

**RANCANG BANGUN INKUBATOR BAYI PREMATUR
BERBASIS TEKNOLOGI THERMOELEKTRIK**

**SKRIPSI
TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI ELEKTRONIKA**

**Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**



**RAHMAT ANANTA
NIM. 125060307111031**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG**

2016

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN INKUBATOR BAYI PREMATUR
BERBASIS TEKNOLOGI THERMOELEKTRIK**

**SKRIPSI
TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI ELEKTRONIKA**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



RAHMAT ANANTA
NIM. 125060307111031

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
Pada tanggal 29 Januari 2016

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc.

NIP. 19590304 198903 1 001

Prof. Dr. dr. M. Rasyad Indra, MS.

NIP. 19500525 198002 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

M. Azis Muslim, ST., MT., Ph.D.

NIP. 19741203 200012 1 001

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



*Teriring Ucapan Terima Kasih Kepada :
Ayahanda dan Ibunda Tercinta*

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 28 Januari 2016

Mahasiswa,

RAHMAT ANANTA

NIM. 125060307111031



PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Inkubator Bayi Prematur Berbasis Teknologi Thermoelektrik” dengan lancar. Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak akan mungkin bisa tercapai tanpa bantuan, bimbingan serta dorongan dari semua pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- Allah SWT atas rahmat dan hidayah yang telah diberikan.
- Rasulullah Muhammad SAW, semoga shalawat serta salam selalu tercurah kepada beliau.
- Bapak tercinta Ir. Sutrisnanto, MBA, yang mendidik penulis dengan baik sehingga mampu menyelesaikan skripsi ini.
- Ibu tercinta Yuli Prasetyowati, yang penuh kesabaran memberikan kasih sayang, semangat serta do'a hingga terselesaikannya skripsi ini.
- Bapak Azis Muslim, ST., MT., Ph.D. sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Bapak Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D sebagai Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Ibu Ir. Nurussa'adah, MT. sebagai Ketua Kelompok Dosen Keahlian Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Bapak DR. Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc. sebagai Dosen Pembimbing I atas segala bimbingan, pengarahan, ide, saran dan kritik yang telah diberikan selama pengerjaan skripsi
- Bapak Prof. Dr. dr. M. Rasyad Indra, MS sebagai Dosen Pembimbing II atas segala bimbingan, pengarahan, ide, saran yang telah diberikan selama pengerjaan skripsi.
- Seluruh Civitas Akademika TEUB atas bimbingannya selama perkuliahan, serta staff recording TEUB dan staff Fakultas Kedokteran.
- Ade Juliani atas segala pengertian, kesabaran, semangat yang tak pernah putus, waktu, segala bantuan, dan doa yang telah diberikan.

- Teman-temanku Vrisco, Malik, Nino, Faza, Reza, Rifka, Gadis, Bima, Tata, Hesti, Salsa, Jingga, Dewi, Nizma dan Mutiah atas dukungan dan do'anya.
- Teman-teman VOCTRON (Paket B – 2012) dan Kelas C – 2012 atas dukungan dan do'anya.
- Seluruh teman-teman serta semua pihak yang tidak mungkin untuk dicantumkan namanya satu-persatu, terima kasih banyak atas segala bentuk bantuan dan dukungannya.

Pada akhirnya, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta bagi masyarakat.



Malang, Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
DAFTAR SIMBOL	ix
RINGKASAN	x
SUMMARY	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Ruang Lingkup.....	3
1.5 Tujuan	3
1.6 Manfaat.....	3
1.7 Skematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Definisi Bayi Prematur.....	5
2.2 Penyebab Terjadinya Prematuritas.....	5
2.3 Perawatan Bayi Prematur.....	6
2.4 Definisi Inkubator.....	6
2.5 Sensor SHT11.....	6
2.6 Sensor DS18B20.....	8
2.7 Mikrokontroler ATmega16.....	9
2.8 Termoelektrik.....	11
2.9 Sensor LM35.....	12
2.10 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	14
2.11 Relay.....	15
BAB III METODA PENELITIAN DAN PERANCANGAN	17
3.1 Studi Literatur.....	17
3.2 Penentuan Spesifikasi Alat.....	17
3.3 Perancangan dan Pembuatan Alat.....	18
3.3.1 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	18
3.3.2 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	18



3.4 Pengujian Alat.....	18
3.4.1 Pengujian Perangkat Keras.....	18
3.4.2 Pengujian Perangkat Lunak.....	19
3.4.3 Pengujian Keseluruhan.....	19
3.5 Pengambilan Kesimpulan.....	19
3.6 Diagram Blok Sistem.....	20
3.7 Perancangan Perangkat Keras.....	21
3.7.1 Perancangan Mekanik.....	21
3.7.2 Perancangan Sistem Elektrik.....	22
3.7.2.1 Perancangan Rangkaian <i>Minimum System</i> ATmega16.....	22
3.7.2.2 Perancangan Rangkain Sensor DS18B20.....	24
3.7.2.3 Perancangan Rangkaian Sensor SHT11.....	24
3.7.2.4 Perancangan Rangkaian Sensor LM35.....	25
3.7.2.5 Perancangan Rangkain Pengkondisi Sinyal LM35.....	25
3.7.2.6 Perancangan Rangkaian <i>Driver Relay</i>	27
3.7.2.7 Perancangan Rangkaian Thermoelektrik.....	29
3.7.2.8 Perancangan Rangkaian LCD.....	30
3.8 Perancangan Perangkat Lunak.....	30
3.8.1 Sub Rutin <i>command</i> pembacaan SHT11.....	31
3.8.2 Sub Rutin <i>command</i> pembacaan DS18B20.....	32
3.8.3 Sub Rutin <i>command</i> pembacaan LM35.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Pengujian Mikrokontroler.....	35
4.1.1 Tujuan.....	35
4.1.2 Peralatan Pengujian.....	35
4.1.3 Prosedur Pengujian.....	35
4.1.4 Hasil Pengujian.....	36
4.2 Pengujian Sensor.....	38
4.2.1 Sensor SHT11.....	38
4.2.1.1 Tujuan.....	38
4.2.1.2 Peralatan Pengujian.....	39
4.2.1.3 Prosedur Pengujian.....	39
4.2.1.4 Hasil Pengujian.....	39
4.2.2 Sensor DS18B20.....	40
4.2.2.1 Tujuan.....	40
4.2.2.2 Peralatan Pengujian.....	41
4.2.2.3 Prosedur Pengujian.....	41

4.2.2.4 Hasil Pengujian.....	41
4.2.3 Sensor LM35	42
4.2.3.1 Tujuan.....	42
4.2.3.2 Peralatan Pengujian.....	43
4.2.3.3 Prosedur Pengujian.....	43
4.2.4.4 Hasil Pengujian.....	43
4.3 Pengujian Respon Thermoelektrik.....	45
4.3.1 Tujuan.....	45
4.3.2 Peralatan Pengujian.....	45
4.3.3 Prosedur Pengujian.....	45
4.3.4 Hasil Pengujian.....	46
4.4 Pengujian <i>Driver Relay</i>	47
4.4.1 Tujuan.....	47
4.4.2 Peralatan Pengujian.....	47
4.4.3 Prosedur Pengujian.....	47
4.4.4 Hasil Pengujian.....	47
4.5 Pengujian Keseluruhan.....	48
4.5.1 Tujuan.....	49
4.5.2 Peralatan Pengujian.....	49
4.5.3 Prosedur Pengujian.....	49
4.5.4 Hasil Pengujian.....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	55



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Spesifikasi SHT11.....	7
Tabel 2.2	Pin sensor suhu dan kelembaban SHT11.....	8
Tabel 2.3	Fungsi khusus <i>Port B</i>	11
Tabel 2.4	Tabel deskripsi pin LCD 20x4.....	15
Tabel 4.1	Tegangan <i>output Minimum System</i> ATmega16 dengan logika 1.	36
Tabel 4.2	Tegangan <i>output Minimum System</i> ATmega16 dengan logika 0.	37
Tabel 4.3	Hasil % error pengujian.....	38
Tabel 4.4	Data pengujian Kelembaban Sensor SHT11.....	39
Tabel 4.5	Data hasil pengujian Sensor DS18B20.....	41
Tabel 4.6	Hasil pengujian tegangan keluaran Sensor LM35.....	43
Tabel 4.7	Hasil pengujian suhu keluaran Sensor LM35.....	44
Tabel 4.8	Hasil pengujian respon termoelektrik (4V).....	46
Tabel 4.9	Hasil pengujian respon termoelektrik (8V).....	46
Tabel 4.10	Hasil pengujian respon termoelektrik (12V).....	46
Tabel 4.11	Hasil pengujian respon termoelektrik	46
Tabel 4.12	Pengujian respon <i>driver relay</i>	47
Tabel 4.13	Data pengujian respon inkubator.....	49
Tabel 4.14	Data hasil respon waktu inkubator (5 elemen).....	49
Tabel 4.15	Data hasil respon waktu inkubator (10 elemen).....	49
Tabel 4.16	Data hasil respon waktu inkubator.....	50

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Diagram blok pada chip SHT11.....	7
Gambar 2.2	<i>Typical Application Circuit</i>	8
Gambar 2.3	Konfigurasi pin ATMega16.....	10
Gambar 2.4	Modul Thermoelektrik.....	11
Gambar 2.5	Proses Pemindahan Panas.....	12
Gambar 2.6	Sensor LM35.....	13
Gambar 2.7	Bentuk modul LCD 20x4 karakter.....	14
Gambar 2.8	Bentuk Relay.....	16
Gambar 2.9	Rangkaian Relay.....	16
Gambar 3.1	Diagram Blok Sistem Inkubator Bayi Prematur.....	20
Gambar 3.2	<i>Chamber Inkubator</i>	21
Gambar 3.3	Inkubator.....	22
Gambar 3.4	Perancangan <i>Minimum System</i> ATMega16.....	22
Gambar 3.5	Desain 3D <i>Minimum System</i> ATMega16.....	22
Gambar 3.6	Rangkaian Sensor DS18B20.....	24
Gambar 3.7	Rangkaian Sensor SHT11.....	25
Gambar 3.8	Rangkaian Sensor LM35.....	25
Gambar 3.9	Blok Perancangan Rangkaian Pengkondisi Sinyal	26
Gambar 3.10	Rangkaian Pengkondisi Sinyal LM35.....	26
Gambar 3.11	Rangkaian <i>Driver Relay</i>	27
Gambar 3.12	Rangkaian Thermoelektrik.....	29
Gambar 3.13	Rangkaian LCD.....	30
Gambar 3.14	Diagram Alir Perangkat Lunak.....	31
Gambar 3.15	Flowchart algoritma sub rutin <i>command</i> pembacaan SHT11.....	32
Gambar 3.16	Flowchart algoritma sub rutin <i>command</i> pembacaan DS18B20.....	33
Gambar 3.17	Flowchart algoritma sub rutin <i>command</i> pembacaan LM35.....	33
Gambar 4.1	Diagram blok pengujian mikrokontroler.....	35
Gambar 4.2	Pengujian Mikrokontroler.....	38
Gambar 4.3	Diagram blok pengujian sensor SHT11.....	39
Gambar 4.4	Grafik data pengujian sensor SHT11.....	40
Gambar 4.5	Pengujian Kelembaban Sensor SHT11.....	40
Gambar 4.6	Diagram blok pengujian sensor DS18B20.....	41
Gambar 4.7	Grafik pengujian Sensor DS18B20.....	42
Gambar 4.8	Pengujian Sensor DS18B20.....	42
Gambar 4.9	Diagram blok pengujian Sensor LM35.....	43
Gambar 4.10	Grafik pengujian tegangan keluaran sensor LM35.....	44
Gambar 4.11	Pengujian Sensor LM35.....	45
Gambar 4.12	Diagram blok pengujian respon thermoelektrik.....	45
Gambar 4.13	Diagram blok pengujian <i>driver relay</i>	47
Gambar 4.14	Pengujian <i>Driver Relay</i>	47
Gambar 4.15	Diagram blok pengujian keseluruhan.....	48

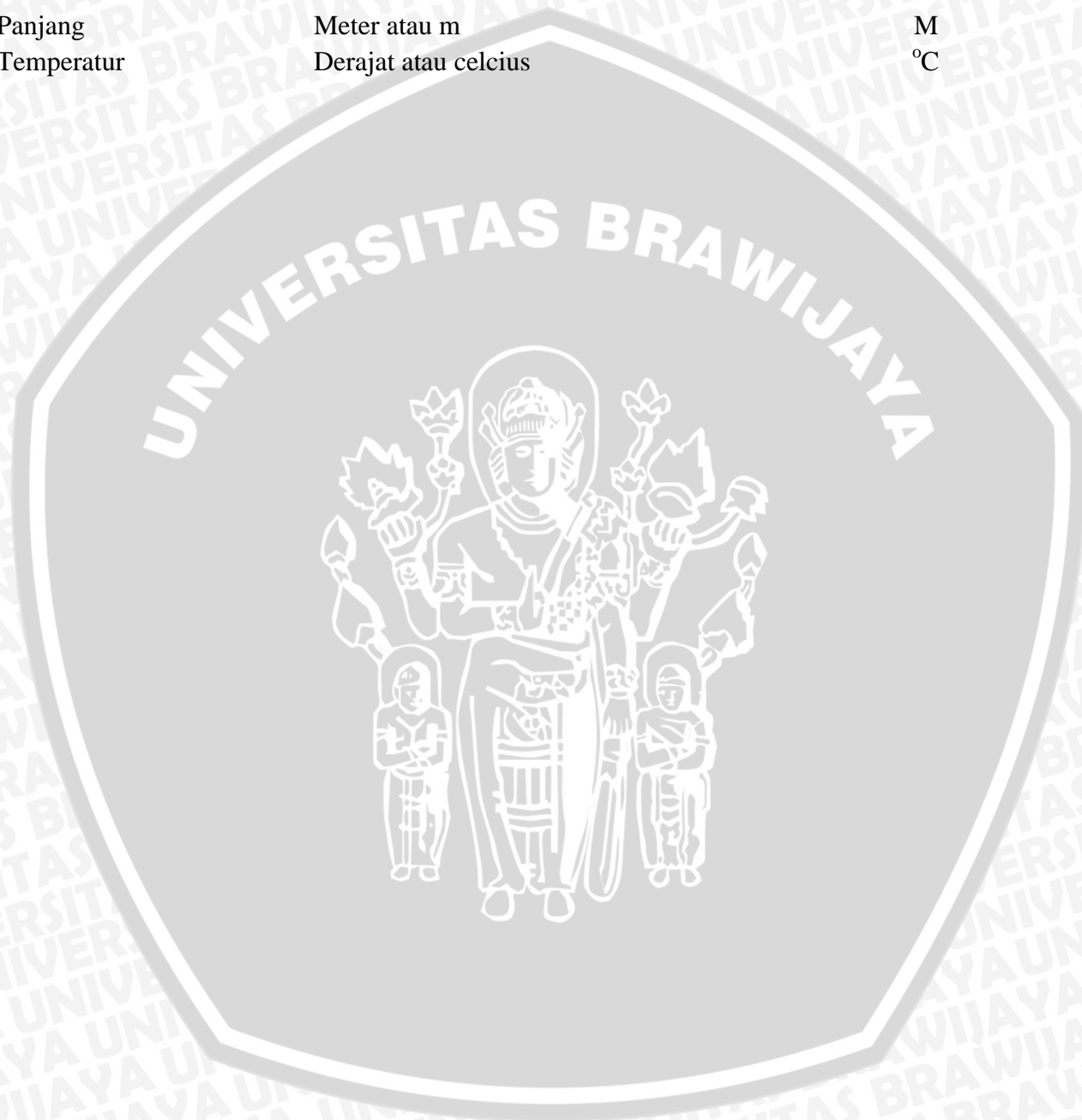
DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Dokumentasi Alat.....	55
Lampiran 2	Listing Program.....	58
Lampiran 3	Datasheet.....	64



DAFTAR SIMBOL

Besaran dasar	Satuan dan Singkatannya	Simbol
Tegangan	Volt atau V	V
Arus	Ampere atau A	A
Hambatan	Ohm atau Ω	Ω
Waktu	Detik atau second	s
Panjang	Meter atau m	M
Temperatur	Derajat atau celcius	$^{\circ}\text{C}$



RINGKASAN

Rahmat Ananta, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2016, *Rancang Bangun Inkubator Bayi Prematur Berbasis Teknologi Thermoelektrik*, Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc. dan Prof. Dr. dr. M. Rasyad Indra ,MS.

