



**ALAT PEMANTAU KESTABILAN *PASTEURISASI*
SUSU**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memperoleh Gelar Ahli Mada Pada
Program Diploma III Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro – Fakultas Teknik
Universitas Negeri Semarang**

**Oleh
Irfan Kurniawan
5350307008**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2011**

PENGESAHAN

Tugas Akhir ini telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 28 Juli 2011.

Panitia:

Ketua

Sekretaris

Drs. Djoko Adi Widodo, M.T.

NIP.195909271986011001

Drs. Agus Murnomo, M.T.

NIP.195506061986031002

Penguji I

Penguji II/Pembimbing

Dra.Dwi Purwanti, Ah.t, M,S

NIP.195910201990022001

Riana Defi Mahadji Putri, M.T

NIP 197609182005012001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Drs. Abdurrahman, M.Pd

NIP. 196009031985031002

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO:

★ “*Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan ⑥, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain ⑦, dan hanya kepada Tuhanlah kamu berharap ⑧*”.

(Alam Nasyrah ayat: 6-8)

★ “*Kesuksesan hidup tidak datang dari tangan-tangan mahir tetapi dengan membiasakan tangan-tangan yang kurang mahir*”.

Billi P.S Lim

★ “*Kebajikan adalah apa yang menjadikan tenang jiwa dan hati dan dosa adalah apa yang menggelisahkan dan menimbulkan keraguan dalam hati*”.

(HR. Iman Ahmad bin Hambal dan Iman AD-Darami)

PERSEMBAHAN:

Spesial thank's to: Allah SWT beserta Rosul-Nya Nabi Muhammad SAW (atas jalan kehidupan yang benar), Bapak dan Ibuku tercinta atas segala dorongan, nasehat dan doanya, Kakak yang kusayangi. Ari Kosyati yang selalu memberiku semangat, terima kasih banyak. Mas Safudin yang banyak membantuku. Bu Riana yang selalu membimbingku, terima kasih atas segala bantuannya. Teman-teman senasib seperjuangan TE D3 '07. Perpustakaan UNNES dan Elektro. Dan semua orang yang telah membantuku yang tidak mungkin aku sebutkan namanya satu persatu. Thank's for all.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya, sehingga dapat diselesaikan laporan tugas akhir ini dengan judul “*Alat Pemantau Kestabilan Sasteurisasi Susu*” sebagai syarat menempuh jenjang Diploma III Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.

Penulisan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari pemikiran dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu disampaikan ucapan terima kasih kepada Yth:

1. Ibu Riana Defi Mahadji, MT. dosen pembimbing yang telah membantu memberikan bimbingan terbaik.
2. Bapak Drs. Agus Murnomo, M.T Ketua Program Studi DIII Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.
3. Bapak Drs. Djoko Adi Widodo, M.T Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.
4. Bapak Drs. Abdurrahman, M.Pd. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
5. Kedua orang tuaku yang selalu mendukungku dan mendoakanku.
6. Teman-temanku satu angkatan Teknik Elektro D3`07 yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
7. Teman-temanku dirumah yang selalu memberikan dorongan, suport, maupun semangat sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan .
8. Dan semua pihak yang telah mendukung sehingga pelaksanaan tugas akhir ini dapat selesai sampai sekarang.

Semarang, 14 Juli 2011

Penulis



ABSTRAK

Kurniawan, Irfan, 2011. “*Alat Pemantau Kestabilan Pasteurisasi Susu* ”. Tugas Akhir, Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang

Perkembangan teknologi sekarang ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Alat-alat dengan teknologi canggih telah banyak ditemukan seiring dengan kebutuhan manusia yang semakin kompleks. Khususnya dibidang elektronika, segala aspek kehidupan manusia saat ini dan mendatang tidak akan lepas dari perkembangan teknologi ini. Pemantauan suhu presisi sangat dibutuhkan di dunia industri saat ini khususnya di dunia industri pangan dan minuman yang memiliki tingkat kadaluarsa. Salah satu aplikasi penggunaan pemantauan suhu presisi yaitu pada proses pasteurisasi.

Metode perancangan alat pemantau kestabilan pasteurisasi susu dengan membuat *hardware* berupa rangkaian elektronik yang berfungsi secara otomatis dengan menggunakan software, untuk mendeteksi suhu pemanasan susu kemudian membatasi suhu dan waktu pemanasan susu. Penyusunan laporan tugas akhir ini berdasarkan pada metode penelitian, metode dokumentasi dan metode studi pustaka.

Alat Pemantau Kestabilan *Pasteurisasi Susu* ini menggunakan mikrokontroler AT Mega 8535 sebagai inti atau otak, yang di jalankan menggunakan program. Alat ini juga memakai sensor suhu DS18S20 sebagai pendeteksi suhu dimana sensor ini sudah memiliki output digital, dan alat ini menggunakan IC timer DS1307 yang berfungsi sebagai pengatur batas suhu, juga IC MOC3020 yang berfungsi sebagai pengatur batas suhu, dan juga LCD yang berfungsi untuk menampilkan pembacaan suhu, waktu, dan batas suhu yang semuanya sudah ditentukan dalam program.

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian dan pembuatan alat pemantau kestabilan *pasteurisasi* susu ini adalah sebagai pembatas dan penyetabil suhu pemanasan pada suhu 80⁰ sampai jangka waktu yang ditentukan yaitu 1 menit. Alat melakukan pemanasan susu sampai suhu mencapai batas yang ditentukan pada suhu 80⁰ kemudian menyetabilkan suhu sampai jangka waktu yang ditentukan yaitu 1 menit.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTO DAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN	
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	3
I.3. Batasan Masalah	4
I.4. Tujuan	4
I.5. Manfaat	5
BAB II. PEMBAHASAN	
II.1 Landasan Teori	5
II.1.1. Pasteurisasi	5
II.1.2. Sensor	7
II.1.3. Mikrokontroler ATmega 8535	10
II.1.4. Pengarah Assembler	17
II.1.5. LCD (M 1632)	18
II.1.6. MOC 3020	21

II.2. Metode Penyelesaian	23
II.2.1. Metode Penelitian.....	23
II.2.2. Teknik Pengumpulan Data.....	24
II.2.3. Instrumen.....	24
II.2.4. Teknik Analisis Data.....	24
II.3. Pembuatan Alat.....	25
II.3.1 Pembuatan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	25
II.3.2 Pembuatan <i>software</i>	30
II.4. Hasil Pengujian Alat... ..	33
II.4.1 Pengujian Kerja Alat.....	33
II.4.2 Pengujian Ketepatan Pembacaan Suhu Alat.....	33
II.5. Analisis	36
II.5.1 Analisis Pengujian Kerja Alat.....	37
II.5.2 Analisis Pengujian Ketepatan Pembacaan Suhu Alat	38
BAB III. PENUTUP	
III.1. Kesimpulan.....	48
III.2. Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sensor Suhu DS18S20 TO-92.....	9
Gambar 2.2. Arsitektur AT Mega 8535	14
Gambar 2.3. Mikrokontroler ATMEGA8535	15
Gambar 2.4. Keterangan PIN ATMEGA8535	15
Gambar 2.5. Status Register ATMEGA8535	16
Gambar 2.6. Rangkaian LCD M1632.....	20
Gambar 2.7. LCD character 2x16.....	20
Gambar 2.8. Peta memory LCD character 2x16	20
Gambar 2.9. Rangkaian <i>driver</i> MOC 3020.....	22
Gambar 2.10. Bagan Umum Rancangan Alat	25
Gambar 2.11. Rancangan alat keseluruhan.....	27
Gambar 2.12. Display tampilan alat	28
Gambar 2.13. <i>Flowchart software</i>	32
Gambar 2.14. Grafik Perbandingan ke-1 antara suhu pembacaan alat dengan termometer	41
Gambar 2.15. Grafik Perbandingan ke-2 antara suhu pembacaan alat dengan termometer	44
Gambar 2.16. Grafik Perbandingan ke-2 antara suhu pembacaan alat dengan termometer	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Fungsi pin LCD Character 2x16	19
Tabel 2.2. Hasil pengujian kerja alat	33
Tabel 2.3. Perbandingan ke-1 antara suhu pembacaan alat dengan termometer... 34	
Tabel 2.4. Perbandingan ke-2 antara suhu pembacaan alat dengan termometer.. 34	
Tabel 2.5. Perbandingan ke-3 antara suhu pembacaan alat dengan termometer...35	
Tabel 2.6. Pembacaan data output digital berdasarkan data sheet sensor suhu DS 18S20.....	35
Tabel 2.7. Analisis perbandingan ke-1 antara suhu pembacaan alat dengan termometer.....	40
Tabel 2.8. Analisis perbandingan ke-2 antara suhu pembacaan alat dengan termometer.....	43
Tabel 2.9. Analisis perbandingan ke-2 antara suhu pembacaan alat dengan termometer.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Datasheet Mikrokontroler ATmega 8535

Lampiran 2. Datasheet Sensor Suhu DS18S20



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi sekarang ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Alat-alat dengan teknologi canggih telah banyak ditemukan seiring dengan kebutuhan manusia yang semakin kompleks. Khususnya dibidang elektronika, segala aspek kehidupan manusia saat ini dan mendatang tidak akan lepas dari perkembangan teknologi ini.

Pemantauan suhu presisi sangat dibutuhkan di dunia industri saat ini khususnya di dunia industri pangan dan minuman yang memiliki tingkat kadaluarsa. Salah satu aplikasi penggunaan pemantauan suhu presisi yaitu pada proses pasteurisasi.

Pasteurisasi digunakan untuk mengawetkan bahan pangan yang tidak tahan suhu tinggi, misalnya susu. Pasteurisasi tidak mematikan semua mikroorganismenya, tetapi hanya yang bersifat patogen dan tidak membentuk spora. Oleh sebab itu, proses ini sering diikuti dengan teknik lain misalnya pendinginan atau pemberian gula dengan konsentrasi tinggi.

Pasteurisasi (yang dinamakan sesuai dengan penemunya, Louis Pasteur) adalah suatu proses memanaskan produk (dalam hal ini, susu) dibawah titik didihnya, dengan tujuan untuk membunuh semua mikroorganismenya patogen. Selain membuat susu menjadi aman dikonsumsi manusia, pasteurisasi juga akan memperpanjang umur simpan dari susu karena

sebagian bakteri perusak/pembusuk susu juga mati. Pasteurisasi susu dapat dilakukan secara LTLT (Low Temperature, Long Time) maupun HTST (High Temperature, Short Time). Pasteurisasi LTLT artinya, susu dipanaskan pada suhu 60°C selama 30 menit. Sedangkan pasteurisasi HTST adalah memanaskan susu pada 80°C selama 1 menit, setelah itu susu didinginkan hingga 4°C .

Susu pasteurisasi dapat bertahan selama 12 sampai 16 hari dari tanggal atau hari pemrosesan, jika disimpan pada suhu yang ideal, yaitu $3^{\circ} - 6^{\circ}\text{C}$. Karenanya, susu pasteurisasi harus disimpan dalam lemari es. Sebagai catatan, umur simpan selama itu (sampai 16 hari) hanya untuk susu pasteurisasi yang belum dibuka. Setelah kemasan dibuka, susu harus segera dihabiskan.

Pasteurisasi efektif membunuh bakteri-bakteri yang berpotensi patogenik di dalam susu. Namun proses ini ternyata tidak dapat mematikan sporanya, terutama spora bakteri yang bersifat termoresisten alias tahan terhadap suhu tinggi. Proses UHT (Ultra High Temperature) adalah sterilisasi parsial yang diterapkan pada produk-produk pangan, termasuk susu, untuk menenyapkan semua bakteri pembusuk maupun pathogen berikut sporanya.

Dalam proses ini, susu dipanaskan pada suhu tinggi yang melampaui titik didihnya (minimal 130°C) selama 0,5 detik, dan selanjutnya susu dikemas dalam kemasan yang aseptik.

