV P0,A ;DATA KE LCD
SETB LCD_E ;UNTUK MENULISKAN
CLR LCD_E
ACALL DELAY
RET
DELAY: MOV R0,#40H
DELAY1: MOV R5,#50H
DJNZ R5,$
DJNZ R0,DELAY1
RET
LDELAY: MOV R2,#08H
LD1: ACALL DELAY
DJNZ R2,LD1
RET

```

```

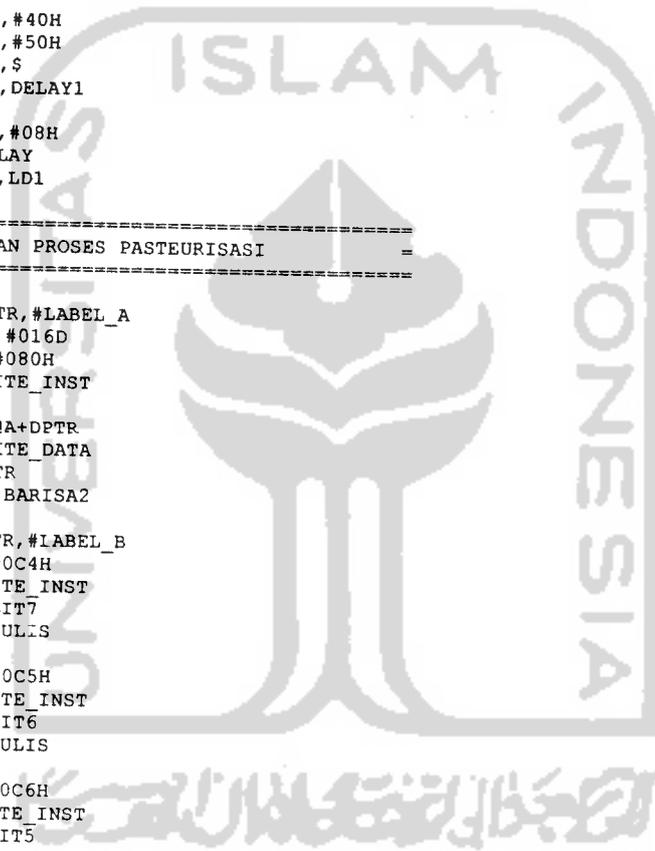
=====
;= TAMPILAN PROSES PASTEURISASI =
=====

```

```

TAMPILAN_PROSES:
ULANGI: MOV DPTR,#LABEL_A
MOV R3,#016D
MOV A,#080H
ACALL WRITE_INST
BARISA2: CLR A
MOVC A,@A+DPTR
ACALL WRITE_DATA
INC DPTR
DJNZ R3,BARISA2
;
MOV DPTR,#LABEL_B
MOV A,#0C4H
ACALL WRITE_INST
MOV A,BIT7
ACALL MENULIS
;
MOV A,#0C5H
ACALL WRITE_INST
MOV A,BIT6
ACALL MENULIS
;
MOV A,#0C6H
ACALL WRITE_INST
MOV A,BIT5
ACALL MENULIS
;
MOV A,#0C7H
ACALL WRITE_INST
MOV A,BIT4
ACALL MENULIS
;
MOV A,#0C8H
ACALL WRITE_INST
MOV A,BIT3
ACALL MENULIS
;
MOV A,#0C9H
ACALL WRITE_INST
MOV A,BIT2
ACALL MENULIS

```



4. Program Rangkaian LCD

```
ORG 00H
MOV A, #03FH
ACALL WRITE_INST
ACALL WRITE_INST
MOV A, #08H
ACALL WRITE_INST
MOV A, #01H
ACALL WRITE_INST
MOV A, #06H
ACALL WRITE_INST
MOV A, #0CH
ACALL WRITE_INST
BARISA:
MOV DPTR, #DATA_TAMPILAN_AWAL
MOV R3, #016D
MOV A, #80H
ACALL WRITE_INST
TULISI:
CLR A
MOVC A, @A+DPTR
INC DPTR
ACALL WRITE_DATA
ACALL LDELAY
DJNZ R3, TULISI
BARISB:
MOV R3, #16
MOV A, #0C0H
ACALL WRITE_INST
TULISI1:
CLR A
MOVC A, @A+DPTR
ACALL WRITE_DATA
INC DPTR
ACALL LDELAY
DJNZ R3, TULISI1
ACALL LDELAY
SJMP BARISA
DATA_TAMPILAN_AWAL:
DB ' PASTEURISASI '
DB '     SUSU     '
WRITE_INST:
CLR LCD_E
CLR LCD_RS
MOV P0, A ;INTRUKSI KE LCD
SETB LCD_E
CLR LCD_E
ACALL DELAY
RET
WRITE_DATA:
CLR LCD_E
SETB LCD_RS
MOV P0, A ;DATA KE LCD
SETB LCD_E ;UNTUK MENULISKAN
CLR LCD_E
ACALL DELAY
RET
DELAY:
MOV R0, #40H
DELAY1:
MOV R5, #50H
DJNZ R5, $
DJNZ R0, DELAY1
RET
LDELAY:
MOV R2, #08H
LD1:
ACALL DELAY
DJNZ R2, LD1
RET
END
```

5. Program Pengujian Sistem Pewaktu