Bayi prematur adalah bayi yang lahir hidup sebelum usia kehamilan 37 minggu tanpa memperhatikan berat badan. Bayi prematur memiliki tingkat kematian bayi sebesar 70 kali daripada bayi biasa karena tidak dapatnya bayi beradaptasi dengan kondisi lingkungan. Dalam penatalaksananya saat ini menggunakan sebuah inkubator bayi. Inkubator yang ada saat ini memiliki kelemahan pada performansi keadaptifannya dalam memenuhi kebutuhan bayi. Inkubator yang ada saat ini hanya melakukan proses pemanasan sehingga terjadi banyak kasus bayi dehidrasi.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu inkubator yang dapat bekerja secara adaptif mengikuti kebutuhan bayi prematur. Fokus pengontrolan inkubator terdapat pada suhu badan bayi, selain itu juga terdapat faktor ruang inkubasi yang dijaga kelembabannya sesuai dengan standar yang ada. Dengan penggunaan teknologi thermoelektrik, inkubator ini dapat secara langsung beradaptasi dengan kondisi bayi. Inkubator dapat melakukan proses pemanasan maupun proses pendinginan yang diatur secara otomatis dengan menggunakan rangkaian relay. Keseluruhan kinerja alat dikontrol dengan menggunakan mikrokontroler.

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa driver relay telah berfungsi dengan baik sehingga inkubator dapat bekerja secara otomatis dan dapat melakukan proses pemanasan maupun proses pendinginan sesuai dengan suhu bayi yang dideteksi oleh sensor. Inkubator membutuhkan waktu selama 40 menit 20 detik untuk mencapai set point (36°C) dan kondisi kelembaban yang sesuai dengan standar yaitu 60%-80%RH. Inkubator membutuhkan jumlah elemen aktif sebanyak 10 buah agar dapat digunakan secara baik dan efisien. Inkubator telah dapat menunjang kemampuan bayi prematur untuk beradaptasi dengan lingkungannya.

Kata kunci: bayi prematur, inkubator, adaptif dan teknologi thermoelektrik

SUMMARY

Rahmat Ananta, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, Januari 2016, *Design of Premarute Infant's Incubator Based on Thermoelectric Technology*, Academic Supervisor : Dr. Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc. and Prof. Dr. dr. M. Rasyad Indra ,MS.

Premature infant are babies who born before 37 weeks gestation without regard to weight. Premature infants have high levels of infant mortality, about 70 times than usual because of their inability adapt to environmental conditions. On infant care currently using an infant incubator. The existing incubator has a weakness in adaptive performance to meet baby's needs. Existing incubator only perform the heating process so that cause many cases on infants dehydration.

This research is aim to create an incubator that can work adaptively follow the needs of premature infants. Focus control of it located on the baby's body temperature, but it also contained a factor that kept moist incubation chamber in accordance with existing standards. With the use of thermoelectric technology, this incubator can be directly adapted to the infant's condition. Incubators can perform the heating and cooling process that is set automatically by using a series of relays. The overall performance is controlled by using a microcontroller.

From the test results showed that the relay's driver is functioning properly so that the incubator can work automatically and can perform the heating or the cooling process according to the baby's temperature which detected by the sensor. Incubator takes 40 minutes and 20 seconds to reach the set point (36°C) and humidity conditions in accordance with the standards of 60% -80% RH. Incubator requires the amounts of active elements are 10 pieces to be used properly and efficiently. Incubator has been able to support the ability of premature infant to adapt to its environment.

Keywords: premature infant, incubator, adaptive and thermoelectric technology

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Badan kesehatan dunia (WHO) melaporkan setiap tahun diperkirakan 13 juta bayi lahir secara prematur di seluruh dunia dan satu juta bayi meninggal dunia. Salah satu tujuan *Millenium Development Goal* (MDGs) 2015 di bidang kesehatan adalah menurunkan angka kematian anak. Dalam 20 tahun terakhir, angka kematian balita di dunia menurun cukup tajam dari 12 juta pada 1990 menjadi berkisar 7,6 juta pada 2010 (dari 88 per 1.000 kelahiran hidup menjadi 57 per 1.000 kelahiran hidup) (IDAI, 2011).

Namun di pihak lain, angka kematian bayi menurun sangat lambat. Di Indonesia, angka kematian bayi sangat tinggi yaitu angka kematian bayi 32 per 1.000 kelahiran hidup. Setiap 1 jam terdapat 10 kematian bayi di Indonesia. Salah satu penyebab kematian bayi terbanyak adalah prematuritas dan infeksi. Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) Kementerian Kesehatan (Kemenkes) tahun 2007, penyebab kematian neonatus 0-6 hari di Indonesia adalah asfiksia (37 persen), prematuritas (34 persen), dan sepsis (12 persen) (IDAI, 2011).

Bayi normal jika dilahirkan pada usia kehamilan 37-40 minggu, kurang dari 37 minggu kelahiran kategorikan prematur. Bayi prematur mempunyai resiko kematian 70 kali lebih tinggi dari bayi normal, imaturitas sistem organ tubuhnya mengakibatkan kesulitan beradaptasi dengan kehidupan ekstra uterin. Masalah klinis yang paling sering terjadi adalah masalah hipotermia (suhu $<36,5^{\circ}\text{C}$), stres dingin dapat meningkatkan resiko kematian dan menghambat pertumbuhan, sedangkan hipotermia dengan suhu fluktuatif dapat menimbulkan *apneu*. Kondisi ini bisa mengakibatkan komplikasi jangka pendek dan jika terjadi terus menerus dapat menimbulkan kematian. (Musbikin Imam, 2005).

Penatalaksanaan bayi prematur saat ini telah menggunakan inkubator khusus untuk bayi prematur. Inkubator tersebut dapat menghasilkan suatu kondisi ruang inkubasi yang hangat untuk bayi, namun inkubator tersebut masih memiliki banyak sekali kekurangan. Inkubator saat ini hanya terfokus dalam sistem pemanasan, padahal bayi memiliki suatu kondisi tubuh di mana dibutuhkan proses pendinginan. Hal ini menyebabkan banyaknya kasus kematian bayi akibat dehidrasi. Selain itu, inkubator saat ini juga menggunakan sumber listrik AC sehingga tidak memungkinkan akan adanya sistem inkubator yang portabel.

Inkubator bayi prematur dengan teknologi termoelektrik di rancang untuk mengurangi resiko hipoglikemia, dengan mengurangi tingkat kehilangan panas pada bayi. Menggunakan teknologi termoelektrik pada komponen pemasok panas yang akan menghasilkan tingkat efisiensi yang tinggi dengan tingkat kehilangan energi yang rendah. Sedangkan efek termoelektrik adalah konversi langsung dari perbedaan suhu dengan tegangan listrik dan sebaliknya. Perangkat termoelektrik menciptakan tegangan ketika ada suhu yang berbeda di setiap sisi. Sebaliknya bila diberi tegangan maka akan menciptakan perbedaan suhu.

Inkubator ini juga dapat beradaptasi secara otomatis melakukan proses pemanasan dan pendinginan sesuai dengan kebutuhan bayi. Inkubator ini juga dilengkapi lubang kontak dengan bayi, lemari pendingin untuk penyimpanan asupan bayi yang berasal dari energi samping dari proses pemanas. Pasokan energi listrik dapat berasal dari listrik PLN maupun dari accu untuk menunjang sistem portabel.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat diidentifikasi bahwa terdapat beberapa masalah yang dapat diambil sebagai berikut :

1. Tingginya angka kematian bayi prematur.
2. Kurangnya fasilitas inkubator yang mendukung kebutuhan bayi.
3. Inkubator saat ini belum memiliki sifat adaptif.
4. Fokus inkubasi pada suhu dan kelembaban ruangan inkubasi.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan membuat sistem inkubasi yang dapat menjaga kestabilan suhu sesuai dengan standar yang ada ?
2. Bagaimana merancang dan membuat sistem pemanasan ruang inkubasi secara otomatis ?
3. Bagaimana merancang dan membuat sistem elektronika yang menunjang sistem inkubator bayi prematur ?
4. Bagaimana kinerja inkubator bayi prematur berbasis teknologi termoelektrik ?

1.4 Ruang Lingkup

Dengan mengacu pada permasalahan yang telah dirumuskan, maka hal-hal yang berkaitan dengan alat akan diberikan batasan sebagai berikut :

1. Sistem pemanasan dilakukan pada ruang inkubasi.
2. Pengaturan yang dilakukan adalah pengaturan kestabilan suhu bayi/objek.
3. Pembahasan ditekankan pada variasi jumlah elemen termoelektrik yang digunakan.
4. Kinerja alat dipengaruhi oleh suhu bayi/objek.
5. Tidak memperhitungkan konsumsi energi yang digunakan.
6. Faktor lingkungan tidak mempengaruhi kinerja alat.

1.5 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat suatu sistem pengontrolan kestabilan suhu bayi prematur di dalam ruang inkubator agar dapat mengikuti berbagai macam kondisi suhu lingkungan.

1.6 Manfaat

Inkubator bayi prematur berbasis teknologi termoelektrik ini bisa digunakan untuk menunjang tindakan klinis bagi bayi prematur, mulai dari lahir di dalam atau diluar rumah sakit sehingga memperkecil angka resiko kematian maupun kecacatannya. Dengan basis teknologi termoelektrik juga dapat dikembangkan menjadi inkubator portabel.

1.7 Sistematika Penulisan

Skripsi ini terdiri dari enam bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Membahas latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika pembahasan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Membahas teori-teori yang mendukung dalam perancangan dan pembuatan alat, yang meliputi : teori bayi prematur, teori tentang perawatan bayi prematur, standar inkubator, Termoelektrik, DS18B20, LM35, SHT11, LCD, relay, dan mikrokontroler Atmega 16.

BAB III Metoda Penelitian dan Perancangan

Berisi tentang metode-metode yang dipakai dalam melakukan perancangan, pengujian, dan analisis data. Selain itu juga membahas perencanaan alat meliputi spesifikasi, perencanaan diagram blok, prinsip kerja dan realisasi alat.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Memuat aspek pengujian meliputi penjelasan tentang cara pengujian dan hasil pengujian. Aspek analisis meliputi hasil pengujian sistem inkubasi dari inkubator bayi prematur secara keseluruhan dan dilakukan uji efisiensi variasi jumlah elemen termoelektrik pada sistem inkubasi.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Memuat intisari hasil pengujian dan menjawab rumusan masalah serta memberikan rekomendasi untuk perbaikan kualitas penelitian dimasa yang akan datang.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa teori pendukung yang perlu dibahas dalam pembuatan Inkubator Bayi Prematur Berbasis Teknologi Thermoelektrik ini meliputi:

- 1). Definisi Bayi Prematur
- 2). Penyebab Terjadinya Prematuritas
- 3). Perawatan Bayi dalam Inkubator
- 4). Definisi Inkubator
- 5). Sensor SHT11
- 6). Sensor DS18B20
- 7). Mikrokontroler ATmega 16
- 8). Thermoelektrik
- 9). Sensor LM35
- 10). *Liquid Crystal Display* (LCD)
- 11). Relay

2.1 Definisi Bayi Prematur

Bayi prematur adalah bayi dengan usia kehamilan kurang dari 37 minggu dan dengan berat lahir kurang dari 2500 gram (Musbikin Imam, 2005, hlm.303).

Bayi prematur adalah bayi yang dilahirkan dengan berat kurang dari 2500 gr, kapan pun bayi itu dilahirkan, baik pada minggu ke 32, 36, atau 39. (Stoppard M, 2007, hlm. 29).

Menurut WHO bayi prematur adalah bayi yang lahir hidup sebelum usia kehamilan 37 minggu (dihitung dari hari pertama haid terakhir) tanpa memperhatikan berat badan (Berhman, Kliegman, & Arvin, 2000, hlm 561).

2.2 Penyebab Terjadinya Prematuritas

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kelahiran bayi prematur dilihat dari faktor ibu yaitu *toksemia gravidarum* (preeklamsia dan eklamsia), kelainan bentuk uterus (uterus bikornis, inkompeten serviks), tumor (mioma uteri, sistoma), ibu yang menderita penyakit akut (mis.tifus abdominalis, malaria) dan kronis (mis.TBC, jantung), trauma pada maa kehamilan antaralain fisik (jatuh) dan psikologis (stres), usia ibu pada waktu hamil kurang dari 20 tahun atau lebih dari 35 tahun, ibu-ibu yang sebelumnya telah melahirkan lebih dari 4 anak dan malnutrisi.

Faktor janin yaitu kehamilan ganda, hidramnion, ketuban pecah dini (KPD), cacat bawaan, infeksi (mis. Ruberella, sifilis, toksoplasma), inkompatibilitas darah ibu dan janin (faktor rhesus, gol. darah ABO). Dari faktor plasenta yaitu plasenta previa dan *solutio plasenta* (Berhrman, Kliegman, & Arvin, 2000, hlm 562).

2.3 Perawatan Bayi dalam Inkubator

Pada bayi yang baru lahir dan membutuhkan perawatan khusus, diperlukan suhu lingkungan yang netral, suhu ini dapat diupayakan dengan berbagai cara. Salah satunya dengan inkubator. Inkubator pada umumnya ada dua macam yaitu inkubator tertutup yang semua perawatan dan pengobatannya diberikan melalui lobang lengan yang tersedia, di buka bila diperlukan, misalnya bayi dalam keadaan darurat, dan inkubator terbuka yang harus dibuka bila perawat akan melakukan tindakan perawatan bayi.

2.4 Definisi Inkubator

Inkubator bayi adalah peralatan yang umum ada di rumah sakit yang umumnya digunakan untuk menyediakan lingkungan yang aman dan stabil untuk bayi yang baru lahir. Seringnya untuk bayi yang lahir dalam keadaan prematur atau mempunyai penyakit atau disabilitas yang membuat mereka sangat rentan di bulan – bulan pertama kelahiran mereka (Josh Baum, 2013).

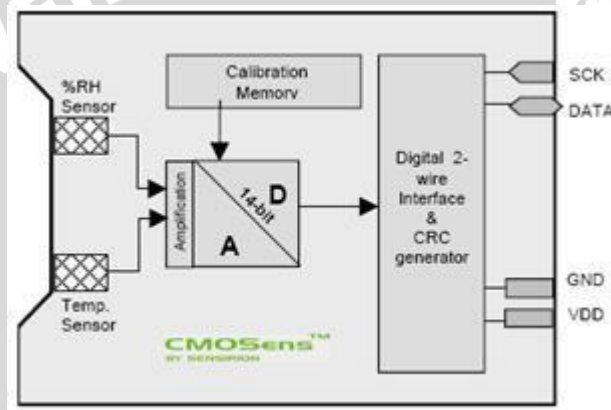
- a. Suhu inkubator ditentukan berdasarkan berat badan bayi agar suhu lingkungan memungkinkan bayi dapat mempertahankan suhu tubuhnya dalam batas normal (36,6 – 37,5). Bila menggunakan air untuk menjaga kelembaban inkubator, air harus diganti dengan yang steril setiap 8 atau 24 jam.
- b. Bagian luar inkubator dibersihkan setiap hari, bagian dalam bila terkena muntahan atau feses segera dibersihkan dengan menggunakan zat disinfektan, misalnya savlon 1:100. Bila inkubator dibersihkan, bayi dipindahkan pada inkubator lain yang sudah dihangatkan lebih dulu.
- c. Bayi yang dirawat di dalam inkubator tertutup dengan sevakontrol tidak berpakaian (Asrining, dkk, 2014).