Berbeda dengan susu hasil pasteurisasi metode LTLT dan HTST, susu hasil pasteurisasi dengan metode UHT jauh lebih panjang dari susu

pasteurisasi dengan metode LLT dan HTST, bisa tahan selama 6 bulan tanpa refrigerasi (pendinginan). Tetapi ini hanya berlaku untuk susu UHT yang kemasannya belum dibuka. Begitu kemasannya dibuka, susu UHT akan mudah terkontaminasi dengan bakteri pembusuk. Oleh karena itu, setelah dibuka susu harus disimpan di dalam refrigerator/ lemari es (suhu 3-5 °C) dan sebaiknya segera habiskan dalam jangka waktu 7 sampai 10 hari. Selain umur simpan, perbedaan antara susu pasteurisasi dengan susu UHT terletak pada rasa. Susu UHT memiliki cita rasa yang lebih 'matang' dari susu pasteurisasi. (EG – dari berbagai sumber)

I.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang ada dan sering terjadi maka rumusan permasalahan pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimanakah membuat alat pemantau kestabilan *pasteurisasi* suhu menggunakan metode *pasteurisasi* HTST (High Temperature Short Time)?
2. Sejauh mana rancangan alat pemantau kestabilan *pasteurisasi* suhu menggunakan metode *pasteurisasi* HTST tersebut dapat bekerja dengan baik?

I.3 Batasan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini Penulis membatasi masalah pada ruang lingkup sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan hanya untuk mengamati proses pemanasan (pasteurisasi) menggunakan metode *pasteurisasi* HTST (High Temperature Short Time).
2. Penulis tidak membahas hasil dari pasteurisasi berupa susu yang layak dikonsumsi atau tidak.
3. Bahan yang akan diujicobakan adalah susu

I.4 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dalam pembuatan “Alat Pemantau Kestabilan Pasteurisasi Susu” adalah sebagai berikut:

1. Membuat dan merencanakan alat pemantau kestabilan pasteurisasi susu berdasarkan metode *pasteurisasi* HTST.
2. Mengaplikasikan alat yang telah dibuat pada minuman yang memiliki tenggang waktu kadaluarsa maksimal 2 hari.
3. Untuk menciptakan suatu karya yang memantau proses pasteurisasi secara otomatis dengan tingkat ketelitian yang tinggi .
4. Sebagai penambah wawasan dan sumber ide serta motivasi untuk melakukan pembuatan atau inovasi alat yang lebih sempurna.

I.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menghasilkan alat yang dapat memantau proses pasteurisasi secara otomatis dengan tingkat ketelitian yang tinggi.
2. Menghasilkan alat yang dapat mempermudah masyarakat umum dalam melakukan proses *pasteurisasi* secara otomatis.
3. Memperoleh suhu dan waktu yang tepat dalam proses pemanasan (pasteurisasi) susu.



BAB II

II.1 LANDASAN TEORI

II.1.1 Pasteurisasi

Pasteurisasi adalah perlakuan panas yang diberikan pada bahan baku dengan suhu di bawah titik didih. Teknik ini digunakan untuk mengawetkan bahan pangan yang tidak tahan suhu tinggi, misalnya susu. Pasteurisasi tidak mematikan semua mikroorganisme, tetapi hanya yang bersifat patogen dan tidak membentuk spora. Oleh sebab itu, proses ini sering diikuti dengan teknik lain misalnya pendinginan atau pemberian gula dengan konsentrasi tinggi. Produk hasil pasteurisasi bila disimpan pada suhu kamar hanya bertahan 1 sampai 2 hari sedang jika disimpan pada suhu rendah dapat tahan 1 minggu.

Metode pasteurisasi yang umum digunakan yaitu

1. HTST/High Temperature Short Time, yaitu pemanasan dengan suhu tinggi 80°C dalam waktu 1 menit, menggunakan alat yang disebut Heat Plate Exchanger.
2. LTLT/Low Temperature Long Time, yaitu pemanasan dengan suhu rendah sekitar 60°C dalam waktu 30 menit.
3. UHT/Ultra High Temperature, yaitu pemanasan dengan suhu tinggi 130°C selama hanya 0,5 detik saja, dan pemanasan dilakukan dengan

tekanan tinggi. Dalam proses ini semua MIKROBA mati , sehingga susunya biasanya disebut susu steril.

Pasteurisasi (yang dinamakan sesuai dengan penemunya, Louis Pasteur) adalah suatu proses memanaskan produk (dalam hal ini, susu) dibawah titik didihnya, dengan tujuan untuk membunuh semua mikroorganisme patogen. Selain membuat susu menjadi aman dikonsumsi manusia, pasteurisasi juga akan memperpanjang umur simpan dari susu karena sebagian bakteri perusak/pembusuk susu juga mati. Pasteurisasi susu dapat dilakukan secara LTLT (Low Temperature, Long Time) maupun HTST (High Temperature, Short Time). Pasteurisasi LTLT artinya, susu dipanaskan pada suhu 60°C selama 30 menit. Sedangkan pasteurisasi HTST adalah memanaskan susu pada 80°C selama 1 menit. Proses UHT (Ultra High Temperature) adalah sterilisasi parsial yang diterapkan pada produk-produk pangan, termasuk susu, untuk menyalakan semua bakteri pembusuk maupun patogen berikut sporanya. Dalam proses ini, susu dipanaskan pada suhu tinggi yang melampaui titik didihnya (minimal 130°C) selama 0,5 detik, dan selanjutnya susu dikemas dalam kemasan yang aseptik.

II.1.2 Sensor

a. Pengertian Umum Sensor

Sebenarnya sensor secara umum didefinisikan sebagai alat yang mampu menangkap fenomena fisika atau kimia kemudian mengubahnya menjadi sinyal elektrik baik arus listrik ataupun tegangan. Fenomena fisik

yang mampu menstimulus sensor untuk menghasilkan sinyal elektrik meliputi temperatur, tekanan, gaya, medan magnet, cahaya, pergerakan dan sebagainya. Sementara fenomena kimia dapat berupa konsentrasi dari bahan kimia baik cairan maupun gas.

Dengan definisi seperti ini maka sensor merupakan alat elektronik yang begitu banyak dipakai dalam kehidupan manusia saat ini. Bagaimana tekanan jari kita pada keyboard computer, remote televisi, lantai lift yang kita tuju, menghasilkan perubahan pada layar komputer atau televisi. Demikian pula sensor pengukur cairan oksigen ataupun gas lainnya yang sering digunakan di rumah sakit. Hampir seluruh kehidupan sehari-hari saat ini tidak ada yang tidak melibatkan sensor. Tidak mengherankan jika sensor (atau juga ada yang menyebutnya dengan transducer) banyak disebut juga sebagai panca indera-nya alat elektronik modern.

b. Sensor Suhu DS 18S20 TO-92

Sensor dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu :

➤ **Sensor Fisika**

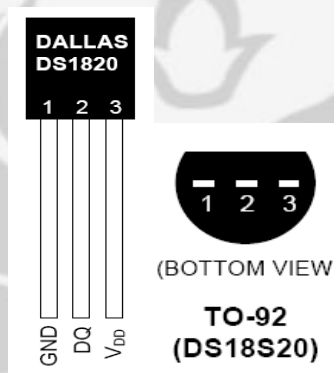
Sensor fisika mendeteksi suatu besaran berdasarkan hukum-hukum fisika. Contoh sensor fisika adalah sensor cahaya, sensor suara, sensor kecepatan, sensor percepatan, dan sensor suhu.

➤ **Sensor Kimia**

Sensor kimia mendeteksi jumlah suatu zat kimia dengan cara mengubah besaran kimia menjadi besaran listrik. Biasanya melibatkan beberapa reaksi kimia. Contoh sensor kimia adalah sensor pH dan sensor

gas. ([http://id.wikipedia.org/wiki/Sensor tanggal 15 November 2008](http://id.wikipedia.org/wiki/Sensor_tanggal_15_November_2008))

Sensor suhu DS18S20 TO-92 berfungsi untuk merubah besaran panas yang ditangkap menjadi besaran tegangan. Jenis sensor suhu yang digunakan dalam sistem ini adalah IC DS18S20 TO-92, Sensor ini memiliki presisi tinggi. Sensor ini sangat sederhana dengan hanya memiliki buah 3 kaki. Kaki pertama IC DS18S20 TO-92 dihubung kesumber daya, kaki kedua sebagai output dan kaki ketiga dihubung ke ground. Adapun gambar sensor suhu dari IC DS18S20 TO-92 adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1. Sensor Suhu DS18S20 TO-92

Karakteristik dari IC DS18S20 TO-92 adalah sebagai berikut :

1. Dapat dikalibrasi langsung ke dalam besaran Celcius.
2. Faktor skala linier + 10mV/ °C.
3. Tingkat akurasi 0,5°C. saat suhu kamar (25°C).
4. Jangkauan suhu antara -55°C sampai 150°C.
5. Bekerja pada tegangan 4 volt hingga 30 volt.
6. Arus kerja kurang dari 60µA.
7. Impedansi keluaran rendah 0,1Ω untuk beban dengan arus 1 mA.

Sensor DS18S20 TO-92 bekerja dengan mengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan. Tegangan ideal yang keluar dari DS18S20 TO-92 mempunyai perbandingan 100°C setara dengan 1 volt. Sensor ini mempunyai pemanasan diri (self heating) kurang dari $0,1^{\circ}\text{C}$, dapat dioperasikan dengan menggunakan power supply tunggal dan dapat dihubungkan antar muka (interface) rangkaian control yang sangat mudah.(Arduino,2010)

Mikrokontroler, IC DS18S20 TO-92 dapat langsung dihubungkan dengan PIN A pada mikrokontroler. Dimana PIN A merupakan PIN mikrokontroler yang menyediakan ADC yang dapat mengkonversi tegangan menjadi bilangan digital (*analog digital conversion*).

II.1.3 Mikrokontroler (AT mega 8535)

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam suatu chip IC, sehingga sering disebut single chip mikrokomputer. Lebih lanjut, mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik, berbeda dengan PC yang memiliki beragam fungsi. Perbedaan lainnya adalah perbandingan RAM dan ROM yang sangat berbeda antar komputer dengan mikrokontroler. Dalam mikrokontroler, ROM jauh lebih besar dibanding RAM, sedangkan dalam komputer PC RAM jauh lebih besar dibanding ROM.

Mikrokontroler merupakan single chip computer, artinya dalam sebuah IC mikrokontroler telah terdapat ROM, RAM, EPROM, serial interface dan parallel interface, timer, counter, interrupt controller, converter Analog ke Digital, dan lainya (sesuai fasilitas dalam mikrokontroler tersebut).

Mikrokontroler AVR merupakan satu jenis arsitektur mikrokontroler yang menjadi andalan Atmel. Arsitektur ini di rancang memiliki berbagai kelebihan dan merupakan penyempurnaan dari arsitektur mikrokontroler-mikrokontroler yang sudah ada.

Berbagai seri mikrokontroler AVR telah di produksi oleh Atmel dan digunakan di dunia sebagai mikrokontroler yang bersifat low cost dan high performance. Di Indonesia, mikrokontroler banyak dipakai karena fiturnya yang cukup lengkap, mudah untuk di dapatkan dan harganya yang relative terjangkau. Antar seri mikrokontroler AVR memiliki arsitektur yang sama dan juga set intruksi yang relatiif tidak berbeda.

ATMEGA8535 merupakan salah satu mikrokontroler buatan AVR yang memiliki fasilitas – fasilitas yang cukup lengkap, diantaranya

1. Flash adalah suatu jenis read only memory yang biasanya di isi dengan program hasil buatan manusia yang harus dijalankan oleh mikrokontroler.
2. RAM (Random Acces Memory) merupakan memori yang membantu CPU untuk menyimpan data sementara dan pengolahan data ketika program sedang running.

3. EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) adalah memori untuk menyimpan data secara permanen oleh program yang sedang running.
4. Port I/O adalah kaki untuk jalur keluar atau masuk sinyal sebagai hasil keluaran ataupun masukan bagi program.
5. Timer adalah modul dalam hardware yang berkerja untk menghitung waktu atau pulsa.
6. UART (Universal Asynchoronou Receive Transnit) adalah jalur komunikasi data khusus secara asynchoronou.
7. PWM (Pulase With Modulation) adalah fasilitas untuk membuat modulasi pulsa.

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 Bit, sehingga semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bits word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus instruksi clock. Dan ini sangat membedakan sekali dengan instruksi MCS-51 (Berarsitektur CISC) yang membutuhkan siklus 12 clock. RISC adalah *Reduced Instruction Set Computing* sedangkan CISC adalah *Complex Instruction Set Computing*.

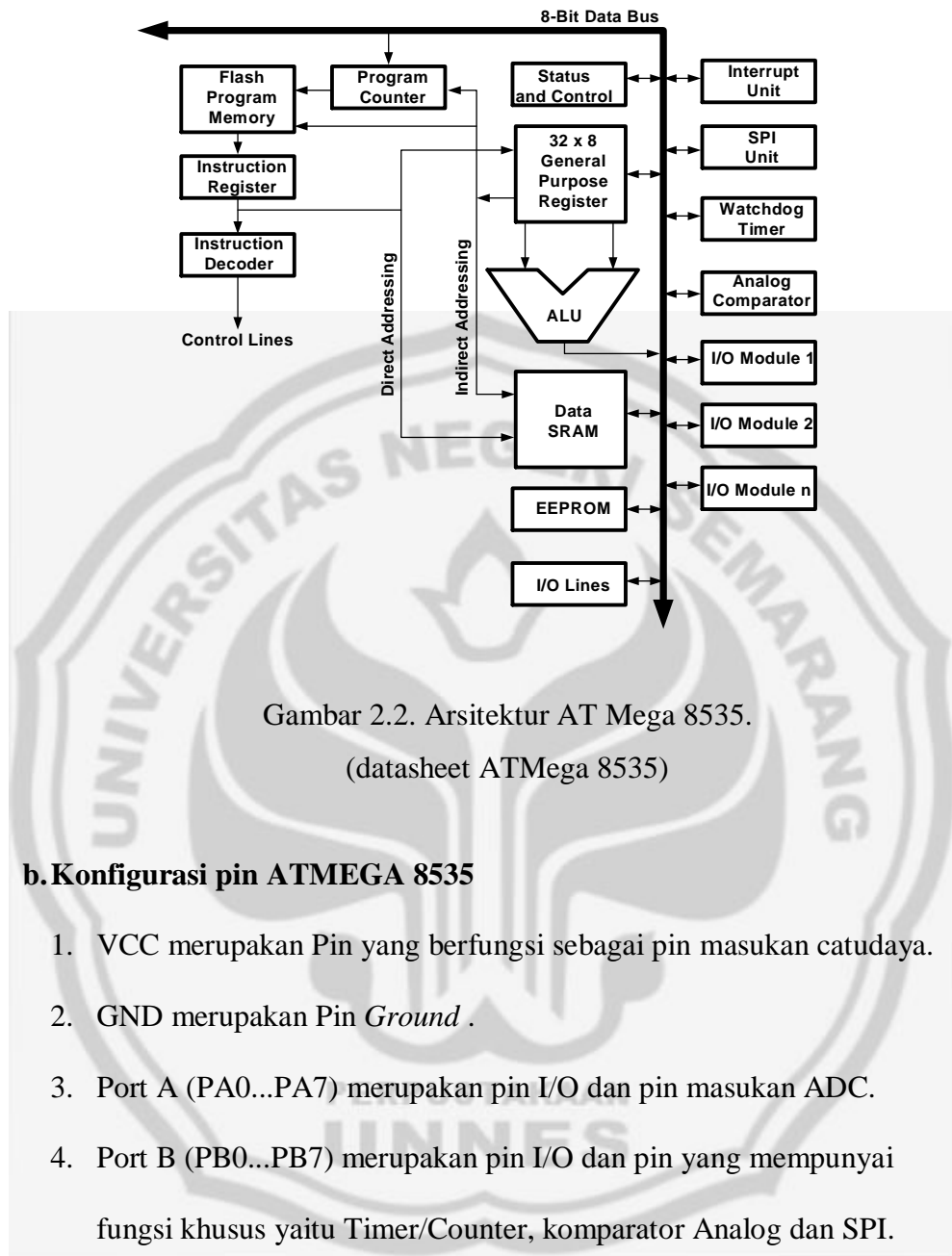
AVR dikelompokkan kedalam 4 kelas, yaitu ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan keluarga AT86RFxx. Dari kesemua kelas yang membedakan satu sama lain adalah ukuran *onboard memori*, *on-board peripheral* dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan mereka bisa dikatakan hampir sama.

a. Arsitektur Mikrokontroler AT Mega 8535

Mikrokontroler AT Mega 8535 memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan unjuk kerja dan paralelisme. Instruksi-instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil (*pre-fetched*) dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi-instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus clock.

32 x 8-bit register serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada Arithmetic Logic Unit (ALU) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari register serba guna ini dapat digunakan sebagai 3 buah register pointer 16-bit pada mode pengalamatan tak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data. Ketiga register pointer 16-bit ini disebut dengan register X (gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31).

Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit (word). Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit. Selain register serba guna di atas, terdapat register lain yang terpetakan dengan teknik memorymapped I/O selebar 64 byte. Beberapa register ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai register kontrol Timer/ Counter, Interupsi, ADC, USART, SPI, EEPROM dan fungsi I/O lainnya. Register-register ini menempati memori pada alamat 0x20h–0x5Fh. Gambar arsitektur AT Mega 8535 terlihat pada gambar 2.2. (Agus Bejo.2008;13)



Gambar 2.2. Arsitektur AT Mega 8535.

(datasheet ATmega 8535)

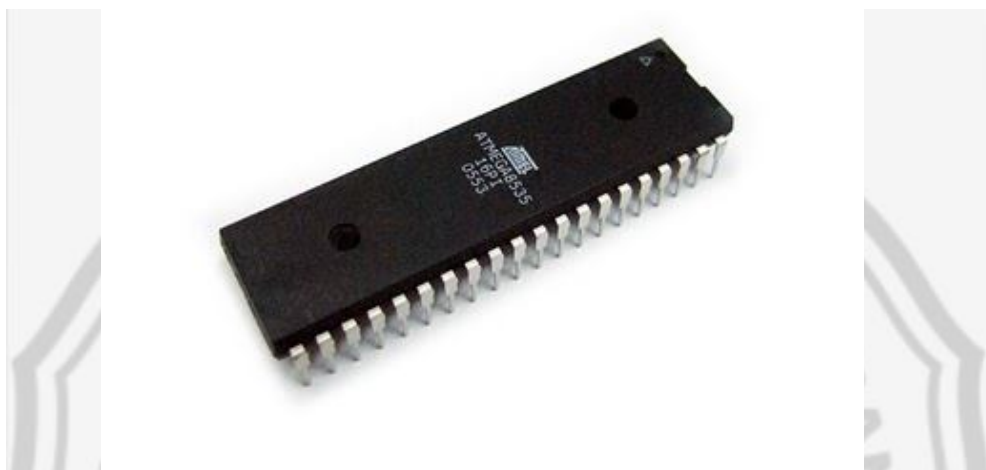
b. Konfigurasi pin ATMEGA 8535

1. VCC merupakan Pin yang berfungsi sebagai pin masukan catudaya.
2. GND merupakan Pin *Ground* .
3. Port A (PA0...PA7) merupakan pin I/O dan pin masukan ADC.
4. Port B (PB0...PB7) merupakan pin I/O dan pin yang mempunyai fungsi khusus yaitu Timer/Counter, komparator Analog dan SPI.
5. Port C (PC0...PC7) merupakan port I/O dan pin yang mempunyai fungsi khusus, yaitu komparator analog dan Timer Oscillator.
6. Port D (PD0...PD1) merupakan port I/O dan pin fungsi khusus yaitu komparator analog dan interrupt eksternal serta komunikasi serial.
7. RESET merupakan pin yang digunakan untuk mereset mikrokontroler.

8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock* eksternal.

9. AVCC merupakan pin masukan untuk tegangan ADC.

AREF merupakan pin masukan tegangan referensi untuk ADC.



Gambar.2.3. Mikrokontroler ATMEGA8535

(XCK/T0) PB0	1	40	PA0 (ADC0)
(T1) PB1	2	39	PA1 (ADC1)
(INT2/AIN0) PB2	3	38	PA2 (ADC2)
(OC0/AIN1) PB3	4	37	PA3 (ADC3)
(SS) PB4	5	36	PA4 (ADC4)
(MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC5)
(MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	GND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XTAL1	13	28	PC6 (TOSC1)
(RXD) PD0	14	27	PC5
(TXD) PD1	15	26	PC4
(INT0) PD2	16	25	PC3
(INT1) PD3	17	24	PC2
(OC1B) PD4	18	23	PC1 (SDA)
(OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL)
(ICP1) PD6	20	21	PD7 (OC2)

Gambar.2.4. Keterangan PIN ATMEGA8535

c. Status Register ATMEGA 8535

Status register adalah register berisi status yang dihasilkan pada setiap operasi yang dilakukan ketika suatu instruksi dieksekusi. SREG merupakan bagian dari inti CPU mikrokontroler.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	I	T	H	S	V	N	Z	C	SREG
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar.2.5. Status Register ATMEGA8535

1. Bit7 --> I (Global Interrupt Enable), Bit harus di Set untuk mengenable semua jenis interupsi.
2. Bit6 --> T (Bit Copy Storage), Instruksi BLD dan BST menggunakan bit T sebagai sumber atau tujuan dalam operasi bit. Suatu bit dalam sebuah register GPR dapat disalin ke bit T menggunakan instruksi BST, dan sebaliknya bit T dapat disalin kembali kesuatu bit dalam register GPR dengan menggunakan instruksi BLD.
3. Bit5 --> H (Half Carry Flag)
4. Bit4 --> S (Sign Bit) merupakan hasil operasi EOR antara flag -N (negatif) dan flag V (komplemen dua overflow).
5. Bit3 --> V (Two's Component Overflow Flag) Bit ini berfungsi untuk mendukung operasi matematis.
6. Bit2 --> N (Negative Flag) Flag N akan menjadi Set, jika suatu operasi matematis menghasilkan bilangan negatif.

7. Bit1 --> Z (Zero Flag) Bit ini akan menjadi Set apabila hasil operasi matematis menghasilkan bilangan 0.
8. Bit0 --> C (Cary Flag) Bit ini akan menjadi set apabila suatu operasi menghasilkan carry.

II.1.4 Pengarah Assembler

Pengarah assembler berguna untuk mengubah penunjuk kode assembly. Berikut adalah daftar beberapa sintaks pengarah assembler yang terdapat pada ATmega8535.

1. **cseg (code segment)** pengarah ini berguna sebagai penunjuk bahwa kode atau ekspresi dibawahnya diletakkan pada memori program pengarah ini biasanya diletakkan setelah pengarah **.dseg**
2. **.db (data byte)** pengarah ini memungkinkan kita dapat meletakkan konstanta seperti serial number, dan lookup table di memory program pada alamat tertentu.
3. **.dw (data word)** pengarah ini seperti data byte, tetapi dalam ukuran word.
4. **.org** digunakan untuk mengeset program counter pada alamat tertentu
5. **.byte** digunakan untuk inisialisasi besar byte yang digunakan pada SRAM untuk label tertentu
6. **.dseg (data segment)** pengarah ini berguna sebagai penunjuk bahwa kode dibawahnya berfungsi untuk melakukan seting SRAM

7. **.def (define)** pengarah ini memungkinkan suatu register dapat didefinisikan.
8. **.equ** berguna untuk memberi nama suatu konstanta yang tidak dapat berubah.
9. **.set** sama seperti **.equ** tetapi konstantanya dapat diubah.
10. **.endm (end macro)** untuk mengakhiri macro.
11. **.include** untuk mengincludekan sebuah file kedalam program agar program lebih cepat dimengerti atau memisahkan kedo dalam dua file terpisah.
12. **.device** sebagai penunjuk jenis AVR yang digunakan.
13. **.exit** sebagai penunjuk agar berhenti melakukan assembly pada file saat ini.
14. **.list** berguna membangkitkan file list.
15. **.listmac** berguna agar penambahan macro ditampilkan pada file list yang dibangkitkan.
16. **.nolist** berguna agar suatu runtun instruksi tidak dimasukkan dalam file list yang dibangkitkan.