```

LCD_RS      BIT P2.7
LCD_E       BIT P2.6
STOP        BIT P3.4
MENIT1     EQU 21H
MENIT2     EQU 22H
DETIK1     EQU 23H
DETIK2     EQU 24H
DETIK      EQU 30H
MENIT      EQU 31H
TIMO       EQU -250
TIM1       EQU -2000
ORG        00H
SJMP      START
ORG        000BH
SJMP      XTAL
ORG        001BH
SJMP      TIME
XTAL:     CPL        P3.5
          RETI
TIME:     INC        DETIK
          MOV        TH1,#HIGH TIM1
          MOV        TL1,#LOW TIM1
          RETI
;=====
;=          PROGRAM UTAMA          =
;=====
START:
          ACALL     SET_DATA
          ACALL     INISIALI_LCD
ULANG:   LCALL     TAMPILAN_PROSES
          JB        STOP,ULANG
          MOV        TMOD,#052H      ; SET TO TIMER MODE2, T1 TIMER MODE1
          MOV        TL1,#LOW TIM1  ; ISI TIM1 (-2000)
          MOV        TH1,#HIGH TIM1
          MOV        TH0,#TIMO      ; ISI ULANG TIMO (-250)
          MOV        TLO,#TIMO
          SETB      EA              ; PENGAKTIFAN INT SECARA UMUM
          SETB      ET0            ; PENGAKTIFAN INT TIMERO
          SETB      ET1            ; PENGAKTIFAN INT TIMER1
          SETB      TR1            ; T1 RUN
          SETB      TRO
          LCALL     TAMPILAN_PROSES
          ACALL     COMPARE_DATA
          ACALL     HEX_TO_DESIMAL
          SJMP     LOOP
;=====
;=          KONVERSI DATA          =
;=====
COMPARE_DATA:
          MOV        A,DETIK
          CJNE     A,#60D,LANJUT
          MOV        DETIK,#00H
          INC      MENIT
          MOV        A,MENIT
          CJNE     A,#30D,LANJUT
          ACALL     SET_DATA
LANJUT:   RET
HEX_TO_DESIMAL:
          MOV        A,DETIK
          MOV        B,#0AH
          DIV      AB
          MOV        DETIK1,A
          MOV        DETIK2,B
          MOV        A,MENIT
          MOV        B,#0AH
          DIV      AB
          MOV        MENIT1,A

```

```

MOV     MENIT2,B
RET

;=====
;=                 MENGESET DATA MENJADI 0                 =
;=====
SET_DATA:
MOV     DETIK2,#00H
MOV     DETIK1,#00H
MOV     MENIT,#00H
MOV     MENIT2,#00H
MOV     MENIT1,#00H
MOV     DETIK,#00H
MOV     DETIK1,#00H
MOV     DETIK2,#00H
MOV     P2,#0FFH
MOV     P1,#0FFH
MOV     P0,#0FFH
MOV     P3,#0FFH
RET

;=====
;=                 TAMPILAN_PROSES                             =
;=====
TAMPILAN_PROSES:
MOV     DPTR,#LABEL_A
MOV     R3,#016D
MOV     A,#080H
ACALL  WRITE_INST
BARISA2: CLR     A
MOV     A,@A+DPTR
ACALL  WRITE_DATA
INC     DPTR
DJNZ   R3,BARISA2
MOV     DPTR,#LABEL_B

MOV     A,#0C5H
ACALL  WRITE_INST
MOV     A,MENIT1
ACALL  MENULIS
MOV     A,#0C6H
ACALL  WRITE_INST
MOV     A,MENIT2
ACALL  MENULIS
MOV     A,#0C7H
ACALL  WRITE_INST
MOV     A,#0BH
ACALL  MENULIS
MOV     A,#0C8H
ACALL  WRITE_INST
MOV     A,DETIK1
ACALL  MENULIS
MOV     A,#0C9H
ACALL  WRITE_INST
MOV     A,DETIK2
ACALL  MENULIS
RET

LABEL_A: DB     '     TIMER '
LABEL_B: DB     '0123456789 :'
MENULIS:
MOV     A,@A+DPTR
ACALL  WRITE_DATA
RET

WRITE_INST:
CLR     LCD_E
CLR     LCD_RS
MOV     P0,A ;INTRUKSI KE LCD
SETB   LCD_E
CLR     LCD_E
ACALL  DELAY
RET

WRITE_DATA:
CLR     LCD_E

```



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang km 14,4 Yogyakarta 55584, Phone 0274-895042, 895707, Fax 0274-895330

Nomor Agenda : 02 11.01.07/TL FTSP UII
 Perihal : Analisa Bakteri E coli dan Salmonella
 Jenis Sampel : Air susu hasil pasteurisasi
 Alamat : Teknik Industri UII Jl. Kaliurang, Km 4.5 Yk
 Pengirim Sampel : Rosihan Anwar
 Diambil oleh : Rosihan Anwar
 Tanggal sampling : 11 Januari 2007
 Tanggal uji : 11 Januari – 15 Januari 2007
 Nama lab uji : Lab Kualitas Lingkungan

Hasil Uji bakteri E coli

No.	Nama Sampel	Media lactosa Coli			Test penegasan Coli			Hasil Test
		0.1 ml	1 ml	10 ml	0.1 ml	1 ml	10 ml	MPN / 100 ml
								Coli Form
1	Pre Test SUSU Cair	3	3	3	2	3	3	438
2	Post Test SUSU Cair	2	2	3	1	2	2	26

Hasil Uji penanaman Bakteri Salmonella

No.	Nama Sampel	HASIL/koloni			
		10 ¹ ml	10 ² ml	10 ³ ml	Kontrol
1	Pre Test SUSU Cair	78	61	37	0
2	Post Test SUSU Cair	54	56	32	1

- Catatan : 1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji
 2. Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa izin dari Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII.

Yogyakarta, 16 Januari 2007
 Analis