2.5 Sensor SHT11

SHT 11 adalah sebuah *single chip* sensor suhu dan kelembaban relatif dengan multi modul sensor yang outputnya telah dikalibrasikan secara digital. Dibagian dalamnya terdapat kapasitif polimer sebagai elemen untuk sensor kelembaban relatif dan sebuah pita regangan yang digunakan sebagai sensor temperatur. Output kedua sensor digabungkan dan dihubungkan dengan ADC 12 bit dan sebuah *interface serial* pada satu chip yang

sama. Sensor ini menghasilkan sinyal keluaran yang baik dengan waktu respon yang cepat. SHT 11 dikalibrasi pada ruangan dengan kelembaban yang teliti menggunakan higrometer sebagai referensinya.

Koefisien kalibrasinya telah diprogramkan kedalam *OTP memory*. Koefisien tersebut akan digunakan untuk mengkalibrasikan keluaran dari sensor selama proses pengukuran. *2-wire* alat penghubung serial dan regulasi tegangan internal membuat lebih mudah dalam pengintegrasian sistem. Ukurannya yang kecil dan konsumsi daya yang rendah membuat sensor ini adalah pilihan yang tepat, bahkan untuk aplikasi yang paling menuntut. Didalam piranti SHT 11 terdapat suhu *surface-mountable LLC (Leadless Chip Carrier)* yang berfungsi sebagai suatu *pluggable 4 pin single-in-line* untuk jalur data dan *clock*, diagram blok chip SHT 11 dapat dilihat dalam gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram blok pada chip SHT 11

(Sumber : <http://www.sensirion.com>)

Spesifikasi dari sensor suhu dan kelembaban SHT 11 dapat dilihat dalam tabel 2.1

Tabel 2.1 Spesifikasi SHT 11

Karakteristik	SHT 11
Range Suhu	-40°C (-40°F) hingga +123,8°C (+254,9°F)
Akurasi Suhu	+/- 0,4°C pada 25°C
Range Kelembaban	0 hingga 100% RH
Akurasi RH absolut	+/- 3,5% RH
Faktor Bentuk	8 pin DIP – 0,6"
Konsumsi Daya Rendah	Tipikal 30µW
Tegangan Supply	+5 VDC

(Sumber : Datasheet SHT 11)

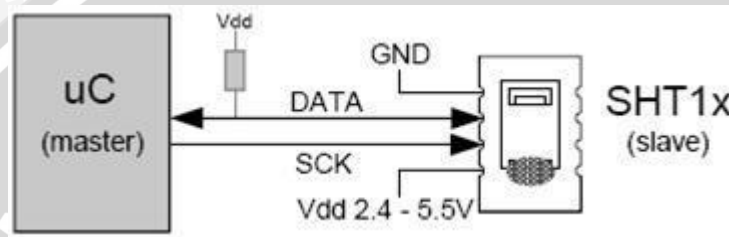
Pin yang terdapat pada sensor suhu dan kelembaban SHT 11 terlihat dalam Tabel 2.2

Tabel 2.2 Pin sensor suhu dan kelembaban SHT 11

Pin	Fungsi
1	Ground
2	Data
3	SCK
4	VDD (2,4-5,5 V)

(Sumber : Datasheet SHT 11)

Typical application circuit pada sensor SHT 11 terlihat dalam gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Typical Application Circuit*

(Sumber : <http://www.sensirion.com>)

2.6 Sensor DS18B20

Sensor temperatur DS18B20 dikeluarkan oleh Dallas Semiconductor. DS18B20 telah memiliki keluaran digital sehingga tidak diperlukan rangkaian ADC, serta akurasi nilai suhu dan kecepatan pengukuran memiliki kestabilan yang baik. Untuk pembacaan suhu, sensor menggunakan protokol *wire-communication*. DS18B20 memiliki 3 pin yang terdiri dari +5V, Ground dan Data *Input/Output*. DS18B20 merupakan sensor yang sangat praktis karena hanya membutuhkan 1 pin I/O saja untuk bisa bekerja sama dengan mikrokontroler. Sensor DS18B20 memiliki kemampuan untuk mengukur suhu pada kisaran -55°C sampai 125°C dan bekerja secara akurat dengan kesalahan $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ pada kisaran -10°C sampai 85°C . Selain itu, daya yang digunakan bisa langsung didapat dari data line ("*parasite power*"), sehingga tidak memerlukan lagi catu daya eksternal.

Keuntungan fitur:

- Hanya memerlukan satu port pin untuk komunikasi
- Setiap perangkat memiliki 64-bit dalam *on-board* ROM
- Kemampuan *simplifies distributed temperature sensing* aplikasi
- Tidak memerlukan komponen eksternal
- *Power supply* berkisar 3.0V sampai 5.5V

- Suhu yang dapat diukur dari -55°C sampai 125°C (-67°F - 257°F)
- Keakuratan data dari -10°C sampai 85°C
- Resolusi termometer 9-Bit
- Kecepatan mengukur suhu dalam 750-800 ms (maks)

Sensor ini mempunyai tiga kaki yang terdiri dari GND yaitu *ground*, DQ untuk data masukan atau data keluaran dan VDD untuk tegangan sensor.

2.7 Mikrokontroler ATmega 16

Salah satu IC *microcontroller* yang banyak digunakan adalah ATmega16 dari keluarga AVR. AVR merupakan seri *microcontroller* CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*. AVR mempunyai 32 register *general-purpose*, *timer/counter* fleksibel dengan *mode compare*, *interrupt internal* dan *eksternal*, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan *mode power saving*, ADC dan PWM *internal*. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI (Atmel Cooperation, 2003:4).

ATmega16 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz membuat *designer* sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya *versus* kecepatan proses (Atmel Cooperation, 2003:3). Beberapa keistimewaan dari AVR ATmega16 antara lain:

1. *Microcontroller* AVR 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi, dengan daya rendah.
2. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 MHz.
3. Memiliki kapasitas *flash* memori 32 Kbyte, EEPROM 1024 Byte dan SRAM 2Kbyte.
4. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *port A*, *port B*, *port C*, dan *port D*.
5. CPU yang terdiri dari 32 buah *register*
6. Unit interupsi *internal* dan *external*.
7. *Port* USART untuk komunikasi serial
8. Fitur *peripheral*
 - a. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan.
 - a) 2 (dua) buah *Timer/Counter* 8 bit dengan *prescaler* terpisah dan *Mode Compare*
 - b) 1 (satu) buah *Timer/Counter* 16 bit dengan *prescaler* terpisah, *Mode Compare*, dan *Mode Capture*

- b. *Real Time Counter* dengan *Oscilator* tersendiri
- c. 4 channel PWM
- d. 8 channel, 10-bit ADC
- e. *Byte-Oriented Two-wire Serial Interface*
- f. *Programmable serial USART*
- g. Antarmuka SPI
- h. *Watchdog Timer* dengan *oscillator internal*
- i. *On-chip Analog Comparator*

(Atmel Cooperation, 2003:1)

ATmega16 memerlukan sistem minimum agar dapat digunakan sebagai mana mestinya. Ada 3 bagian penting dalam sistem minimum ATmega16, yaitu:

1. Catu Daya

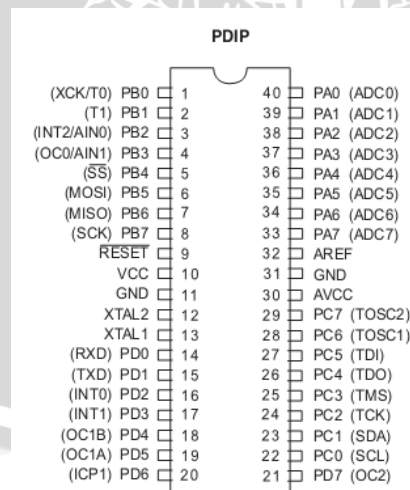
Catu daya adalah sumber tegangan yang dibutuhkan sistem minimum. Catu daya yang dibutuhkan oleh sistem minimum ini sebesar 4,5 - 5V.

2. Clock/Crystal

Clock/Crystal merupakan hal yang sangat penting dalam rangkaian sistem minimum karena bagian ini yang berfungsi memberikan *clock* untuk berjalannya transfer data.

3. Reset

Rangkaian *reset* berfungsi sebagai *interrupt* untuk *set* ke program awal. Ketika pin ini diaktifkan maka program akan berjalan lagi dimulai dari awal.



Gambar 2.3 Konfigurasi pin ATmega16

(Sumber: Atmel Cooperation)

- 4. *Port A* (PA0...PA7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pinmasukan ADC.

5. Port B (PB0...PB7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin fungsi khusus, seperti dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.3 Fungsi khusus Port B

<i>Pin</i>	<i>Fungsi Khusus</i>
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB5	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input)
PB4	\overline{SS} (SPI Slave Select Input)
PB3	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) OC0 (Timer/Counter0 Output Compare Match Output)
PB2	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) INT2 (External Interrupt 2 Input)
PB1	T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)
PB0	T0 T1 (Timer/Counter0 External Counter Input) XCX (USART External Clock Input/Output)

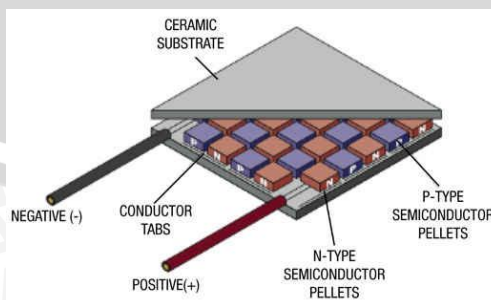
(Sumber: Atmel Cooperation)

6. AVCC merupakan pin masukan tegangan ADC.
7. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

(Atmel Cooperation, 2003:5)

2.8 Thermoelektrik

Thermoelektrik adalah alat yang dapat menghasilkan suhu panas pada sisinya dan suhu dingin pada sisinya satu lagi jika diberi catu daya. Thermoelektrik menggunakan efek Peltier. Saat thermoelektrik dilewati arus maka alat ini akan memindahkan panas dari satu sisi ke sisi lain, biasanya menghasilkan perbedaan panas sekitar 40°C - 70°C. Gambar thermoelektrik ditunjukkan dalam Gambar 2.4.

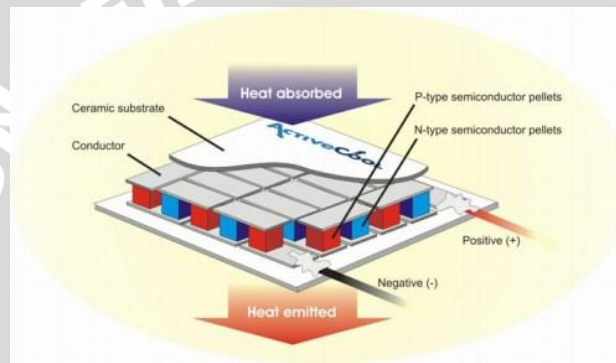


Gambar 2.4 Modul Thermoelektrik

(Sumber : digitkey.com, 2015)

Prinsip termoelektrik ini ditemukan pertama kali pada tahun 1834 oleh Jean Peltier, sehingga hasil penemuannya ini sering disebut “ Pendingin Peltier ” Ketika dua konduktor dihubungkan kontak listrik, elektron akan mengalir dari satu konduktor yang mempunyai elektron kurang terikat ke konduktor yang mempunyai elektron yang lebih terikat. Alasan yang mudah untuk hal ini adalah tingkat perbedaan Fermi antara dua konduktor.

Thermoelektrik dibangun oleh dua buah semikonduktor yang berbeda, satu tipe N dan yang lainnya tipe P. (mereka harus berbeda karena mereka harus memiliki kerapatan elektron yang berbeda dalam rangka untuk bekerja).Kedua semikonduktor diposisikan paralel secara termal dan ujungnya digabungkan dengan lempeng pendingin biasanya lempeng tembaga atau aluminium. Proses pemindahan panas pada termoelektrik dapat dilihat dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Proses Pemindahan Panas

(Sumber: vedcmalang.com, 2015)

Ujung penghantar dari dua bahan yang berbeda dihubungkan ke sumber tegangan, dengan demikian arus listrik akan mengalir melalui dua buah semikonduktor yang terhubung secara seri. Aliran arus DC yang melewati dua semikonduktor tersebut menciptakan perbedaan suhu. Sebagai akibat perbedaan suhu ini, Peltier pendingin menyebabkan panas yang diserap dari sekitar pelat pendingin akan pindah ke pelat lain.

2.9 Sensor LM35

LM35 adalah sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk *Integrated Circuit* (IC), di mana tegangan keluarannya sangat linear terhadap perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai pengubah besaran fisis suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ yang berarti setiap kenaikan suhu 1°C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10mV . IC LM35 ini tidak memerlukan pengkalibrasian atau penyetelan dari luar karena ketelitiannya sampai lebih kurang seperempat derajat celsius

pada temperatur ruang. Sensor ini digunakan karena memiliki jangkauan mulai dari -55°C sampai 150°C , penggunaan IC LM35 sangatlah mudah, difungsikan sebagai kontrol dari indikator tampilan catu daya terbelah. IC LM35 dapat dialiri arus $60\mu\text{A}$ dari sumber daya sehingga panas yang ditimbulkan sendiri sangat rendah yaitu kurang dari 0°C di dalam suhu ruang. IC LM35 ini difungsikan sebagai sensor suhu, ditunjukkan dalam Gambar 2.6



Gambar 2.6 Sensor LM35

(Sumber : Texas Instrument,2000;2)

V_{out} LM35 ini dihubungkan dengan ADC (Analog to Digital Converter). Dalam suhu kamar (25°C) transduser ini mengeluarkan tegangan 250mV dan $1,5\text{V}$ pada suhu 150°C dengan kenaikan sebesar $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$.

Selain itu IC LM35 memiliki keistimewaan sebagai berikut:

- Kalibrasi sudah dalam derajat celcius
- Linearitas $+10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$
- Akurasi $0,5^{\circ}\text{C}$ pada suhu ruang
- Range $+2^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$
- Diopresasikan dengan catu daya $4\text{V}-30\text{V}$
- Arus yang mengalir kurang dari $30\mu\text{A}$

Secara umum rumus perbandingan besarnya tegangan yang dihasilkan dengan suhu ruang yang terdeteksi oleh sensor adalah sebagai berikut:

$$\text{Suhu} = \frac{V}{10} \quad (1)$$

Keterangan:

Suhu = suhu yang terdeteksi oleh sensor LM35 ($^{\circ}\text{C}$)

V = besar tegangan yang dihasilkan (mV)

Agar mikrokontroler mampu membaca suhu yang diterima oleh LM35 dengan tepat, maka besarnya suhu yang diterima oleh LM35 harus dikonversikan terlebih dahulu menggunakan persamaan berikut:

$$\text{ADC} = \left(\frac{V_{\text{terukur}}}{V_{\text{reff}}} \right) \times 225 \quad (2)$$

Keterangan:

ADC = nilai ADC yang terbaca mikrokontroler

V_{terukur} = tegangan yang dikeluarkan oleh LM35

V_{reff} = tegangan *full scale* di mana sensor dalam keadaan suhu maksimal setelah ditemukan nilai ADC dengan rumus diatas, maka hasil suhu dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\text{Suhu} = \left(\frac{\text{ADC}}{255} \right) \times T_{\text{max}} \quad (3)$$

Keterangan:

T_{max} = suhu pembacaan maksimal sensor

ADC = nilai ADC yang terbaca mikrokontroler

2.10 Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan modul elektronika yang digunakan untuk menampilkan karakter angka, huruf atau simbol sehingga dapat dilihat secara visual pada sebuah panel. LCD ini menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Pada LCD berwarna semacam monitor terdapat banyak sekali titik cahaya (*pixel*) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair.

Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring.

Pada perancangan sistem ini menggunakan LCD modul 20x4 karakter. Bentuk fisik LCD modul ditunjukkan dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Bentuk modul LCD 20x4 karakter

(Sumber : extremeelectronics.co.in, 2015)

LCD modul 20X4 karakter menggunakan sumber tegangan DC 5 V serta dilengkapi dengan tingkat kontras yang cukup tinggi dan dapat diatur dengan memberikan variasi tegangan mulai dari 0-5 V. Tabel deskripsi pin LCD 20X4 ditunjukkan dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Tabel deskripsi pin LCD 20X4

No	Nama Pin	Deskripsi
1	VCC	5V
2	GND	0V
3	VEE	Tegangan kontras LCD
4	RS	<i>Register Select</i>
5	R/W	1= <i>Read</i> , 0= <i>Write</i>
6	E	<i>Enable Clock LCD</i>
7	D0	Data Bus 0
8	D1	Data Bus 1
9	D2	Data Bus 2
10	D3	Data Bus 3
11	D4	Data Bus 4
12	D5	Data Bus 5
13	D6	Data Bus 6
14	D7	Data Bus 7
15	Anoda	Tegangan Positif <i>Backlight</i>
16	Katoda	Tegangan Negatif <i>Backlight</i>

(Sumber : *Datasheet LCD 20x4*)

2.11 Relay

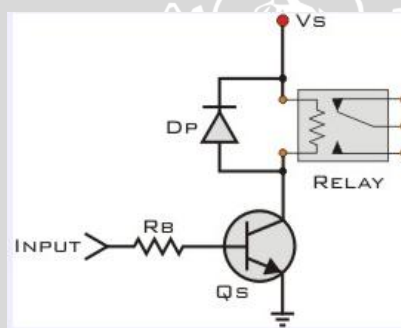
Relay adalah suatu komponen elektronika yang berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Prinsip kerja relay seperti tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (*solenoid*) di dekatnya. Ketika *solenoid* dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada *solenoid* sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Bentuk relay ditunjukkan dalam gambar 2.8.



Gambar 2.8 Bentuk Relay

(Sumber : *Datasheet JS Relay*)

Dalam pemakaiannya biasanya relay yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah dioda yang di-paralel dengan lilitannya dan dipasang terbalik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangan (+). Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat relay berganti posisi dari on ke off agar tidak merusak komponen di sekitarnya. Gambar rangkaian relay terdapat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Rangkaian Relay

(Sumber : roysoala.wordpress.com, 2014)

BAB III METODA PENELITIAN DAN PERANCANGAN

Untuk menyelesaikan rumusan masalah dan merealisasikan tujuan penelitian yang terdapat di bab pendahuluan maka diperlukan metode untuk menyelesaikan masalah tersebut. Selain itu bab ini juga menjelaskan tentang perancangan dan pembuatan, dan pembahasan inkubator bayi prematur mulai dari diagram blok sistem, desain mekanik, perancangan perangkat keras, dan perancangan perangkat lunak.

3.1 Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan bertujuan untuk mengkaji hal-hal yang berhubungan dengan teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan perealisasiian alat. Adapun teori-teori yang dikaji adalah sebagai berikut:

- 1) Mempelajari hal-hal yang berhubungan dengan penatalaksanaan hipotermia pada bayi prematur.
- 2) Mempelajari dasar, teori, dan spesifikasi komponen yang akan dipakai diantaranya :
 - Instrumentasi elektronik
 - Karakteristik komponen
 - Rangkaian digital
 - Sistem mikrokontroler ATmega 16
 -

3.2 Penentuan Spesifikasi Alat

Penentuan spesifikasi alat ini bertujuan agar dapat membuat sistem sesuai yang diinginkan dan dapat bekerja dengan efektif serta efisien. Alat yang dirancang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- 1) Sensor DS18B20 dan LM35 mampu mendeteksi suhu sesuai dengan suhu lingkungan sekitarnya.
- 2) Sensor SHT11 mampu mendeteksi suhu dan kelembapan lingkungan sekitar.
- 3) LCD yang digunakan adalah LCD character 20 x 4 dan mampu menampilkan nilai dari suhu dan kelembapan yang berasal dari sensor.
- 4) Relay yang digunakan mampu aktif bila dicatu 5V DC dan mampu mengalirkan arus sebesar 10A-12V DC untuk memicu elemen termoelektrik.

- 5) Mikrokontroler ATmega 16 digunakan sebagai pengatur kerja sensor, pengatur relay dan tampilan pada LCD 20x4.

3.3 Perancangan dan Pembuatan Alat

3.3.1 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras (*Hardware*)

- 1). Pembuatan diagram blok lengkap sistem
- 2). Pembuatan mekanik inkubator bayi prematur
- 3). Pembuatan mekanik dan elektrik Thermoelektrik
- 4). Pembuatan mekanik dan elektrik Blok Sensor
- 5). Penentuan dan perhitungan komponen yang akan digunakan

3.3.2 Perancangan dan Penyusunan Perangkat Lunak (*Software*)

Setelah kita mengetahui seperti apa perangkat keras yang dirancang, maka kita membutuhkan perangkat lunak untuk mengendalikan dan mengatur kerja dari alat ini. Desain dan parameter yang telah dirancang kemudian diterapkan kedalam Mikrokontroler ATmega16 dengan menggunakan bahasa BASIC dan *compiler* BASCOM AVR.

3.4 Pengujian Alat

Untuk memastikan bahwa sistem ini berjalan sesuai yang direncanakan maka perlu dilakukan pengujian alat meliputi perangkat keras (*hardware*) yang dilakukan baik per blok maupun keseluruhan sistem.

3.4.1 Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*)

Untuk pengujian perangkat keras, pengujian dilakukan dalam masing-masing bagian sesuai diagram blok rangkaian alat dalam Gambar 3.1. Pengujian ini bertujuan untuk menguji apakah tiap-tiap blok sistem telah sesuai dengan seluruh sistem yang direncanakan. Pengujian yang dilakukan meliputi:

- 1) Pengujian sensor LM35 dan sensor DS18B20

Pengujian sensor LM35 dan sensor DS18B20 dilakukan untuk mengetahui apakah sensor dapat mendeteksi suhu lingkungan sekitar. Pengujian dilakukan dengan membandingkan data suhu dari sensor dengan termometer digital.

2) Pengujian Sensor SHT11

Pengujian sensor SHT11 dilakukan untuk mengetahui apakah sensor dapat mendeteksi suhu dan kelembapan lingkungan sekitar. Pengujian dilakukan dengan membandingkan data suhu dari sensor dengan termometer air raksa dan data kelembapan dari higrometer digital.

3) Pengujian rangkaian relay

Pengujian rangkaian relay dilakukan dengan cara dicatu melalui *pin out* dari mikrokontroler untuk mengetahui apakah relay dapat aktif atau tidak.

4) Pengujian rangkaian ATmega16

Pengujian bertujuan untuk mengetahui *port-port* dari IC ATmega16 dapat berfungsi dengan baik. Pengujian dilakukan dengan menyambungkan LED pada masing-masing port IC dan diberi logika *high* atau *low*.

3.4.2 Pengujian Perangkat Lunak (*Software*)

Pengujian dilakukan dengan cara mensimulasikan perangkat lunak dalam sistem untuk menganalisis respon yang dihasilkan. Pengujian perangkat lunak bertujuan untuk menganalisis apakah perangkat lunak tersebut dapat mengolah data serta mengendalikan sistem sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.

3.4.4 Pengujian Keseluruhan Sistem

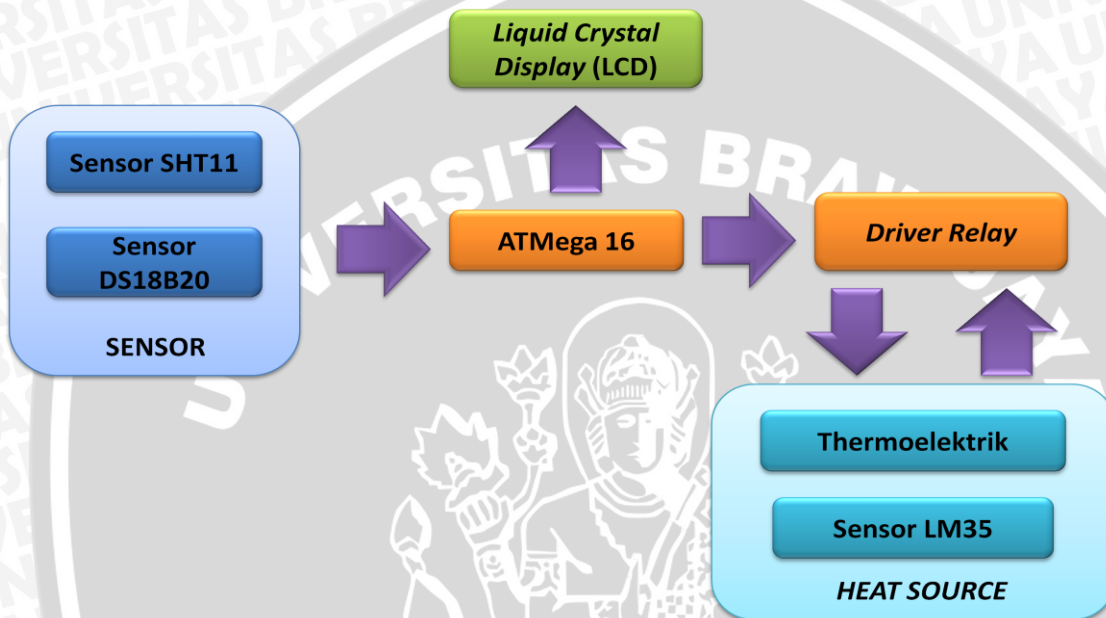
Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menyambungkan blok perangkat keras dan mengoperasikan sistem kemudian dapat dianalisis apakah alat ini bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Setelah perangkat keras telah beroperasi seperti yang diharapkan, perangkat lunak yang telah dibuat diujikan bersama perangkat kerasnya. Sistem dikatakan berhasil jika perangkat keras dan perangkat lunak yang ada telah tersinergi dan bekerja sebagai sebuah sistem yang sesuai dengan spesifikasi rancangan.

3.5 Pengambilan Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan dilakukan setelah didapatkan hasil dari pengujian. Jika hasil yang diperoleh telah sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan maka alat tersebut telah memenuhi harapan dan memerlukan pengembangan untuk penyempurnaannya.

3.6 Diagram Blok Sistem

Sistem inkubator bayi prematur ini terdiri dari beberapa bagian utama yang memiliki tugas berbeda-beda. *Driver Relay* memiliki fungsi mengatur proses kerja blok *heat source*. Pada bagian blok sensor terdapat 2 buah sensor dan pada blok *heat source* terdapat elemen termoelektrik dan juga sensor LM35. Keseluruhan diagram blok diatur oleh mikrokontroler dan hasilnya akan ditampilkan pada LCD. Diagram blok sistem inkubator bayi prematur secara keseluruhan ditunjukkan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Inkubator Bayi Prematur

Pada blok sensor terdiri dari sensor SHT11 dan sensor DS18B20 di mana kedua sensor ini melakukan proses yang berbeda-beda. Sensor SH11 melakukan proses penginderaan suhu dan kelembaban pada ruang inkubasi. Hasil dari proses penginderaan ini dikirimkan ke mikrokontroler dan hasil tersebut akan ditampilkan pada LCD. Sensor DS18B20 memiliki tugas untuk melakukan proses penginderaan suhu pada bayi. Hasil penginderaan ini lah yang nantinya akan diproses oleh mikrokontroler dan hasil tersebut akan menentukan proses yang dilakukan oleh keseluruhan alat. Hasil penginderaan suhu dari sensor ini juga akan ditampilkan pada LCD.

Driver Relay adalah suatu rangkaian switch yang terdiri dari 3 buah relay dengan fungsi yang berbeda-beda. Relay pertama berfungsi sebagai *switch power (on/off)* secara otomatis. Relay kedua berfungsi sebagai switch tegangan dan juga pemicu dari relay ketiga. Relay ketiga berfungsi sebagai *switch* proses kerja elemen termoelektrik, relay ini bekerja dengan cara membolak-balikan polaritas elemen termoelektrik.

Pada blok *heat source* terdiri dari elemen termoelektrik dan sensor LM35. Proses kerja dari elemen termoelektrik seluruhnya diatur oleh mikrokontroler. Mikrokontroler akan mengontrol proses tersebut dengan bantuan rangkaian *switch*. Elemen termoelektrik akan melakukan proses pemanasan atau pendinginan sesuai dengan kebutuhan bayi. Sensor LM35 berfungsi sebagai pengaman elemen termoelektrik agar suhu elemen tidak melebihi batas ketentuannya.

3.7 Perancangan Perangkat Keras

3.7.1 Perancangan Mekanik

Mekanik dari sistem ini akan terbagi dari 2 buah bagian yaitu bagian *chamber* dan bagian inkubator. Bagian *chamber* terbuat dari bahan *acrylic* dengan panjang 40cm, lebar 30 cm dan tinggi 30 cm. Pada bagian tengahnya terdapat lubang tangan 2 buah dengan diameter masing-masing sebesar 10cm.

Pada bagian inkubator terdiri dari keseluruhan komponen elektris, komponen sensor dan komponen elemen termoelektrik. Selain itu juga terdapat kasur sebagai tempat bayi ditempatkan. Gambar mekanik inkubator dan *chamber* dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.