II.1.5 LCD (M 1632)

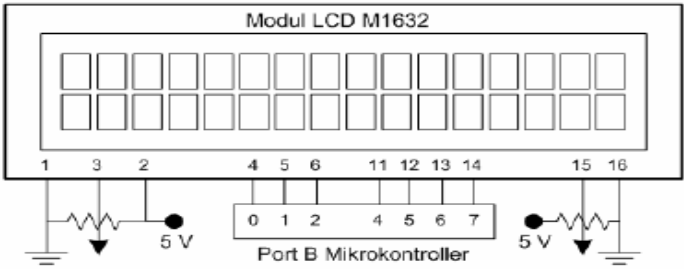
Display LCD 2x16 berfungsi sebagai penampil nilai kuat induksi medan elektromagnetik yang terukur oleh alat. LCD yang digunakan pada alat ini mempunyai lebar display 2 baris 16 kolom atau biasa disebut sebagai

LCD Character 2x16, dengan 16 pin konektor, Yang didefinisikan sebagaimana tabel 2.1 berikut:

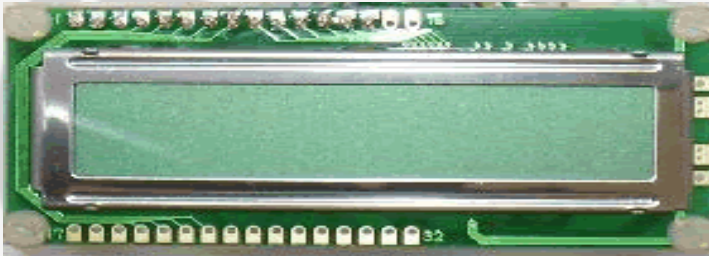
Tabel 2.1. Fungsi pin LCD Character 2x16

PIN	Nama	Fungsi
1	VSS	<i>Ground voltage</i>
2	VCC	+5V
3	VEE	<i>Contrast voltage</i>
4	RS	<i>Register Select</i> 0 = <i>Instruction Register</i> 1 = <i>Data Register</i>
5	R/W	<i>Read/ Write, to choose write or read mode</i> 0 = <i>write mode</i> 1 = <i>read mode</i>
6	E	<i>Enable</i> 0 = <i>start to lacht data to LCD character</i> 1= <i>disable</i>
7	DB0	LSB
8	DB1	-
9	DB2	-
10	DB3	-
11	DB4	-
12	DB5	-
13	DB6	-
14	DB7	MSB
15	BPL	<i>Back Plane Light</i>
16	GND	<i>Ground voltage</i>

Adapun Rangkaian koneksi LCD dapat dilihat pada gambar 2.6, serta bentuk dari LCD yang ditunjukkan pada gambar 2.7. (Widodo Budiharto 2007: 43 – 44).



Gambar 2.6. Rangkaian LCD M1632



Gambar 2.7. LCD character 2x16

Modul LCD terdiri dari sejumlah memory yang digunakan untuk display. Semua teks yang kita tuliskan ke modul LCD akan disimpan didalam memory ini, dan modul LCD secara berturutuan membaca memory ini untuk menampilkan teks ke modul LCD itu sendiri. Berikut adalah peta memori LCD yang ditunjukkan pada gambar 2.8.

Display	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13	14	15	16
Line 1	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13	14	15	...
Line 2	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53	54	55	...

Gambar 2.8. Peta memory LCD character 2x16

Pada peta memori diatas, daerah yang berwarna biru (00 s/d 0F dan 40 s/d 4F) adalah display yang tampak. jumlahnya sebanyak 16 karakter per baris dengan dua baris. Angka pada setiap kotak adalah alamat memori yang bersesuaian dengan posisi dari layar. Dengan demikian dapat dilihat karakter pertama yang berada pada posisi baris pertama menempati alamat 00h. dan karakter kedua yang berada pada posisi baris kedua menempati alamat 40h

Agar dapat menampilkan karakter pada display maka posisi kursor harus terlebih dahulu diset. Instruksi Set Posisi Kursor adalah 80h. dengan demikian untuk menampilkan karakter, nilai yang terdapat pada memory harus ditambahkan dengan 80h.

Sebagai contoh, jika kita ingin menampilkan huruf "B" pada baris kedua pada posisi kolom kesepuluh.maka sesuai dengan peta memory, posisi karakter pada kolom 10 dari baris kedua mempunyai alamat 4Ah, sehingga sebelum kita menampilkan huruf "B" pada LCD, kita harus mengirim instruksi set posisi kursor, dan perintah untuk instruksi ini adalah 80h ditambah dengan alamat $80h + 4Ah = 0Cah$. Sehingga dengan mengirim perintah 0Cah ke LCD, akan menempatkan kursor pada baris kedua dan kolom ke 11.

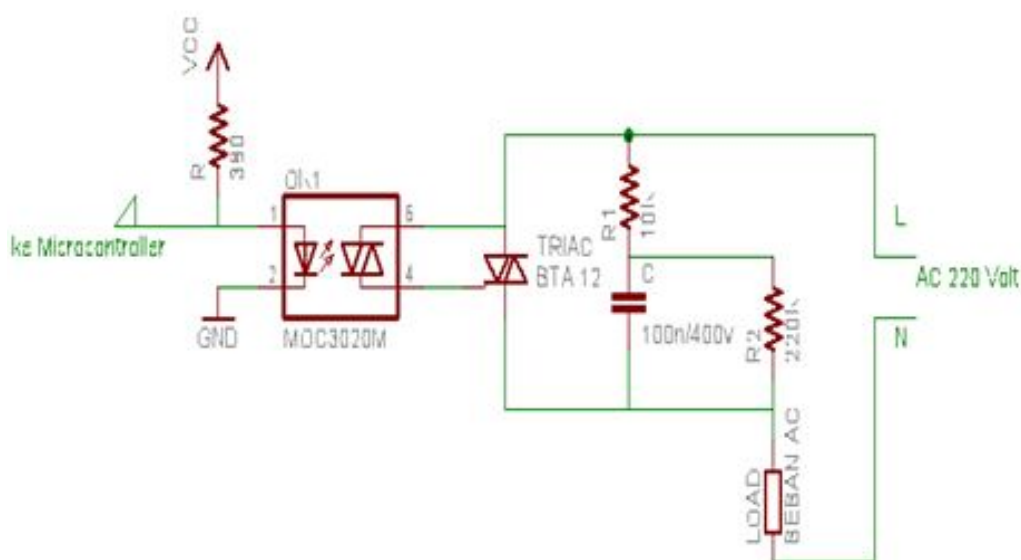
II.1.6 MOC 3020

Driver Beban AC tanpa Relay

Saat kita ingin mengendalikan beban AC 220 Volt. Entah itu *heater*, *pump* ato *fan*. banyak dari temen2 yang memakai *relay*.

Sekarang kita coba rangkaian alternatif, menggunakan MOC3020 dan BTA12.

- MOC3020 merupakan *OptoTriac*, kita menggunakan device ini agar rangkaian kontrol (*microcontroller*, *led*, *keypad*, *lcd* dan *kawan2..*) terisolasi dengan rangkaian power. Jadi saat rangkaian power meleduk, rangkaian control tetep aman.
- BTA12, TRIAC dengan kemampuan arus yang mengalir pada beban maximum 12 A.



Gambar 2.9. Rangkaian *driver* MOC 3020.

Part list:

1. MOC 3020
2. R 380 ohm
3. Triac BTA 12
4. R1 10K ohm
5. C 100 nano / 400 volt
6. R2 220K ohm

Saat Logic dari **mikro berlogika "High"**, arus akan mengalir dari VCC melewati R 380 ohm kemudian menuju MOC3020. Ini menyebabkan **MOC3020 "ON"**.

Saat MOC 3020 "ON", maka TRIAC **BTA12 akan ikut "ON"**. Arus 220 AC akan melewati TRIAC dan menuju LOAD / BEBAN AC. Sehingga **beban aktif**.

Sebaliknya, saat Logic dari **mikro "Low"**, maka arus dari VCC tidak masuk ke MOC3020 tetapi akan menuju pin mikro. Ini menyebabkan **MOC3020 "OFF" , BTA 12 juga akan "OFF"**.

Saat BTA12 berubah dari ON ke OFF, tegangan yang masih ada di BTA12 akan menimbulkan **"spike"** (loncatan tegangan). Spike jika pada relay berupa loncatan bunga api. Spike ini akan memperpendek umur BTA 12.

Rangkaian ini dilengkapi dengan kombinasi R1 dan C. Kombinasi R1 dan C ini disebut **rangkaian snubber** R2 digunakan untuk membuang muatan tegangan yang ada di Capacitor saat BTA12 “OFF”. Jika R2 tidak di pasang, saat BTA12 “OFF”. Capacitor akan terus menerus menyimpan muatan. Ini akan merusak Capacitor.

Saat memakai rangkaian ini untuk aplikasi *heater*, jika tidak memakai R2 maka dalam 1*24 jam. Capacitor akan *short*.

II.2 METODE PENYELESAIAN

Sesuai dengan tujuan Tugas Akhir ini adalah merancang sebuah *prototype* pendeteksi dan alat pemantau kestabilan *pasteurisasi* susu. Langkah-langkah penelitian meliputi perancangan, pengujian alat dan analisis kerja alat.

II.2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah merancang dan menguji alat pemantau kestabilan *pasteurisasi* susu dengan melakukan percobaan sampai diperoleh data yang diperlukan.

II.2.2 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah pengujian alat. Dalam hal ini pengujian alat yang dilakukan menggunakan teknik pengukuran. Pengujian alat tersebut dimaksudkan untuk mengetahui kualitas

alat yang direncanakan apakah sesuai yang dirancang (target) atau tidak. Apabila sudah dapat seperti target atau dapat mendekati target maka alat tersebut dapat dikatakan bagus. Target disini didasarkan perancangan alat yang dibuat.

II.2.3 Instrumen

Instrumen adalah alat ukur yang digunakan untuk pengukuran dalam eksperimen. Alat-alat ukur yang digunakan harus mempunyai tingkat validitas yang tinggi artinya sebuah instrumen dikatakan valid apabila mampu mengukur secara tepat atau mendekati harga sesungguhnya. Selain valid, sebuah instrumen juga harus mempunyai tingkat realibilitas yang baik. Instrumen hanya dapat dipercaya bila data yang diperoleh sesuai dengan kenyataan.

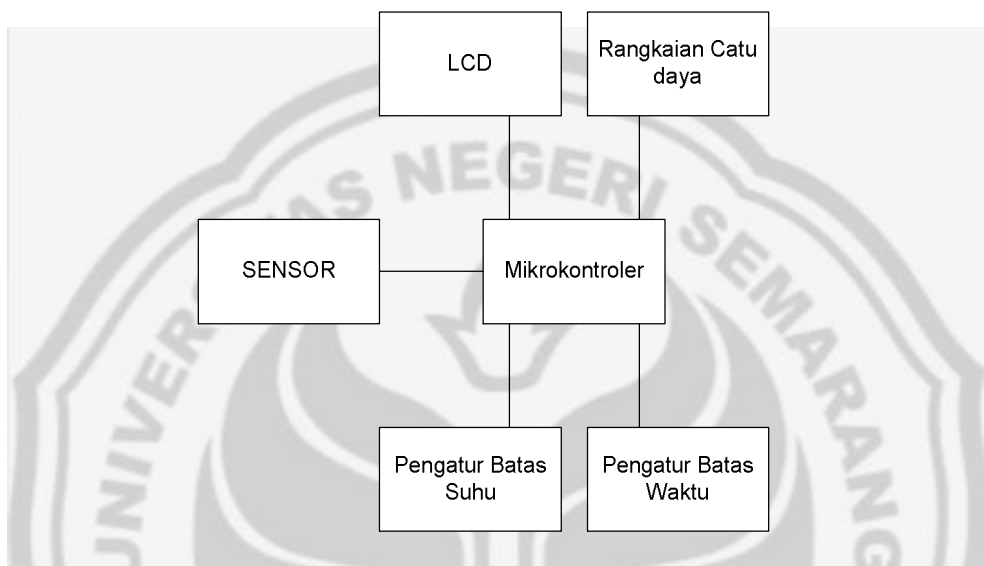
II.2.4 Teknik Analisis Data

Pengukuran unjuk kerja alat ini bertujuan untuk mengetahui kualitas kerja apakah alat ini dapat bekerja sesuai dengan harapan dalam perancangan atau tidak. Teknik analisis data disini menggunakan metode analisi diskriptif yaitu membandingkan antara perhitungan perencanaan dengan pengukuran atau pengamatan hasil eksperimen. Apabila terjadi penyimpangan dilakukan identifikasi dari penyimpangan tersebut.

II.3 PEMBUATAN ALAT

II.3.1 Pembuatan Perangkat Keras (Hardware)

Adapun bagan umum rancangan alat pemantau kestabilan *pasteurisasi* susu adalah sebagai berikut:



Gambar 2.10. Bagan Umum Rancangan Alat

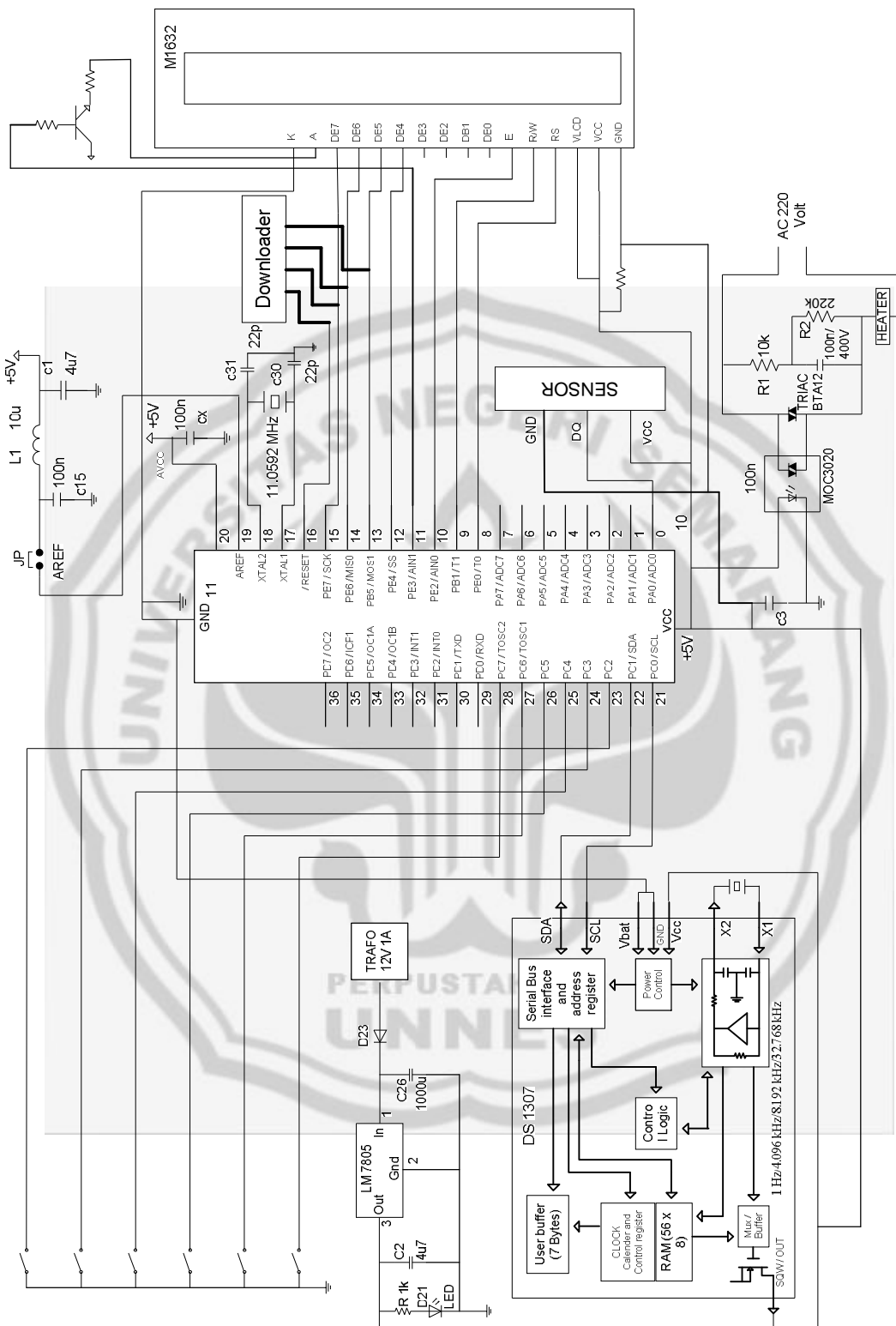
Penjelasan dari bagan umum rancangan alat pemantau kestabilan *pasteurisasi* susu adalah sebagai berikut:

Alat pemantau kestabilan *pasteurisasi* susu menggunakan mikrokontroler sebagai inti atau otak untuk menjalankan kerja alat. Penggunaan sensor pada alat pemantau kestabilan *pasteurisasi* susu adalah sebagai pendeteksi suhu *pasteurisasi*. LCD diperlukan pada alat untuk menampilkan suhu pembacaan dari sensor juga untuk menampilkan batas suhu dan batas waktu *pasteurisasi*. Alat pemantau kestabilan *pasteurisasi* susu membutuhkan pengatur batas suhu dan pengatur batas waktu untuk mengatur batas suhu dan batas waktu yang diinginkan berdasarkan metode

pasteurisasi. Rangkaian catudaya dibutuhkan pada alat untuk mensuplay daya ke seluruh bagian-bagian alat yang membutuhkan daya.

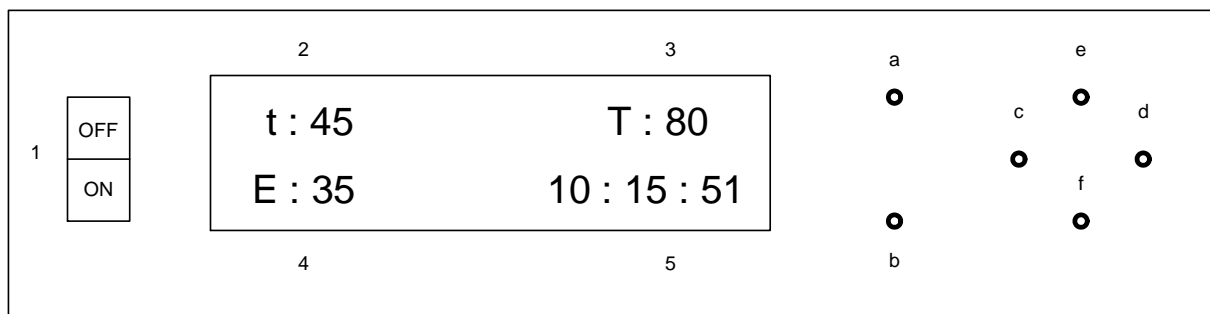
Adapun juga rancangan alat keseluruhan dari alat pemantau kestabilan pasteurisasi susu adalah seperti pada gambar 2.11.





Gambar 2.11. Rancangan alat keseluruhan

Display tampilan dari alat pemantau kestabilan *pasteurisasi* susu adalah sebagai berikut:



Gambar 2.12. Display tampilan alat

Keterangan display alat:

1. ON / OFF : tombol ON/OFF untuk menghidupkan dan mematikan alat
2. t : 45 : Tampilan t : 45 dibaca suhu pemanasan pada proses pasteurisasi telah mencapai suhu 45⁰C.
3. T : 80 : Tampilan T : 80 berarti bahwa suhu yang diinginkan adalah sebesar 80⁰C.
4. E : 35 : Tampilan E : 35 artinya bahwa rentang suhu antara saat suhu yang tercapai masih 45⁰C dengan suhu yang diinginkan 80⁰C adalah sebesar 35⁰C, maka proses pemanasan akan terus berjalan sampai suhu mencapai batas yang diinginkan yaitu 80⁰C.
5. 10 : 15 : 51 : Tampilan 10 : 15 : 51 artinya adalah menunjukkan jam 10 menit ke 15 dan detik ke 51.

6. keypad a : Keypad yang berfungsi apabila ditekan agak lama berfungsi untuk mensetting jam : menit : detik waktu sesuai dengan waktu ketika percobaan dilakukan. Apabila ditekan sebentar akan berfungsi sebagai tombol eksekusi.

7. keypad b : Keypad yang berfungsi sebagai tombol untuk membatalkan menu settingan waktu atau keluar dari menu settingan.

8. keypad c : Keypad yang berfungsi sebagai tombol penggeser arah kiri pada tiap digit jam, menit, dan detik dari settingan waktu.

9. keypad d : Keypad yang berfungsi sebagai tombol penggeser arah kanan pada tiap digit jam, menit, dan detik dari settingan waktu.

10. keypad e : Keypad yang berfungsi sebagai tombol penambah digit pada tiap digit jam, menit, dan detik dari settingan waktu.

11. keypad f : Keypad yang berfungsi sebagai tombol pengurang digit pada tiap digit jam, menit, dan detik dari settingan waktu.

II.3.2 Pembuatan *Software*

Software Compiler yang sering digunakan dalam pembuatan perangkat lunak antara lain : Bascom, WinAVR dan CodeVision AVR. *Software* yang digunakan dalam pembuatan perangkat lunak tugas akhir ini adalah CodeVision AVR Compiler. *Software* ini sudah berbasis bahasa C sehingga lebih mudah pemahamannya dibanding bahasa assembler yang cukup rumit dalam pemahamannya. Di dalam *software* ini terdapat beberapa fitur-fitur yang cukup membantu dalam membuat perintah-perintah tertentu. Fitur-fitur dari *software* ini antara lain source code pembacaan ADC, interrupt, timer, USART dan masih banyak lainnya. Sehingga kita akan lebih mudah dalam merancang sebuah perangkat lunak.

Perancangan perangkat lunak dimulai dengan membuat diagram *flowchart* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.13.