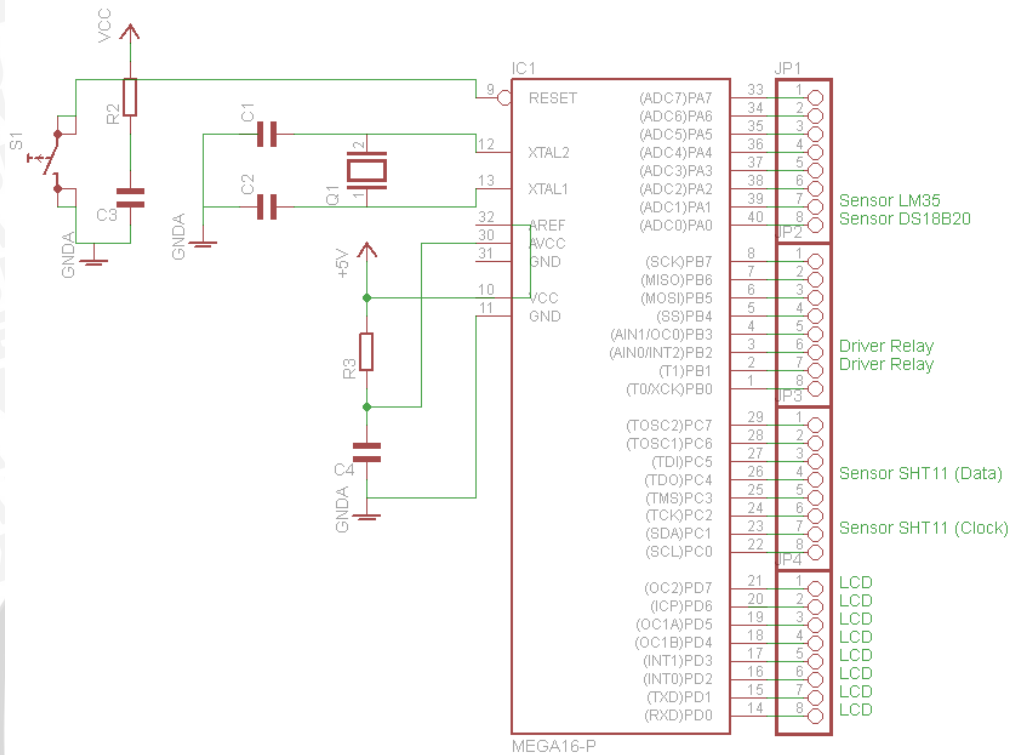
Gambar 3.2 Chamber Inkubator



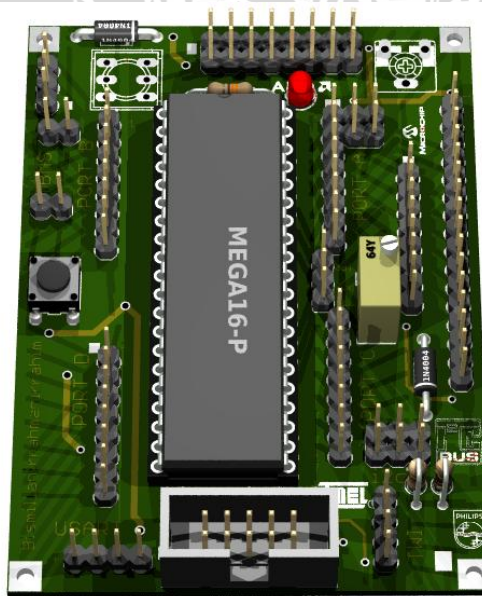
Gambar 3.3 Inkubator

3.7.2 Perancangan Rangkaian Elektrik

3.7.2.1 Perancangan Rangkaian *Minimum System* ATmega 16



Gambar 3.4 Perancangan *Minimum System* ATmega 16



Gambar 3.5 Design 3D *Minimum System* ATmega 16

Mikrokontroler Atmega16 yang digunakan memiliki 4port 8 bits bidirectional input output yang dapat diprogram, yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C* dan *Port D*. Pengaturan dan penggunaan pin mikrokontroler dalam perancangan alat ini adalah:

1. Port A

- Pin A.0 dihubungkan ke sensor DS18B20
- Pin A.1 dihubungkan ke sensor LM35
- Pin A.2
- Pin A.3
- Pin A.4
- Pin A.5
- Pin A.6
- Pin A.7

2. Port B

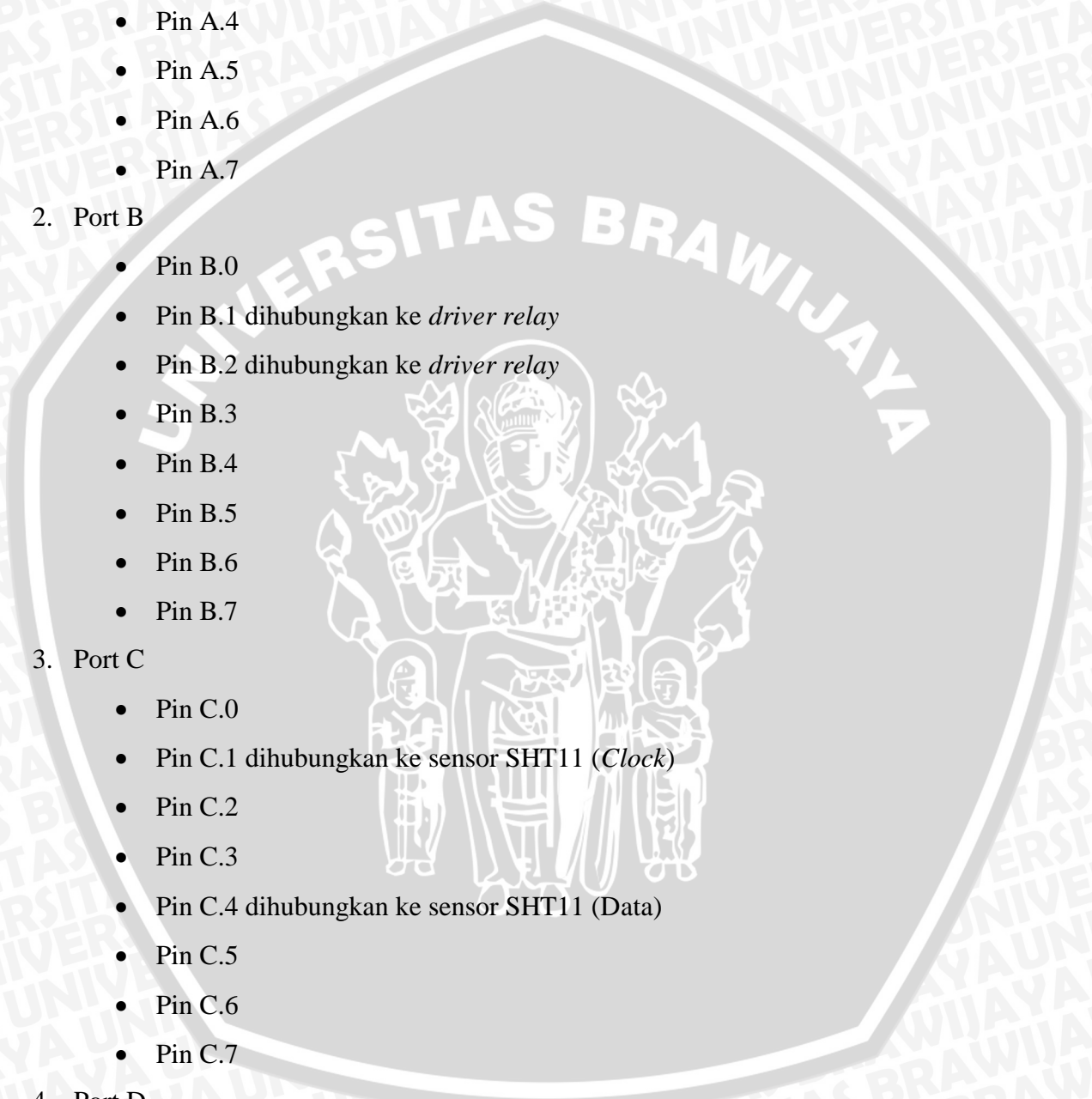
- Pin B.0
- Pin B.1 dihubungkan ke *driver relay*
- Pin B.2 dihubungkan ke *driver relay*
- Pin B.3
- Pin B.4
- Pin B.5
- Pin B.6
- Pin B.7

3. Port C

- Pin C.0
- Pin C.1 dihubungkan ke sensor SHT11 (*Clock*)
- Pin C.2
- Pin C.3
- Pin C.4 dihubungkan ke sensor SHT11 (*Data*)
- Pin C.5
- Pin C.6
- Pin C.7

4. Port D

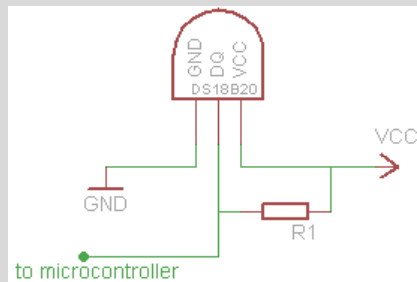
- Pin D.0 dihubungkan ke LCD
- Pin D.1 dihubungkan ke LCD
- Pin D.2 dihubungkan ke LCD
- Pin D.3 dihubungkan ke LCD



- Pin D.4 dihubungkan ke LCD
- Pin D.5 dihubungkan ke LCD
- Pin D.6 dihubungkan ke LCD
- Pin D.7 dihubungkan ke LCD

3.7.2.2 Perancangan Rangkaian Sensor DS18B20

Sensor temperatur DS18B20 memiliki keluaran digital sehingga tidak diperlukan penggunaan rangkaian ADC. Sensor DS18B20 merupakan sensor yang hanya membutuhkan 1 pin I/O saja untuk dapat bekerja sama dengan mikrokontroler. Sensor DS18B20 memiliki 3 pin yang terdiri dari +5V, *Ground* dan *Data Input/Output*. Berdasarkan *datasheet* sensor DS18B20, membutuhkan resistor *pull-up* sebesar 4,7 K Ω . Berikut adalah gambar perancangan sensor DS18B20 yang ditunjukkan dalam Gambar 3.6.

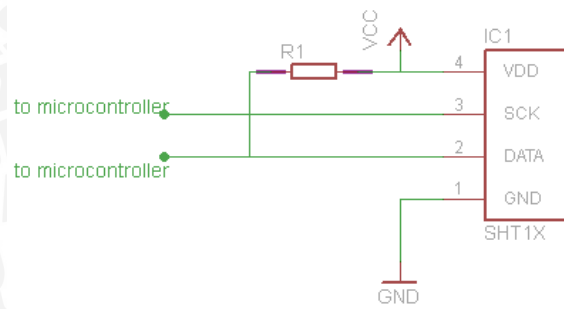


Gambar 3.6 Rangkaian Sensor DS18B20

3.7.2.3 Perancangan Rangkaian Sensor SHT11

Sensor temperatur dan kelembaban SHT11 memiliki keluaran digital sehingga sensor SHT11 tidak membutuhkan rangkaian ADC dalam proses *interface* dengan mikrokontroler. Sensor SHT11 merupakan jenis sensor yang membutuhkan 2 pin I/O pada mikrokontroler. Pin pertama berguna sebagai data dan pada jalur ini pengiriman terjadi secara 2 arah sehingga pin berguna sebagai *receiver* (RX) dan *transmitter* (TX). Pin kedua berguna sebagai *clock* untuk mengaktifkan transmisi datanya.

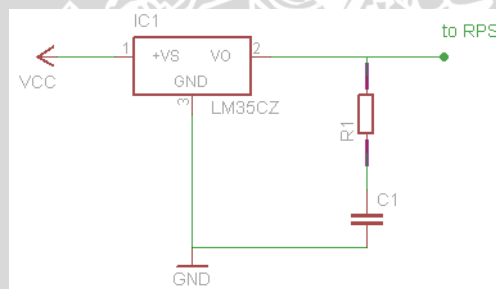
Sensor SHT11 juga memiliki 2 pin tambahan yaitu untuk *Ground* dan +5V. Pada pin data sensor SHT11 membutuhkan sebuah resistor *pull-up* sebesar 4,7 K Ω . Berikut adalah gambar perancangan sensor SHT11 yang ditunjukkan dalam Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Rangkaian Sensor SHT11

3.7.2.4 Perancangan Rangkaian Sensor LM35

Sensor LM35 memiliki keluaran analog sehingga dalam *interface* dengan mikrokontroler memerlukan sebuah rangkaian pengkondisi sinyal. Sensor LM35 menggunakan beban kapasitif sebagai penghubungnya maka sensor LM35 harus dihubungkan terlebih dahulu dengan resistor dan kapasitor. Resistor dan kapasitor tersebut dirangkai menjadi rangkaian *R-C Damper*, hal ini sesuai dengan spesifikasi yang tertulis di dalam *datasheet*. Berikut adalah gambar perancangan sensor LM35 yang ditunjukkan dalam Gambar 3.8.

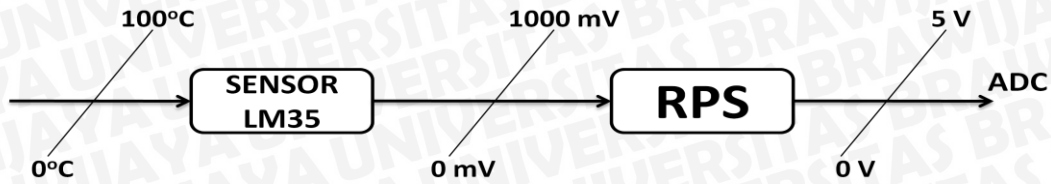


Gambar 3.8 Rangkaian Sensor LM35

LM35 memiliki kemampuan yang terbatas untuk menahan beban kapasitif. LM35 hanya mampu menahan beban kapasitif sebesar 50 pF tanpa adanya pencegahan secara khusus. Oleh karena itu, dibutuhkan rangkaian *R-C Damper* untuk mengisolasi beban dengan resistor atau dengan cara meningkatkan toleransi kapasitansi dari *output* ke *ground*. Namun, seperti kebanyakan rangkaian linear lainnya kinerjanya juga dapat oleh *noise* lingkungan seperti kabel, relay, dll.

3.7.2.5 Perancangan Rangkaian Pengkondisi Sinyal LM35

Dalam perancangan sebuah rangkaian pengkondisi sinyal terlebih dulu dibuat blok perancangan rangkaian untuk memudahkan perhitungan. Blok perancangan rangkaian pengkondisi sinyal ditunjukkan dalam Gambar 3.9.

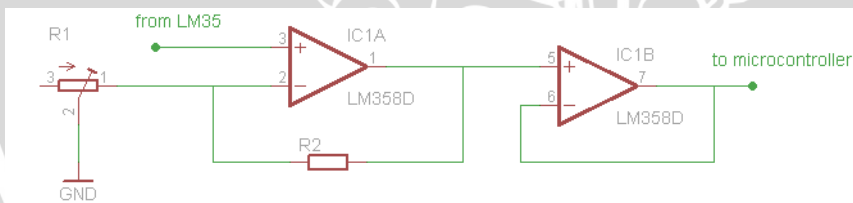


Gambar 3.9 Blok Perancangan Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Dalam perancangan rangkaian ini, sensor LM35 harus disesuaikan dahulu dengan suhu yang diinginkan. Karena orde tegangan keluar sensor LM35 adalah milivolt maka dibutuhkan gain. Penggunaan gain dibutuhkan agar keluaran sensor LM35 dapat dibaca oleh mikrokontroler. Dalam perancangan dibutuhkan gain sebesar 5 sehingga dibutuhkan suatu rangkaian penguat.

Dalam perancangan ini menggunakan penguat tak-membalik agar keluaran sensor seperti yang diinginkan. Rangkaian penguat tak-membalik merupakan penguat sinyal dengan penguatan sefasa antara sinyal masukan dan sinyal keluarannya. Penguat ini dibangun dari penguat operasional (*op-amp*). *Op-amp* yang digunakan adalah IC LM358D dikarenakan IC ini dapat bekerja dengan daya rendah dan relatif murah dengan spesifikasi yang baik.

Rangkaian keseluruhan dari rangkaian pengkondisi sinyal sensor LM35 dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Rangkaian Pengkondisi Sinyal LM35

Karena *op-amp* memiliki sifat ideal yaitu besarnya impedansi tak berhingga maka tidak ada arus yang masuk melalui kedua terminal tetapi semua arus akan melewati R_1 dan R_2 seperti yang ditunjukkan dalam gambar. Adapun perhitungan yang digunakan dalam rancangan rangkaian pengkondisi sinyal LM35 yaitu sebagai berikut:

$$V_{in} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_{out}$$

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$$

$$A_v = \frac{R_1 + R_2}{R_1} = \frac{R_2}{R_1} + 1$$

Dari perancangan ditetapkan bahwa gain sebesar 5, maka R_1 dapat dihitung jika ditetapkan sebesar $R_2=1000\Omega$.