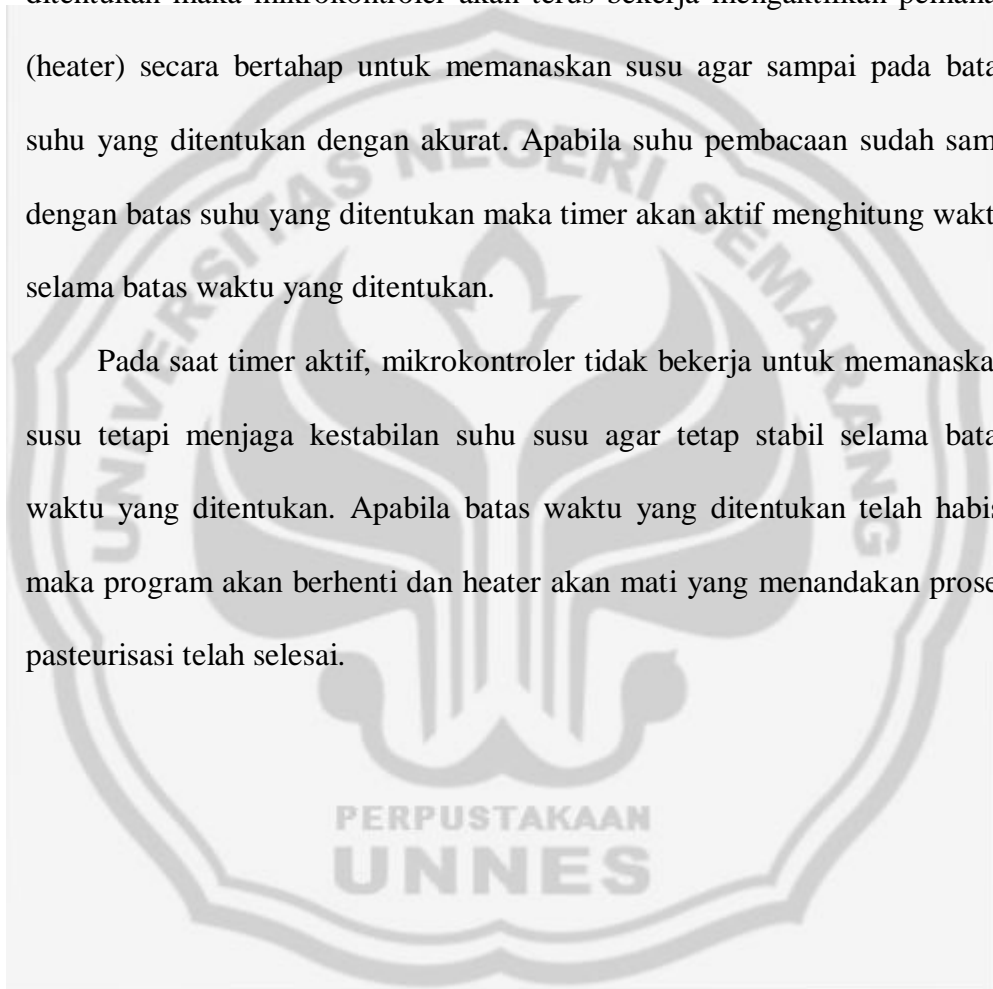
Penjelasan dari *flowchart software* yang dibuat adalah sebagai berikut:

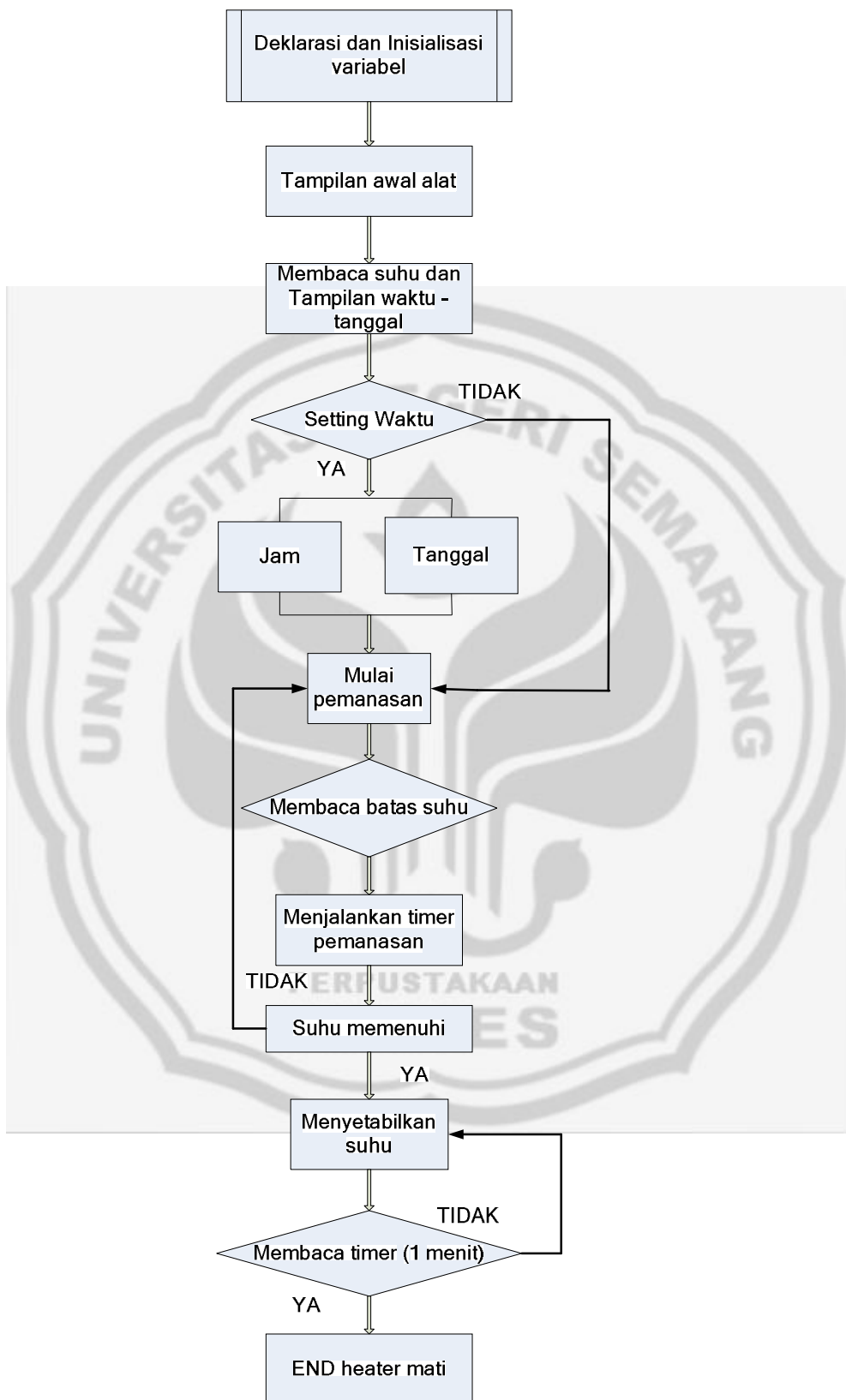
Ketika mulai (alat dinyalakan), system akan bekerja mendeklarasi dan menginisialisasi variable, kemudian menampilkan tampilan awal alat pada LCD berupa tampilan “Selamat Datang”. Mikrokontroler memproses input data dari keluaran sensor digital dan ditampilkan pada LCD berupa pembacaan suhu dalam $^{\circ}\text{C}$ dan menampilkan juga tampilan jam, batas suhu, dan selisih antara suhu pembacaan dengan batas suhu yang ditentukan.

Tampilan jam pada alat dapat disetting dengan menekan tombol menu pada alat. Apabila setting jam sudah dilakukan atau tidak dilakukan setting

ulang jam, kemudian mikrokontroler akan bekerja untuk memulai pemanasan dengan mengaktifkan heater yang berfungsi sebagai alat pemanas susu. Kemudian mikrokontroler membaca batas suhu yang ditentukan, apabila suhu pembacaan belum mencapai batas suhu yang ditentukan maka mikrokontroler akan terus bekerja mengaktifkan pemanas (heater) secara bertahap untuk memanaskan susu agar sampai pada batas suhu yang ditentukan dengan akurat. Apabila suhu pembacaan sudah sama dengan batas suhu yang ditentukan maka timer akan aktif menghitung waktu selama batas waktu yang ditentukan.

Pada saat timer aktif, mikrokontroler tidak bekerja untuk memanaskan susu tetapi menjaga kestabilan suhu susu agar tetap stabil selama batas waktu yang ditentukan. Apabila batas waktu yang ditentukan telah habis, maka program akan berhenti dan heater akan mati yang menandakan proses pasteurisasi telah selesai.





Gambar 2.13. Flowchart software

II.4 HASIL PENGUJIAN ALAT

II.4.1 Pengujian Kerja Alat

Pengujian kerja alat ini dilakukan untuk mengetahui apakah unjuk kerja dari alat pemantau kestabilan *pasteurisasi* susu tersebut sesuai dengan dengan program yang telah diberikan atau tidak.

Tabel 2.2. Hasil pengujian kerja alat

Hal	Alat ON			Jangka waktu alat bekerja (detik)	Alat OFF			Ket
	Waktu	Suhu (°C)			Waktu	Suhu (°C)		
		Alat	Termo			Alat	Termo	
Perc.1	09:47:43	80	79	60	09:48:43	80	79,5	Bekerja Baik
Perc.2	10:36:57	80	78,5	60	10:37:57	80	79,5	Bekerja Baik
Perc.3	10:49:05	80	79,5	60	10:50:05	80	79,5	Error
Perc.4	11:03:29	80	79,5	60	11:04:29	80	79,5	Bekerja Baik
Perc.5	11:22:19	80	79	60	11:23:19	80	78,5	Bekerja Baik
Perc.6	12:03:15	80	78	60	12:04:15	80	79,5	Bekerja Baik
Perc.7	14:33:41	80	78,5	60	14:34:41	80	79	Bekerja Baik
Perc.8	14:58:36	80	78,5	60	14:59:36	80	78,5	Bekerja Baik
Perc.9	15:29:22	80	79,5	60	15:30:22	80	78,5	Bekerja Baik
Perc.10	17:06:35	80	79,5	60	17:07:35	80	79,5	Bekerja Baik

II.4.2 Pengujian ketepatan pembacaan suhu alat

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui alat pemantau kestabilan *pasteurisasi* susu dapat bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian

dilakukan sebanyak 3 kali dengan membandingkan pembacaan suhu pada alat dengan pembacaan suhu pada termometer setiap 5 detik perubahan

Tabel 2.3. Perbandingan ke-1 antara suhu pembacaan alat dengan termometer

Timer (detik)	Digital ($^{\circ}\text{C}$)	Analog ($^{\circ}\text{C}$)
20:03:47	80	79
20:03:52	80	79
20:03:57	80	79
20:04:02	80	78,5
20:04:07	80	79
20:04:12	80	79
20:04:17	80	79,5
20:04:22	80	79,5
20:04:27	80	79
20:04:32	80	79,5
20:04:37	80	79
20:04:42	80	79,5
20:04:47	80	79,5

Tabel 2.4. Perbandingan ke-2 antara suhu pembacaan alat dengan termometer

Timer (detik)	Digital ($^{\circ}\text{C}$)	Analog ($^{\circ}\text{C}$)
09:05:58	80	78,5
09:06:03	80	78,5
09:06:08	80	78,5
09:06:13	80	78,5
09:06:18	80	79
09:06:23	80	79
09:06:28	80	79
09:06:33	80	79
09:06:38	80	78,5
09:06:43	80	78,5
09:06:48	80	79
09:06:53	80	79,5
09:06:58	80	79

Tabel 2.5. Perbandingan ke-3 antara suhu pembacaan alat dengan termometer

Timer (detik)	Digital ($^{\circ}\text{C}$)	Analog ($^{\circ}\text{C}$)
10:47:32	80	79
10:47:37	80	79
10:47:42	80	79
10:47:47	80	79
10:47:52	80	79,5
10:47:57	80	79
10:48:02	80	79,5
10:48:07	80	79,5
10:48:12	80	79,5
10:48:17	80	79
10:48:22	80	78,5
10:48:27	80	78,5
10:48:32	80	79

Tabel 2.6. Pembacaan data output digital berdasarkan data sheet sensor suhu DS 18S20.

No.	Suhu	Bilangan Biner	Bilangan Hexa
1	75	0000000010010110	0096
2	75,5	0000000010010111	0097
3	76	0000000010011000	0098
4	76,5	0000000010011001	0099
5	77	0000000010011010	009A
6	77,5	0000000010011011	009B
7	78	0000000010011100	009C
8	78,5	0000000010011101	009D
9	79	0000000010011110	009E
10	79,5	0000000010011111	009F
11	80	0000000010100000	00A0
12	80,5	0000000010100001	00A1
13	81	0000000010100010	00A2
14	81,5	0000000010100011	00A3
15	82	0000000010100100	00A4
16	82,5	0000000010100101	00A5
17	83	0000000010100110	00A6
18	83,5	0000000010100111	00A7
19	84	0000000010101000	00A8

20	84,5	0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1	00A9
21	85	0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0	00AA

II.5 ANALISIS

Ralat dinyatakan dalam bentuk Ralat Mutlak (Absolute Error) atau % Ralat (% of Error).

- i. Ralat Mutlak: Perbezaan diantara nilai sebenar/nilai jangkaan dan nilai ukuran sesuatu pemboleh-ubah (variable) yang sedang diukur.

$$e = |Y_n - X_n|$$

Dimana: e : Ralat mutlak

Y_n : Nilai pengukuran

X_n : Nilai sebenarnya

- ii. % Ralat (Ralat Nisbi/Relatif): Nilai ukuran peratusan bagi ralat mutlak terhadap nilai sebenar/nilai jangkaan.

$$\%e = \frac{|Y_n - X_n|}{|Y_n|} \times 100\%$$

Dimana: %e : Persen ralat

Y_n : Nilai pengukuran

X_n : Nilai sebenarnya

- iii. Ketepatan Relatif (A): Nilai ukuran yang kebiasaannya digunakan bagi menyatakan nilai ketepatan pengukuran.

$$A = 1 - \frac{|Y_n - X_n|}{|Y_n|}$$

Dimana: A : Ketepatan relatif

Yn : nilai pengukuran

Xn : nilai sebenarnya

iv. % Ketepatan Relatif (a): Nilai ukuran peratusan bagi ketepatan relatif.

$$a = 100\% - \%e$$

Dimana: a : Persen ketepatan relatif

%e : Persen ralat

II.5.1 Analisis Pengujian Kerja Alat

Berdasarkan tabel 2.2. Hasil pengujian kerja alat

Hal	Alat ON			Jangka waktu alat bekerja (detik)	Alat OFF			Ket
	Waktu	Suhu (°C)			Waktu	Suhu (°C)		
		Alat	Termo			Alat	Termo	
Perc.1	09:47:43	80	79	60	09:48:43	80	79,5	Bekerja Baik
Perc.2	10:36:57	80	78,5	60	10:37:57	80	79,5	Bekerja Baik
Perc.3	10:49:05	80	79,5	60	10:50:05	80	79,5	Error
Perc.4	11:03:29	80	79,5	60	11:04:29	80	79,5	Bekerja Baik
Perc.5	11:22:19	80	79	60	11:23:19	80	78,5	Bekerja Baik
Perc.6	12:03:15	80	78	60	12:04:15	80	79,5	Bekerja Baik
Perc.7	14:33:41	80	78,5	60	14:34:41	80	79	Bekerja Baik
Perc.8	14:58:36	80	78,5	60	14:59:36	80	78,5	Bekerja Baik
Perc.9	15:29:22	80	79,5	60	15:30:22	80	78,5	Bekerja Baik
Perc.10	17:06:35	80	79,5	60	17:07:35	80	79,5	Bekerja Baik

$$x_{\text{error}} = \frac{\sum \text{error}}{\text{jumlah pengujian}} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{10} \times 100\% = 0,1\%$$

Ket: x_{error} : tingkat kesalahan alat

$\sum \text{error}$: rata – rata error

Tingkat kesalahan dari alat pemantau kestabilan pasteurisasi susu ini adalah 0,1%. Berarti alat ini dapat bekerja dengan baik.

II.5.2 Analisis Pengujian Ketepatan Pembacaan Suhu Alat

1. Analisis tabel perbandingan ke-1 antara suhu pembacaan alat dengan termometer

$$e = |Y_n - X_n|$$

Ket: e: Ralat mutlak

Y_n : Nilai pengukuran (suhu sensor digital)

X_n : Nilai sebenarnya (suhu sensor analog)

$$e = |80^{\circ}C - 79,5^{\circ}C| = 0,5^{\circ}C$$

$$e = |80^{\circ}C - 79^{\circ}C| = 1^{\circ}C$$

$$e = |80^{\circ}C - 78,5^{\circ}C| = 1,5^{\circ}C$$

$$\%e = \frac{|Y_n - X_n|}{|Y_n|} \times 100\%$$

Ket: % e: Ralat

Y_n: Nilai pengukuran (suhu sensor digital)

X_n: Nilai sebenarnya (suhu sensor analog)

$$\%e = \frac{|80^{\circ}C - 79,5^{\circ}C|}{|80^{\circ}C|} \times 100\% = 0,625\%$$

$$\%e = \frac{|80^{\circ}C - 79^{\circ}C|}{|80^{\circ}C|} \times 100\% = 1,25\%$$

$$\%e = \frac{|80^{\circ}C - 78,5^{\circ}C|}{|80^{\circ}C|} \times 100\% = 1,875\%$$

$$A = 1 - \frac{|Y_n - X_n|}{|Y_n|}$$

Ket: A : Ketepatan relatif

Y_n: Nilai pengukuran (suhu sensor digital)

X_n: Nilai sebenarnya (suhu sensor analog)

$$A = 1 - \frac{|80^{\circ}C - 79,5^{\circ}C|}{|80^{\circ}C|} = 0,994^{\circ}C$$

$$A = 1 - \frac{|80^{\circ}C - 79^{\circ}C|}{|80^{\circ}C|} = 0,987^{\circ}C$$

$$A = 1 - \frac{|80^{\circ}C - 78,5^{\circ}C|}{|80^{\circ}C|} = 0,9812^{\circ}C$$

$$a = 100\% - \%e$$

Ket: a : Persen ketepatan relatif

%e: Persen ralat

$$a = 100\% - \%e$$

$$= 100\% - 0,625\% = 99,375\%$$

$$a = 100\% - \%e$$

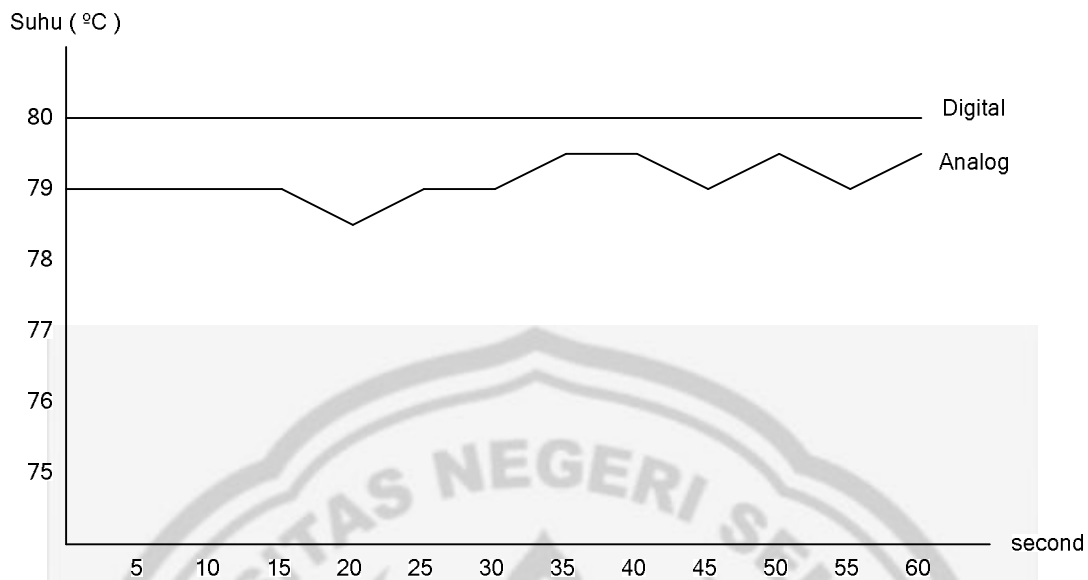
$$= 100\% - 1,25\% = 98,75\%$$

$$a = 100\% - \%e$$

$$= 100\% - 1,875\% = 98,125\%$$

Tabel 2.7. Analisis perbandingan ke-1 antara suhu pembacaan alat dengan termometer

Timer (detik)	Digital ($^{\circ}\text{C}$)	Analog ($^{\circ}\text{C}$)	Error	% error	A	a
20:03:47	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%
20:03:52	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%
20:03:57	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%
20:04:02	80	78,5	1,5	1,875%	0,9812	98,125%
20:04:07	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%
20:04:12	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%
20:04:17	80	79,5	0,5	0,625%	0,994	99,375%
20:04:22	80	79,5	0,5	0,625%	0,994	99,375%
20:04:27	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%
20:04:32	80	79,5	0,5	0,0063%	0,994	99,375%
20:04:37	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%
20:04:42	80	79,5	0,5	0,625%	0,994	99,375%
20:04:47	80	79,5	0,5	0,625%	0,994	99,375%



Gambar 2.14. Grafik Perbandingan ke-1 antara suhu pembacaan alat dengan termometer

2. Analisis tabel perbandingan ke-2 antara suhu pembacaan alat dengan termometer

$$e = |Y_n - X_n|$$

Ket: e: Ralat mutlak

Y_n : Nilai pengukuran (suhu sensor digital)

X_n : Nilai sebenarnya (suhu sensor analog)

$$e = |80^{\circ}C - 79,5^{\circ}C| = 0,5^{\circ}C$$

$$e = |80^{\circ}C - 79^{\circ}C| = 1^{\circ}C$$

$$e = |80^{\circ}C - 78,5^{\circ}C| = 1,5^{\circ}C$$

$$\%e = \frac{|Y_n - X_n|}{|Y_n|} \times 100\%$$

Ket: % e: Ralat

Y_n: Nilai pengukuran (suhu sensor digital)

X_n: Nilai sebenarnya (suhu sensor analog)

$$\%e = \frac{|80^{\circ}C - 79,5^{\circ}C|}{|80^{\circ}C|} \times 100\% = 0,625\%$$

$$\%e = \frac{|80^{\circ}C - 79^{\circ}C|}{|80^{\circ}C|} \times 100\% = 1,25\%$$

$$\%e = \frac{|80^{\circ}C - 78,5^{\circ}C|}{|80^{\circ}C|} \times 100\% = 1,875\%$$

$$A = 1 - \frac{|Y_n - X_n|}{|Y_n|}$$

Ket: A : Ketepatan relatif

Y_n: Nilai pengukuran (suhu sensor digital)

X_n: Nilai sebenarnya (suhu sensor analog)

$$A = 1 - \frac{|80^{\circ}C - 79,5^{\circ}C|}{|80^{\circ}C|} = 0,994^{\circ}C$$

$$A = 1 - \frac{|80^{\circ}C - 79^{\circ}C|}{|80^{\circ}C|} = 0,987^{\circ}C$$

$$A = 1 - \frac{|80^{\circ}C - 78,5^{\circ}C|}{|80^{\circ}C|} = 0,9812^{\circ}C$$

$$a = 100\% - \%e$$

Ket: a : Persen ketepatan relatif

%e: Persen ralat

$$a = 100\% - \%e$$

$$= 100\% - 0,625\% = 99,375\%$$

$$a = 100\% - \%e$$

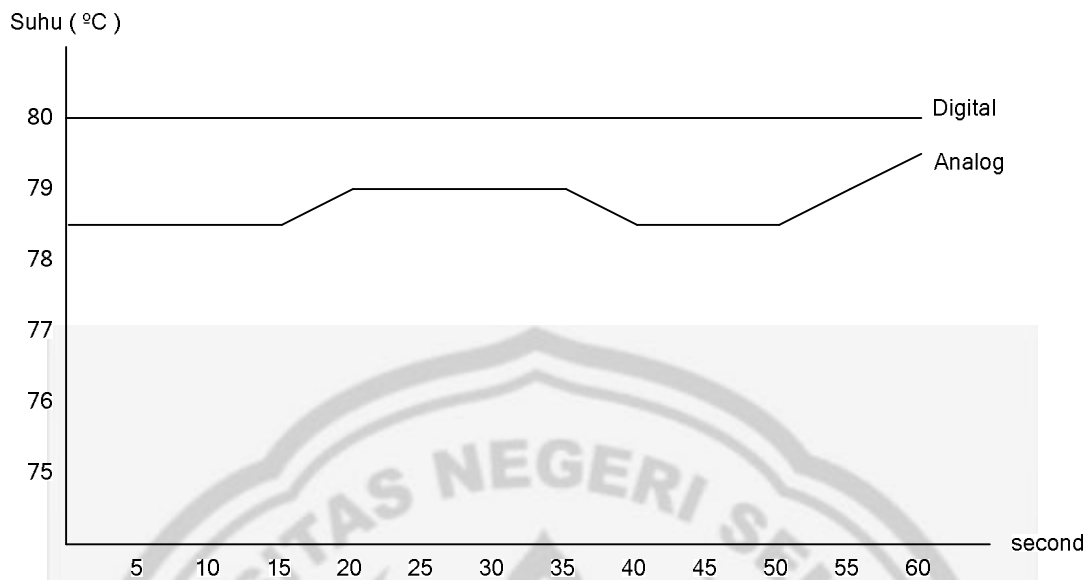
$$= 100\% - 1,25\% = 98,75\%$$

$$a = 100\% - \%e$$

$$= 100\% - 1,875\% = 98,125\%$$

Tabel 2.8. Analisis perbandingan ke-2 antara suhu pembacaan alat dengan termometer