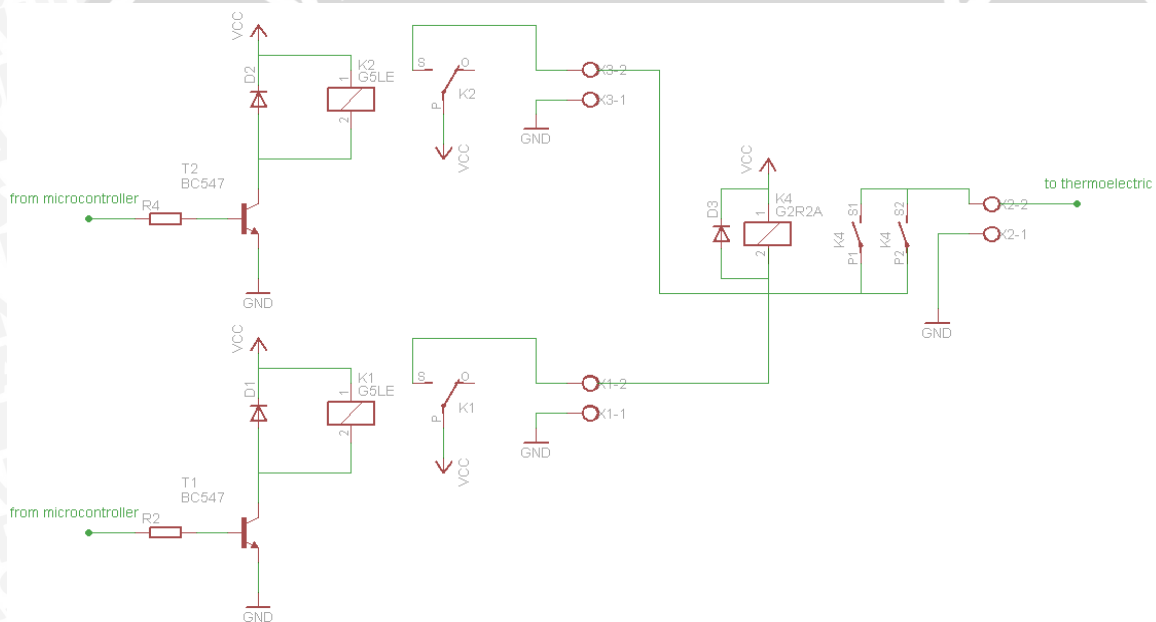
$$5 = \frac{1000\Omega}{R_1} + 1$$

$$5R_1 = 1000 + R_1$$

$$R_1 = 250\Omega$$

3.7.2.6 Perancangan Rangkaian *Driver Relay*

Perancangan rangkaian relay bertujuan untuk merancang saklar elektronik yang digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan elektromagnet DC dengan pemicuan dari pin keluaran mikrokontroler. Pada perancangan ini menggunakan relay dengan tipe SPDT (*Single Pole Double Throw*). Rangkaian relay ditunjukkan dalam Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Rangkaian *Driver Relay*

Rangkaian relay pada perancangan ini digunakan sebagai pemicu elektromagnet DC dari mikrokontroler. Untuk bekerja sesuai yang diinginkan relay perlu di-*trigger* terlebih dahulu oleh transistor, dikarenakan tegangan pada mikrokontroler tidak bisa langsung mengaktifkan relay. Agar tidak terjadi arus balik yang masuk ke mikrokontroler saat pengaktifan, pin keluaran mikrokontroler harus melewati transistor terlebih dahulu sebelum masuk ke relay. Pemicuan dalam rangkaian ini menggunakan pemicuan dengan logika *HIGH* pada pin mikrokontroler.

Pada perancangan ini menggunakan relay 5 VDC dengan tipe HRS4H-(S)-DC5V karena motor yang digunakan menggunakan catu daya 5V dan relay banyak dijumpai di

pasaran. Relay HRS4H-(S)-DC5V memiliki parameter koil berdasarkan *datasheet* sebagai berikut :

- *Coil Voltage VDC* = 5V
- *Coil Resistance (R_{coil})* = 70 Ω

Berdasarkan parameter di atas dapat dicari arus pada koil dengan $V_{CE(sat)transistor}$ sebesar 0,3 V melalui persamaan :

$$V_{CC} - V_{coil} - V_{CE(sat)transistor} = 0$$

$$V_{CC} - I_{coil} \times R_{coil} - V_{CE(sat)transistor} = 0 \quad (3-1)$$

Berdasarkan persamaan (3-1) didapat perhitungan sebagai berikut:

$$5 - I_{coil} \times 70 - 0,3 = 0$$

$$4,7 - I_{coil} \times 70 = 0$$

$$I_{coil} = \frac{4,7}{70}$$

$$I_{coil} = 67,14 \text{ mA}$$

67,14 mA merupakan arus minimal agar relay dapat aktif, untuk lebih amannya maka arus minimal dapat ditetapkan menjadi 150 mA.

Transistor yang digunakan dalam rangkaian relay ini adalah transistor NPN dengan tipe BC547 dikarenakan memiliki spesifikasi berdasarkan *datasheet* sebagai berikut:

- $I_{c(maks)}$ = 80mA
- $V_{CE(sat)transistor}$ = 0,2V
- H_{fe} = 50
- $V_{BE(sat)transistor}$ = 1V

Sehingga dapat dicari arus basis pada transistor melalui persamaan:

$$I_b = \frac{I_c}{h_{fe}} \quad (3-2)$$

Berdasarkan persamaan (3-2) didapat perhitungan sebagai berikut:

$$I_b = \frac{150}{50}$$

$$I_b = 3 \text{ mA}$$

Sehingga kaki basis pada transistor memerlukan arus 3mA untuk transistor dapat aktif. Setelah mendapatkan besarnya arus yang dibutuhkan kemudian dapat dicari besarnya nilai resistor pada kaki basis.

Besarnya nilai resistor yang digunakan pada kaki basis transistor dapat dicari dengan $V_{CE(sat)}$ sebesar 0,3V melalui persamaan:

$$V_s - V_{CE(sat)} - V_{R2} - V_{BE(sat)transistor} = 0$$

$$V_s - V_{CE(sat)} - I_{R2} \times R_{R2} - V_{BE(sat)transistor} = 0 \quad (3-3)$$

Dari persamaan (3-3) dapat dihitung nilai R_2 sebagai berikut:

$$5 - 0,2 - 3 \times R_2 - 1 = 0$$

$$3,8 - 3 \times R_2 = 0$$

$$R_2 = \frac{3,8}{3 \text{ mA}}$$

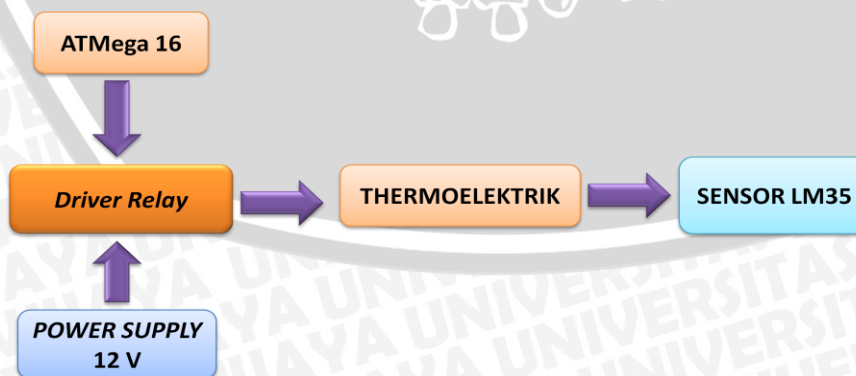
$$R_2 = 1,27 \text{ K}\Omega$$

Karena di pasaran tidak ditemukan resistor dengan nilai hambatan 1,27 K Ω maka besar nilai R_2 dapat diganti resistor dengan nilai hambatan 1,2 K Ω . Penggantian nilai resistor ini masih dapat ditoleransi oleh transistor.

3.7.2.7 Perancangan Thermoelektrik

Pada blok *heat source*, sumber panas berasal dari thermoelektrik. Thermoelektrik dipilih karena memiliki kemampuan dalam menghasilkan suhu panas dan dingin dalam saat yang bersamaan, bentuknya kecil dan tipis dan menggunakan sumber listrik DC. Selain itu, elemen ini memiliki tingkat kehilangan panas yang rendah karena panas tersalurkan secara langsung tanpa perantara konveksi udara secara paksa.

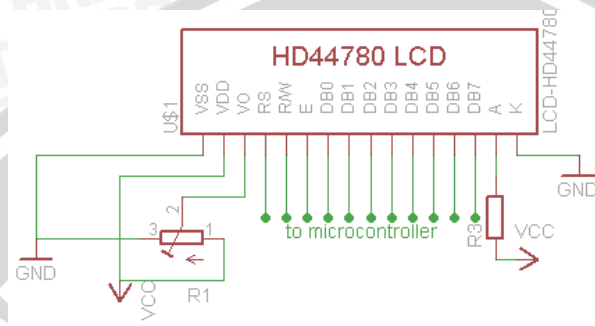
Termoelektrik mempunyai dua 2 pin yang terdiri dari kutub positif dan kutub negatif yang masing-masing akan disambungkan pada keluaran positif dan negatif pada relay. *Power supply* 12 Volt sebagai sumber listrik dan mikokontroler dihubungkan dengan perantara *driver relay*. Sensor LM35 ditempelkan pada thermoelektrik untuk menjaga thermoelektrik agar tidak melebihi suhu batas maksimumnya. Perancangan rangkaian thermoelektrik ditunjukkan dalam Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Rangkaian Thermoelektrik

3.7.2.8 Perancangan Rangkaian LCD

Pada perancangan rangkaian ini menggunakan LCD *character* 20x4 yang merupakan LCD dot matriks dengan penggunaan daya yang kecil. Modul LCD ini dilengkapi dengan tingkat kontras yang tinggi dan dapat diatur kecerahannya. Pengaturan dilakukan dengan menggunakan resistor variabel sebesar 10 K Ω . Keseluruhan pin dihubungkan langsung dengan mikrokontroler dan pada bagian anoda diberi beban resistif sebesar 550 Ω . Rangkaian LCD ditunjukkan dalam Gambar 3.13.

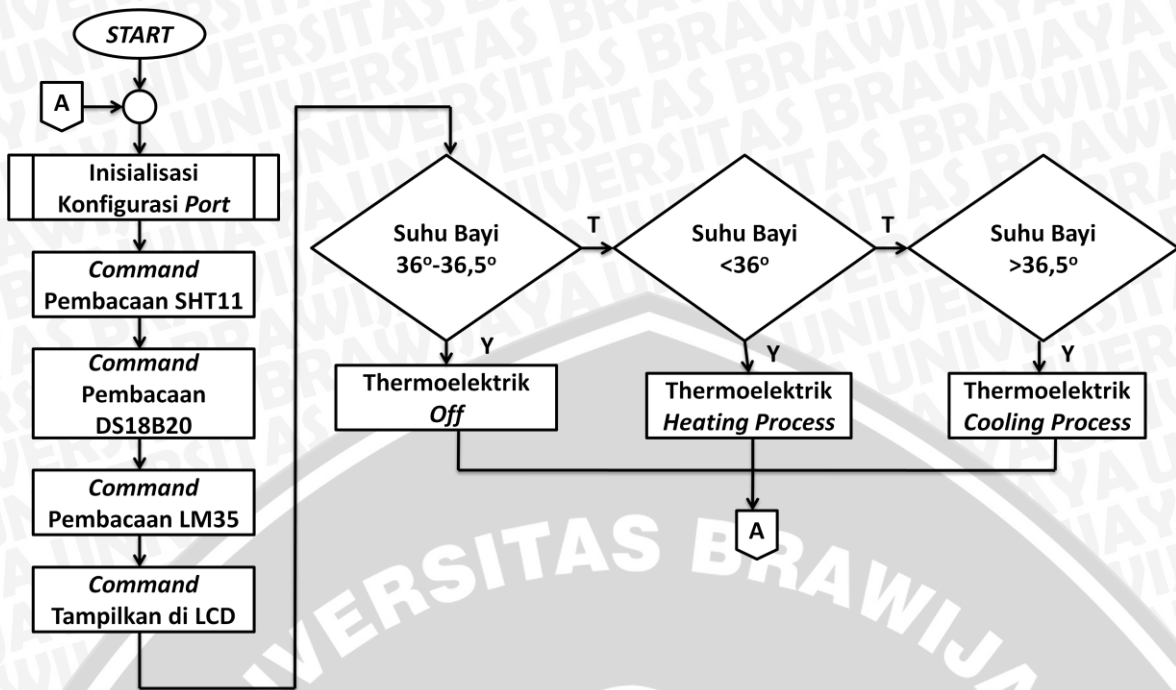


Gambar 3.13 Rangkaian LCD

3.8 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dibuat dengan program BASCOM AVR dan menggunakan bahasa BASIC.

Tujuan dari program utama adalah mengatur urutan kerja sistem sehingga sistem mampu menjalankan fungsinya dengan baik. Secara umum tugas yang harus dikerjakan oleh mikrokontroler meliputi pengontrolan dari data masukan yang dikirimkan oleh sensor pada bayi yaitu sensor DS18B20. Data ini yang nantinya diolah oleh mikrokontroler dan akan ditampilkan di LCD. Diagram alir sistem ditunjukkan dalam Gambar 3.14.

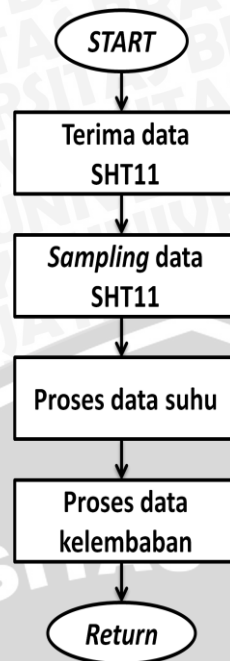


Gambar 3.14 Diagram Alir Perangkat Lunak

Pada saat sistem *ON*, mikrokontroler akan memulai algoritmanya dimulai dengan mendeteksi atau inialisasi dari keseluruhan port yang digunakan dan fungsi yang digunakan lainnya pada mikrokontroler. Setelah itu, dilanjutkan dengan proses pembacaan di setiap sensor. Proses pembacaan di setiap sensor tidaklah sama, oleh karena itu proses pembacaan dibagi menjadi 3 sub rutin. Hasil dari proses pembacaan tersebut akan ditampilkan melalui LCD dan selanjutnya akan dioleh datanya di dalam mikrokontroler dengan 3 jenis proses. Hasil pengolahan data inilah yang nantinya akan menentukan proses kerja yang dilakukan oleh thermoelektrik.

3.8.1 Sub Rutin command pembacaan SHT11

Pada sub rutin command pembacaan SHT11 digunakan untuk mengaktifkan sensor kelembaban dan suhu yaitu SHT11 dan untuk membantu proses pembacaan sensor tersebut sebelum data dikirimkan ke mikrokontroler. Diagram alir dari sub rutin *command* pembacaan SHT11 ini ditunjukkan pada Gambar 3.15.

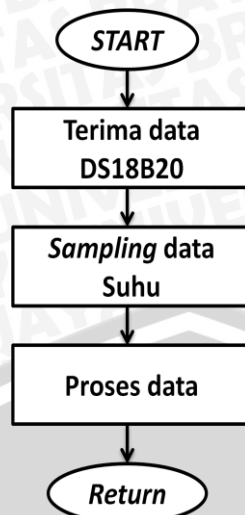


Gambar 3.15 Flowchart Algoritma Sub Rutin *Command* Pembacaan SHT11

Pada proses awal dari sub rutin ini, program akan memanggil sub rutin terima data yang berfungsi menerima data dari sensor. Setelah menjalankan sub rutin terima data, data akan masuk ke tahap sampling yaitu data akan diambil sebanyak 3 kali dan dirata-rata. Hasil dari proses sampling ini lah yang diproses oleh mikrokontroler untuk diproses data suhu dan kelembabannya. Bila program telah selesai maka program akan kembali ke proses awal.

3.8.2 Sub Rutin command pembacaan DS18B20

Pada sub rutin command pembacaan DS18B20 digunakan untuk mengaktifkan sensor suhu yaitu DS18B20 dan untuk membantu proses pembacaan sensor tersebut sebelum data dikirimkan ke mikrokontroler. Diagram alir dari sub rutin *command* pembacaan DS18B20 ini ditunjukkan pada Gambar 3.16.