Timer (detik)	Digital ($^{\circ}\text{C}$)	Analog ($^{\circ}\text{C}$)	Error	% error	A	a
09:05:58	80	78,5	1,5	1,875%	0,9812	98,125%
09:06:03	80	78,5	1,5	1,875%	0,9812	98,125%
09:06:08	80	78,5	1,5	1,875%	0,9812	98,125%
09:06:13	80	78,5	1,5	1,875%	0,9812	98,125%
09:06:18	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%
09:06:23	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%
09:06:28	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%
09:06:33	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%
09:06:38	80	78,5	1,5	1,875%	0,9812	98,125%
09:06:43	80	78,5	1,5	1,875%	0,9812	98,125%
09:06:48	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%
09:06:53	80	79,5	0,5	0,625%	0,994	99,375%
09:06:58	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%



Gambar 2.15. Grafik Perbandingan ke-2 antara suhu pembacaan alat dengan termometer

3. Analisis tabel perbandingan ke-2 antara suhu pembacaan alat dengan termometer

$$e = |Y_n - X_n|$$

Ket: e: Ralat mutlak

Y_n : Nilai pengukuran (suhu sensor digital)

X_n : Nilai sebenarnya (suhu sensor analog)

$$e = |80^{\circ}C - 79,5^{\circ}C| = 0,5^{\circ}C$$

$$e = |80^{\circ}C - 79^{\circ}C| = 1^{\circ}C$$

$$e = |80^{\circ}C - 78,5^{\circ}C| = 1,5^{\circ}C$$

$$\%e = \frac{|Y_n - X_n|}{|Y_n|} \times 100\%$$

Ket: % e: Ralat

Y_n: Nilai pengukuran (suhu sensor digital)

X_n: Nilai sebenarnya (suhu sensor analog)

$$\%e = \frac{|80^{\circ}C - 79,5^{\circ}C|}{|80^{\circ}C|} \times 100\% = 0,625\%$$

$$\%e = \frac{|80^{\circ}C - 79^{\circ}C|}{|80^{\circ}C|} \times 100\% = 1,25\%$$

$$\%e = \frac{|80^{\circ}C - 78,5^{\circ}C|}{|80^{\circ}C|} \times 100\% = 1,875\%$$

$$A = 1 - \frac{|Y_n - X_n|}{|Y_n|}$$

Ket: A : Ketepatan relatif

Y_n: Nilai pengukuran (suhu sensor digital)

X_n: Nilai sebenarnya (suhu sensor analog)

$$A = 1 - \frac{|80^{\circ}C - 79,5^{\circ}C|}{|80^{\circ}C|} = 0,994^{\circ}C$$

$$A = 1 - \frac{|80^{\circ}C - 79^{\circ}C|}{|80^{\circ}C|} = 0,987^{\circ}C$$

$$A = 1 - \frac{|80^{\circ}C - 78,5^{\circ}C|}{|80^{\circ}C|} = 0,9812^{\circ}C$$

$$a = 100\% - \%e$$

Ket: a : Persen ketepatan relatif

%e: Persen ralat

$$a = 100\% - \%e$$

$$= 100\% - 0,625\% = 99,375\%$$

$$a = 100\% - \%e$$

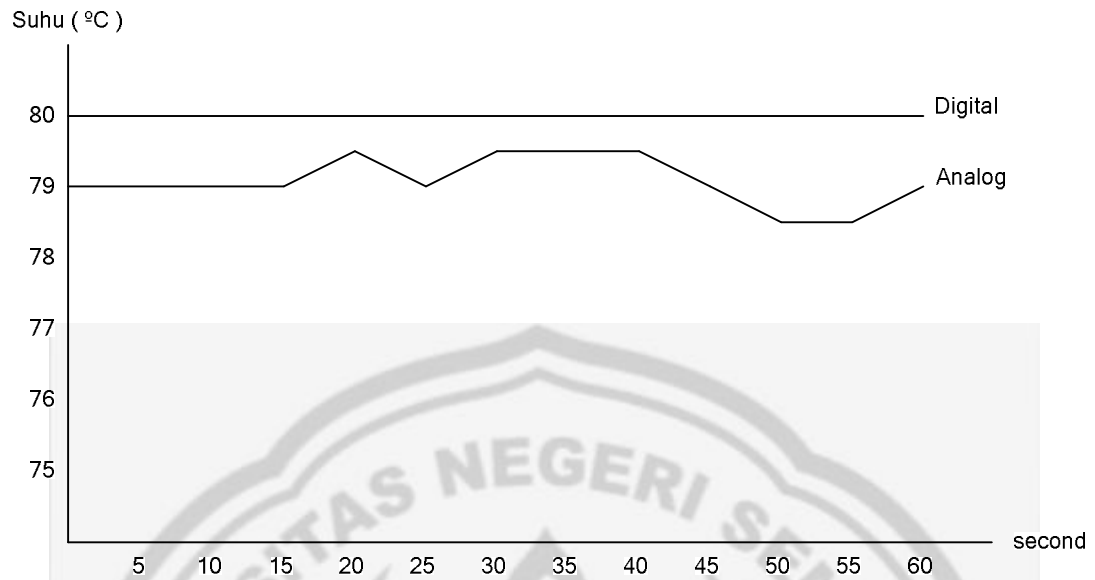
$$= 100\% - 1,25\% = 98,75\%$$

$$a = 100\% - \%e$$

$$= 100\% - 1,875\% = 98,125\%$$

Tabel 2.9. Analisis perbandingan ke-3 antara suhu pembacaan alat dengan termometer

Timer (detik)	Digital ($^{\circ}\text{C}$)	Analog ($^{\circ}\text{C}$)	Error	% error	A	a
10:47:32	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%
10:47:37	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%
10:47:42	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%
10:47:47	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%
10:47:52	80	79,5	0,5	0,625%	0,994	99,375%
10:47:57	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%
10:48:02	80	79,5	0,5	0,625%	0,994	99,375%
10:48:07	80	79,5	0,5	0,625%	0,994	99,375%
10:48:12	80	79,5	0,5	0,625%	0,994	99,375%
10:48:17	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%
10:48:22	80	78,5	1,5	1,875%	0,9812	98,125%
10:48:27	80	78,5	1,5	1,875%	0,9812	98,125%
10:48:32	80	79	1	1,25%	0,987	98,75%



Gambar 2.16. Grafik Perbandingan ke-2 antara suhu pembacaan alat dengan termometer

Dari semua hasil analisis pengujian ketepatan pembacaan alat dapat dilihat nilai maksimal ralat mutlak adalah $1,5^{\circ}\text{C}$, nilai maksimal persen ralat adalah 1,875%, nilai maksimal ketepatan relatif adalah 0,994, dan nilai maksimal persen ketepatan relatif adalah 99,375%. Berarti secara keseluruhan alat sudah dapat bekerja dengan baik dalam mengukur suhu susu.

BAB III

PENUTUP

III.1 KESIMPULAN

Berdasarkan pembuatan, pengoperasian dan pengujian alat pemantau kestabilan *pasteurisasi* susu, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat pemantau kestabilan *pasteurisasi* susu dapat bekerja sesuai dengan harapan dengan melihat hasil dari pengujian alat dan analisis alat, berupa nilai maksimal persen ralat adalah 1,875% dari perhitungan persen ralat antara suhu $78,5^{\circ}$ dengan 80° , nilai maksimal ketepatan relatif adalah 0,994 dari perhitungan ketepatan relative antara suhu $79,5^{\circ}$ dengan 80° , dan nilai maksimal persen ketepatan relatif adalah 99,375% dari perhitungan persen ketepatan relatif antara suhu $79,5^{\circ}$ dengan 80° .
2. Sensor Suhu DS 18S20 yang digunakan dalam tugas akhir ini sudah cukup presisi. Hal ini dibuktikan dengan pengujian yang telah dilakukan, dimana selisih antara pembacaan suhu sensor dengan pembacaan suhu thermometer tidak jauh berbeda, maksimal penyimpangan sebesar $1,5^{\circ}\text{C}$ yaitu antara pembacaan suhu sensor 80° dengan pembacaan suhu termometer.
3. Kelebihan alat pemantau kestabilan *pasteurisasi* susu ini adalah mampu menyetabilkan suhu pada suhu yang dikehendaki,

meskipun jangka waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu yang dikehendaki yaitu ± 1 jam.

III.2 SARAN

Dari hasil pembuatan alat ini, maka didapatkan beberapa saran untuk penyempurnaan alat:

1. Sensor Suhu DS 18S20 yang digunakan dalam tugas akhir ini sudah cukup presisi, tetapi tidak menutup kemungkinan untuk menggunakan sensor yang mempunyai tingkat kepresisian lebih tinggi agar alat ini dapat dikembangkan menjadi lebih sempurna lagi.
2. Alat pengukur suhu analog (termometer) yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah thermometer dengan skala per dua satuan derajat Celsius dengan kualitas yang rendah, alangkah lebih baiknya menggunakan termometer yang memiliki kepresisian dan kualitas yang lebih baik, agar lebih akurat dalam membandingkan antara pembacaan suhu sensor dengan pembacaan suhu termometer.
3. Untuk keamanan yang lebih, disarankan untuk memberi isolator listrik pada rangkaian alat yang dialiri arus AC.
4. Diharapkan untuk pengembangan lebih lanjut dan lebih baik lagi agar alat pemantau kestabilan *pasteurisasi* susu dapat menjadi lebih sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Digiware*. 2010. Data Sheet DS 1307 .http://id.Digiware.org/Data_Sheet. (diakses 22 Juni 2010, 22:10)
- Fairchild Semiconductor Corporation*. 2001. KA78XX/KA78XXA. <http://www.faischildsemi.com>, (diakses 22 Juni 2010, 22:15)
- Nugroho, Agfianto. 2008. LCD M1632. <http://www.digi-ware.com/LCD> (22 Juni 2010, 21:00)
- SHATO MEDIA INOVATION,2008. Sensor Suhu DS1621. (online), <http://shatamedia.com/2008/12/sensor-suhu-DS1621/>, (diakses 22 Juni 2010, 22:03)
- Texas Instruments Incorporated*. 1998. MOC 3020. <http://www.texasinstrumentsincorporated.com>, (diakses 22 Juni 2010, 22:25)
- Wardhana, Lingga. 2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*. Yogyakarta : Andi Offset
- Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas. 2007. pasteurisasi. (online),<http://id.wikipedia.org/wiki/Pasteurisasi>, (diakses 22 Juni 2010,21:42)