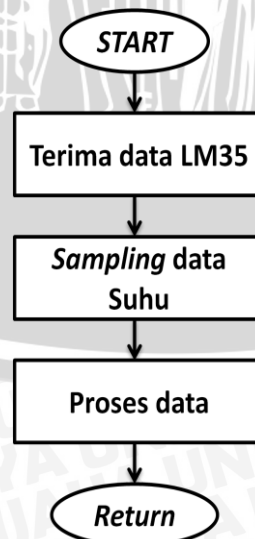


Gambar 3.16 Flowchart Algoritma Sub Rutin *Command* Pembacaan DS18B20

Pada proses awal dari sub rutin ini, program akan memanggil sub rutin terima data yang berfungsi menerima data dari sensor. Setelah menjalankan sub rutin terima data, data akan masuk ke tahap sampling yaitu data akan diambil sebanyak 3 kali dan dirata-rata. Hasil dari proses sampling ini lah yang diproses oleh mikrokontroler untuk diproses datanya. Bila program telah selesai maka program akan kembali ke proses awal.

3.8.3 Sub Rutin command pembacaan LM35

Pada sub rutin command pembacaan LM35 digunakan untuk mengaktifkan sensor kelembaban yaitu LM35 dan untuk membantu proses pembacaan sensor tersebut sebelum data dikirimkan ke mikrokontroler. Diagram alir dari sub rutin *command* pembacaan LM35 ini ditunjukkan pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17 Flowchart Algoritma Sub Rutin *Command* Pembacaan LM35

Pada proses awal dari sub rutin ini, program akan memanggil sub rutin terima data yang berfungsi menerima data dari sensor. Setelah menjalankan sub rutin terima data, data akan masuk ke tahap sampling yaitu data akan diambil sebanyak 3 kali dan dirata-rata. Hasil dari proses sampling ini lah yang diproses oleh mikrokontroler untuk diproses datanya. Bila program telah selesai maka program akan kembali ke proses awal.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dan analisis dilakukan untuk mengetahui apakah sistem telah bekerja sesuai perancangan. Pengujian dilakukan tiap blok kemudian secara keseluruhan. Adapun pengujian yang perlu dilakukan sebagai berikut:

- 1). Pengujian Mikrokontroler
- 2). Pengujian Sensor
- 3). Pengujian Respon Thermoelektrik
- 4). Pengujian *Driver Relay*
- 5). Pengujian Keseluruhan

4.1 Pengujian Mikrokontroler

4.1.1 Tujuan

Pengujian mikrokontroler bertujuan untuk mengetahui kesesuaian performa mikrokontroler dengan spesifikasi yang tertulis dalam datasheet mikrokontroler itu sendiri. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan mikrokontroler dengan catu daya 5V dan multimeter. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah mikrokontroler dapat berkeja dengan baik.

4.1.2 Peralatan Pengujian

1. Multimeter
2. *Power Supply* 5 Volt
3. Mikrokontroler ATmega 16

4.1.3 Prosedur Pengujian

1. Mengatur rangkaian seperti pada diagram blok Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Blok Pengujian Mikrokontroler

2. Setelah dipastikan terangkai dengan benar sesuai dengan diagram blok.
3. Catat hasil pengujian.
4. Ulangi langkah 1-3 hingga beberapa kali dengan logika yang berbeda agar di dapat hasil yang akurat.

D.7	1	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Rata – Rata												4,8

Tabel 4.2 Tegangan *Output Minimum System* ATmega 16 dengan logika 0

PORT A												
Port	Logika Input	PERCOBAAN										Rata-Rata (V)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata – Rata												0
PORT B												
Port	Logika Input	PERCOBAAN										Rata-Rata (V)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata – Rata												0
PORT C												
Port	Logika Input	PERCOBAAN										Rata-Rata (V)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata – Rata												0
PORT D												
Port	Logika Input	PERCOBAAN										Rata-Rata (V)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
D.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

D.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rata – Rata												0

Dari hasil diatas dapat dihitung % kesalahan (*error*) yang dapat dirumuskan dengan persamaan :

$$\% \text{ error} = \frac{\text{Data}_{\text{Praktek}} - \text{Data}_{\text{Teori}}}{\text{Data}_{\text{Teori}}} \times 100\%$$

Hasil % *error* yang dihasilkan dari proses pengambilan data pengujian mikrokontroler ATmega16 ditunjukkan dalam Tabel 4.3 dan Gambar 4.2 menunjukkan pengujian mikrokontroler.

Tabel 4.3 Hasil % Error pengujian

PORT	Logika	% Error	Logika	% Error
A	1	4	0	0
B	1	4	0	0
C	1	4	0	0
Rata-rata Error		4%		0 %

Gambar 4.2 Pengujian Mikrokontroler



4.2 Pengujian Sensor

Pada pengujian sensor ini, proses pengujian akan dibagi menjadi 3 bagian. Pengujian sensor SHT11, pengujian sensor DS18B20 dan pengujian sensor LM35. Setiap pengujian dilakukan dengan perlakuan berbeda-beda dan tidak memiliki hubungan satu sama lain.

4.2.1 Sensor SHT11

4.2.1.1 Tujuan

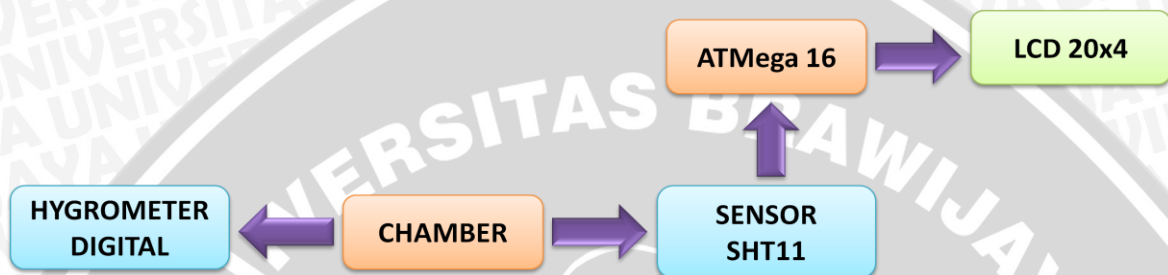
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketepatan sensor SHT1 dalam merespon perubahan suhu dan kelembaban lingkungan yang dideteksinya. Pengujian ini dilakukan dengan melihat berapa nilai kelembaban yang dihasilkan dan dikomparasikan dengan menggunakan Higrometer Digital.

4.2.1.2 Peralatan Pengujian

1. Sensor SHT11
2. Higrometer Digital
3. Chamber
4. Mikrokontroler ATmega16
5. LCD

4.2.1.3 Prosedur Pengujian

1. Mengatur rangkaian seperti pada diagram blok Gambar 4.3.



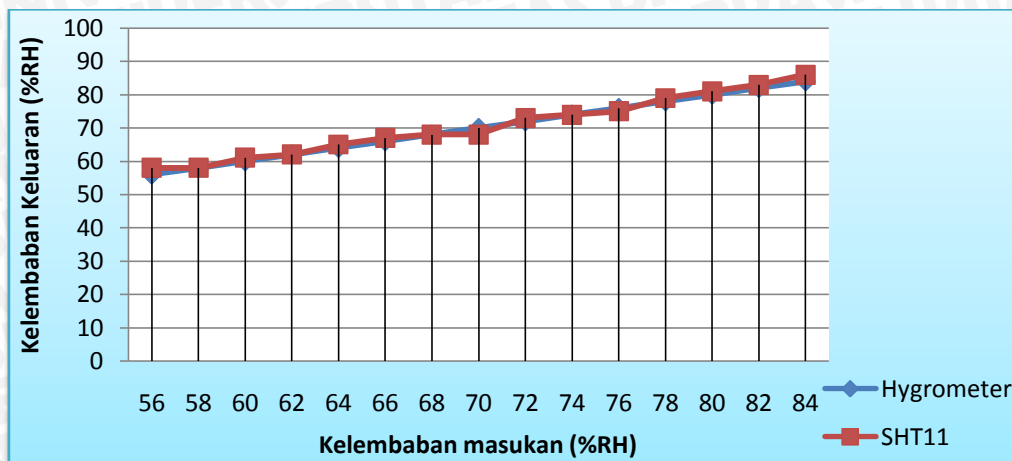
Gambar 4.3 Diagram Blok Pengujian Sensor SHT11

2. Setelah dipastikan terangkai dengan benar sesuai dengan diagram blok.
3. Catat hasil pengujian.
4. Ulangi langkah 1-3 hingga beberapa kali agar di dapat hasil yang akurat.

4.2.1.4 Hasil Pengujian

Tabel 4.4 Data Pengujian Kelembaban Sensor SHT11

No.	Data Kelembaban SHT11 (%RH)	Data Kelembaban Higrometer (%RH)	Error (%)
1	58	56	3,57
2	58	58	0
3	61	60	1,67
4	62	62	0
5	65	64	1,56
6	67	66	1,52
7	68	68	0
8	68	70	-2,86
9	73	72	1,39
10	74	74	0
11	75	76	-1,32
12	79	78	1,28
13	81	80	1,25
14	83	82	1,21
15	86	84	2,38
Rata-Rata Kesalahan			0,78

Gambar 4.4 Grafik Data Pengujian Sensor SHT11

Dari hasil pengujian kelembaban sensor SHT11 didapat bahwa rata-rata kesalahan yang dihasilkan oleh sensor adalah 0,78%. Hasil % kesalahan tersebut sesuai dengan standar yang tertulis di dalam *datasheet* sensor. Hal ini menunjukkan bahwa sensor tersebut layak untuk digunakan dan diaplikasikan dalam inkubator bayi prematur.

Gambar 4.5 Pengujian Kelembaban Sensor SHT11

4.2.2 Sensor DS18B20

4.2.2.1 Tujuan

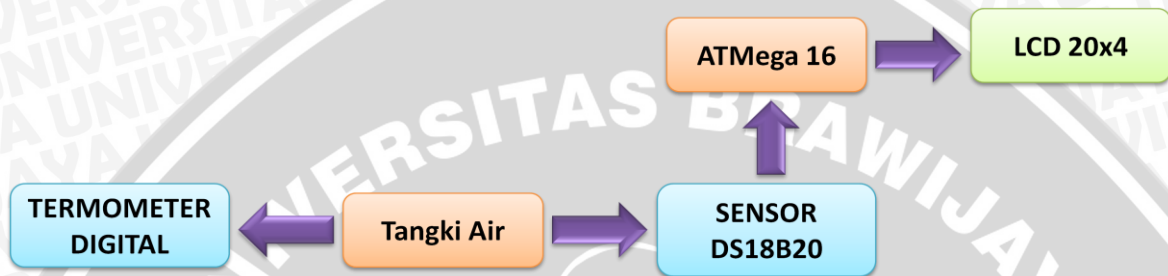
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketepatan sensor DS18B20 dalam merespon perubahan suhu lingkungan yang dideteksinya. Pengujian ini dilakukan dengan melihat berapa nilai suhu yang dihasilkan dan dikomparasikan dengan termometer digital. Jika sensor memiliki respon yang bagus, maka hasil yang dikeluarkan sensor berbeda dengan termometer digital.

4.2.2.2 Peralatan Pengujian

1. Sensor DS18B20
2. Termometer Digital
3. Tangki Air
4. Mikrokontroler ATmega16
5. LCD

4.2.2.3 Prosedur Pengujian

1. Mengatur rangkaian seperti pada diagram blok Gambar 4.6.



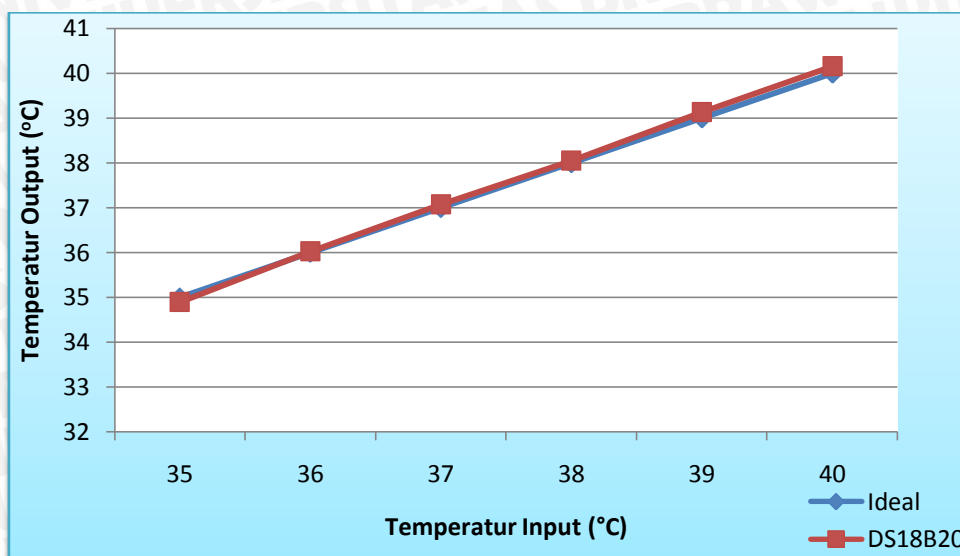
Gambar 4.6 Diagram Blok Pengujian Sensor DS18B20

2. Setelah dipastikan terangkai dengan benar sesuai dengan diagram blok.
3. Catat hasil pengujian.
4. Ulangi langkah 1-3 hingga beberapa kali agar di dapat hasil yang akurat.

4.2.2.4 Hasil Pengujian

Tabel 4.5 Data hasil pengujian Sensor DS18B20

Termometer Digital (°C)	Sensor DS18B20 (°C)		Error rata-rata (%)
	Percobaan 1	Perobaan 2	
35	35.01	34.8	0,28
36	36.04	36.10	0,2
37	37.06	37.10	0,22
38	38.08	38.13	0,28
39	39.10	39.17	0,35
40	40.20	40.12	0,4
error rata-rata (%)			0,29

Gambar 4.7 Grafik Pengujian Sensor DS18B20**Gambar 4.8** Pengujian Sensor DS18B20

Pengujian sensor DS18B20 dilakukan sebanyak 2 kali disetiap suhu yang ditentukan dan dari hasil pengujian sensor DS18B20 didapat % *error* yang dimiliki oleh sensor tersebut sebesar 0,29%. Dari grafik juga dapat dilihat bahwa sensor DS18B20 memiliki kemampuan pembacaan yang mendekati ideal (higrometer digital). Hal ini juga telah mengikuti standar dari *datasheet*, sehingga sensor DS18B20 dapat digunakan dan diaplikasikan di dalam inkubator.

4.2.3 Sensor LM35

4.2.3.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketepatan sensor LM35 dalam merespon perubahan suhu lingkungan yang dideteksinya. Pengujian ini dilakukan dengan melihat berapa nilai suhu yang dihasilkan dan dikomparasikan dengan termometer digital. Selain itu pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran sensor. Jika sensor memiliki

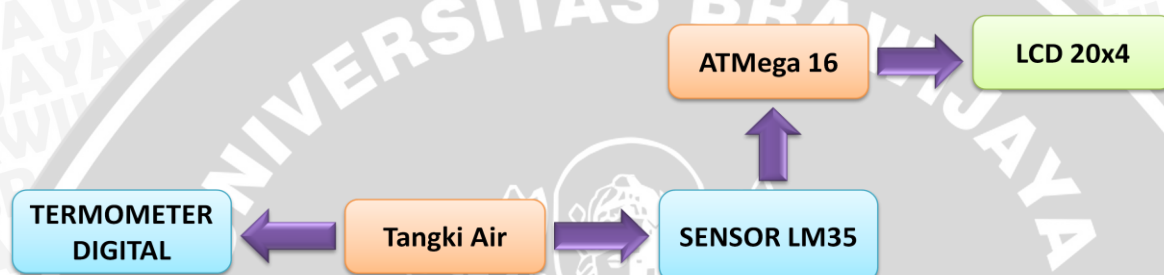
respon yang bagus, maka setiap kenaikan 1°C akan terjadi perubahan keluaran tegangan sebesar 10mV.

4.2.3.2 Peralatan Pengujian

1. Sensor LM35
2. Termometer Digital
3. Tangki Air
4. Mikrokontroler ATmega16
5. LCD

4.2.3.3 Prosedur Pengujian

1. Mengatur rangkaian seperti pada diagram blok Gambar 4.9.



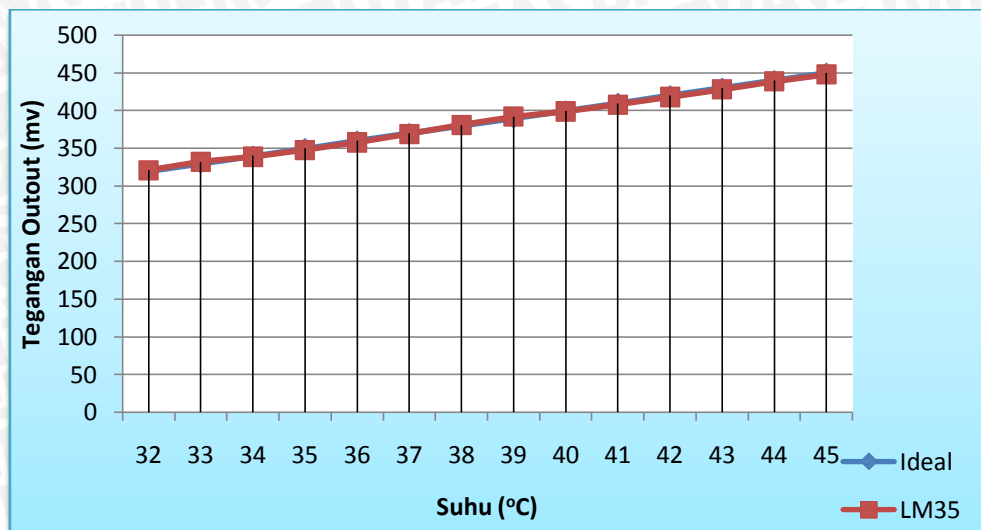
Gambar 4.9 Diagram Blok Pengujian Sensor LM35

2. Setelah dipastikan terangkai dengan benar sesuai dengan diagram blok.
3. Catat hasil pengujian.
4. Ulangi langkah 1-3 hingga beberapa kali agar di dapat hasil yang akurat.

4.2.3.4 Hasil Pengujian

Tabel 4.6 Hasil pengujian tegangan keluaran sensor LM35

No.	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Tegangan Keluaran Pengukuran (mV)	Tegangan Keluaran Perhitungan (mV)	Error (%)
1	32	321	320	0,31
2	33	332	330	0,61
3	34	339	340	0,29
4	35	348	350	0,57
5	36	358	360	0,56
6	37	369	370	0,27
7	38	381	380	0,26
8	39	392	390	0,51
9	40	399	400	0,25
10	41	408	410	0,49
11	42	418	420	0,48
12	43	428	430	0,47
13	44	439	440	0,23
14	45	448	450	0,44
Rata-rata Kesalahan				0,41

Gambar 4.10 Grafik Pengujian Tegangan Keluaran Sensor LM35

Dari hasil pengujian tegangan keluaran sensor LM35 didapatkan hasil bahwa sensor memiliki kondisi mendekati ideal dengan % *error* sebesar 0,41%. Dari data pengujian tegangan keluaran telah dapat dilihat bahwa hasil keluaran suhu yang dihasilkan tidak akan berbeda jauh dengan thermometer digital. Berikut adalah pengujian sensor LM35 dibandingkan dengan thermometer digital.

Tabel 4.7 Hasil pengujian suhu keluaran sensor LM35

No.	Data Suhu LM35 (°C)	Data Suhu Termometer Digital (°C)	<i>Error</i> (%)
1	32	32,1	0,31
2	33	33,2	0,61
3	34	33,9	0,29
4	35	34,8	0,57
5	36	35,8	0,56
6	37	36,9	0,27
7	38	38,1	0,26
8	39	39,2	0,51
9	40	39,9	0,25
10	41	40,8	0,49
11	42	41,8	0,48
12	43	42,8	0,47
13	44	43,9	0,23
14	45	44,8	0,44
Rata-Rata Kesalahan			0,41

Hasil % *error* yang dihasilkan dari proses pengambilan data pengujian sensor LM35 dibandingkan dengan thermometer digital seperti yang terlihat dalam Tabel 4.7. % *error* yang dihasilkan sama dengan pengujian sebelumnya.

Gambar 4.11 Pengujian Sensor LM35

4.3 Pengujian Respon Elemen Thermoelektrik

4.3.1 Tujuan

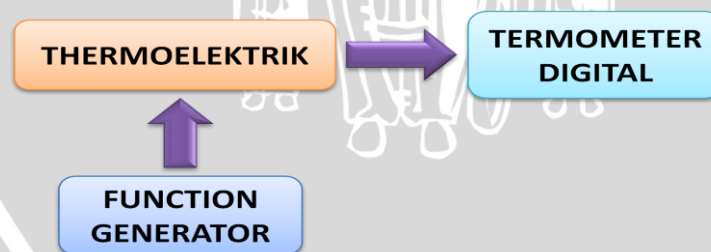
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon elemen thermoelektrik terhadap tegangan masukan yang berbeda. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa cepat respon waktu yang dihasilkan oleh thermoelektrik. Pengujian ini juga akan menentukan berapakah catu daya yang nantinya akan digunakan pada inkubator bayi prematur.

4.3.2 Peralatan pengujian

1. Fuction Generator
2. Elemen Thermoelektrik
3. Termometer Digital

4.3.3 Prosedur Pengujian

1. Mengatur rangkaian seperti pada diagram blok Gambar 4.12.

**Gambar 4.12** Diagram Blok Pengujian Respon Thermoelektrik

2. Setelah dipastikan terangkai dengan benar sesuai dengan diagram blok.
3. Catat hasil pengujian.
4. Ulangi langkah 1-3 hingga beberapa kali agar di dapat hasil yang akurat.

4.3.4 Hasil Pengujian

Tabel 4.8 Hasil pengujian respon thermoelektrik (4V)

No.	Suhu Awal (°C)	Set Point (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Rata-rata Waktu (s)
1	0	36	4	1,6	9
2					8
3					8,2
4					8,6
5					8,4
Rata-rata Waktu (s)					8,4

Tabel 4.9 Hasil pengujian respon thermoelektrik (8V)

No.	Suhu Awal (°C)	Set Point (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Rata-rata Waktu (s)
1	0	36	8	4	7
2					6,5
3					5,4
4					5,6
5					5,5
Rata-rata Waktu (s)					6

Tabel 4.10 Hasil pengujian respon thermoelektrik (12V)

No.	Suhu Awal (°C)	Set Point (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Rata-rata Waktu (s)
1	0	36	12	5,8	3,8
2					4
3					4
4					4,4
5					4,2
Rata-rata Waktu (s)					4,1

Kesimpulan hasil pengujian yang dihasilkan dari proses pengambilan data pengujian dengan tegangan masukan yang berbeda-beda terlihat dalam Tabel 4.11. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan bahwa tegangan masukan yang direkomendasikan untuk digunakan di dalam inkubator yaitu 12V dengan arus sebesar 5,8A.

Tabel 4.11 Hasil pengujian respon thermoelektrik

No.	Suhu Awal (°C)	Set Point (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Rata-rata Waktu (s)
1	0	36	4	1,6	8,4
2			8	4	6
3			12	5,8	4,1

4.4 Pengujian Driver Relay

4.4.1 Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon *driver relay* ketika diberi masukan logika *HIGH* dan *LOW* dari mikrokontroler.

4.4.2 Peralatan pengujian

1. Laptop/Komputer
2. Mikrokontroler ATmega16
3. Rangkaian *Driver Relay*

4.4.3 Prosedur Pengujian

1. Mengatur rangkaian seperti pada diagram blok Gambar 4.13



Gambar 4.13 Diagram Blok Pengujian Driver Relay

2. Setelah dipastikan terangkai dengan benar sesuai dengan diagram blok.
3. Catat hasil pengujian.
4. Ulangi langkah 1-3 hingga beberapa kali agar di dapat hasil yang akurat.

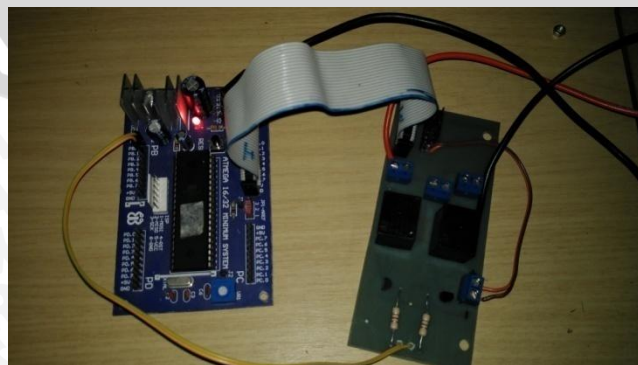
4.4.4 Hasil Pengujian

Tabel 4.12 Pengujian respon driver relay

No.	Logika Masukan	Kondisi keluaran <i>driver relay</i>	Kondisi relay
1	1	<i>ON</i>	Relay nyala
2	0	<i>OFF</i>	Relay mati

Data pengujian *driver relay* telah menunjukkan bahwa *driver* telah berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kondisi yang diinginkan. *Driver relay* telah layak untuk digunakan pada inkubator.

Gambar 4.14 Pengujian *Driver Relay*



4.5 Pengujian Keseluruhan

4.5.1 Tujuan

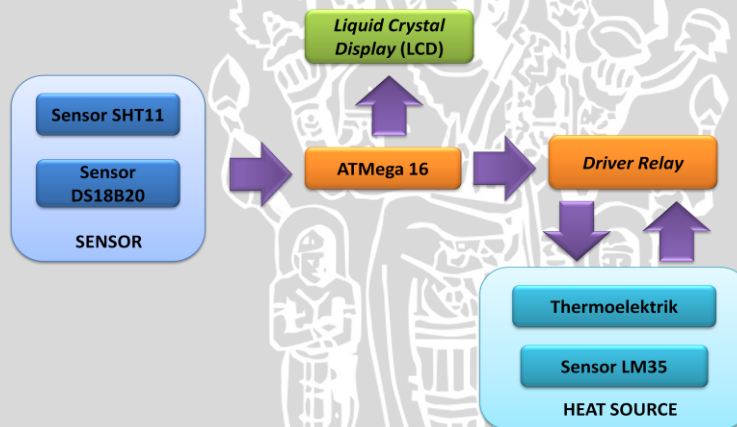
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon keseluruhan komponen inkubator terhadap respon suhu masukan yang berbeda-beda. Pengujian ini dilakukan dengan melihat respon proses kerja inkubator dan waktu yang dibutuhkan inkubator agar dapat mencapai kondisi *set point* yaitu pada suhu 36°C.

4.5.2 Peralatan pengujian

1. Blok Sensor (Sensor SHT11 dan Sensor DS18B20)
2. Mikrokontroler ATmega16
3. Rangkaian *Driver Relay*
4. Blok *Heat Source*
5. LCD
6. *Stopwatch*

4.5.3 Prosedur Pengujian

1. Mengatur rangkaian seperti pada diagram blok Gambar 4.15



Gambar 4.15 Diagram Blok Pengujian Keseluruhan

2. Setelah dipastikan terangkai dengan benar sesuai dengan diagram blok.
3. Catat hasil pengujian.
4. Ulangi langkah 1-3 hingga beberapa kali agar di dapat hasil yang akurat.

4.5.4 Hasil Pengujian

Hasil pengujian yang pertama yaitu pengujian respon proses kerja inkubator dengan beberapa suhu masukan yang berbeda. Dalam pengujian di dapatkan hasil bahwa inkubator telah dapat mengikuti suhu masukan yang ada. Pada Tabel 4.13 ditunjukkan bahwa inkubator melakukan proses pemanasan pada suhu dibawah standar normal dan melakukan proses pendinginan pada saat suhu masukan berada diatas standar normal yang telah ditentukan.

Tabel 4.13 Data pengujian respon inkubator

Suhu Bayi (°C)	Thermoelektrik	
	Kondisi	Proses
18	Aktif	Pemanasan
22	Aktif	Pemanasan
31	Aktif	Pemanasan
36	Mati	-
38	Aktif	Pendinginan
40	Aktif	Pendinginan

Pengujian kedua dilakukan dengan melihat waktu yang dibutuhkan oleh inkubator untuk mencapai *set point* yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan dengan jumlah variasi elemen yang berbeda. Hal ini dilakukan untuk dapat mengetahui berapakah jumlah variasi elemen thermoelektrik yang cocok digunakan pada inkubator. Berikut adalah hasil pengujian respon waktu inkubator.

Tabel 4.14 Data hasil respon waktu inkubator (5 elemen)

No.	Suhu Awal (°C)	Set point (°C)	Jumlah Elemen	Waktu
1	0	36	5	1 jam 10 menit
2	0	36	5	1 jam 20 menit
3	0	36	5	1 jam 6 menit
Rata-rata Waktu				1 jam 12 menit
4	40	36	5	29 menit
5	40	36	5	30 menit 30 detik
6	40	36	5	24 menit 30 detik
Rata-rata Waktu				28 menit

Tabel 4.15 Data hasil respon waktu inkubator (10 elemen)

No.	Suhu Awal (°C)	Set point (°C)	Jumlah Elemen	Waktu
1	0	36	10	42 menit 20 detik
2	0	36	10	40 menit 10 detik
3	0	36	10	38 menit 30 detik
Rata-rata Waktu				40 menit 20 detik
4	40	36	10	18 menit
5	40	36	10	12 menit 30 detik
6	40	36	10	15 menit
Rata-rata Waktu				15 menit 10 detik

Tabel 4.16 Data hasil respon waktu inkubator

Suhu Awal (°C)	Set point (°C)	Jumlah Elemen	Waktu
0	36	5	1 jam 12 menit
40			28 menit
0	36	10	40 menit 20 detik
40			15 menit 10 detik

Berdasarkan hasil yang didapat pada saat pengujian kedua, dapat diketahui bahwa waktu yang diperlukan untuk mencapai *set point* dengan jumlah elemen aktif sebanyak 5 buah yaitu 1 jam 12 menit. Hal ini menunjukkan bahwa variasi tipe ini **tidak direkomendasikan** untuk digunakan.

Pada pengujian kedua, waktu yang diperlukan inkubator untuk mencapai set point dengan jumlah elemen aktif sebanyak 10 buah yaitu 40 menit 20 detik. Hal ini sudah mendekati waktu yang dibutuhkan inkubator bayi secara umum yaitu sekitar 30-35 menit, sehingga variasi tipe ini **dapat digunakan** dalam aplikasinya.

Dari hasil pengujian keseluruhan dapat disimpulkan hasil bahwa secara keseluruhan inkubator telah mampu menunjang kebutuhan bayi prematur untuk dapat beradaptasi terhadap suhu lingkungannya.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian dalam pembuatan *Inkubator Bayi Prematur Berbasis Teknologi Thermoelektrik*, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. *Error* rata-rata yang dihasilkan untuk setiap komponen sensor berkisar antara 0,41-0,78% dan sudah sesuai dengan datasheet.
2. Perancangan *Inkubator Bayi Prematur* menggunakan variasi jumlah elemen thermoelektrik aktif sebanyak 10 buah dan dengan waktu untuk mencapai *set point* selama 40 menit 20 detik.
3. *Inkubator Bayi Prematur Berbasis Teknologi Thermoelektrik* memiliki kemampuan adaptif dengan adanya switch otomatis dan inkubator telah dapat menjaga suhu bayi secara baik.

5.2 Saran

Dalam pembuatan *Inkubator Bayi Prematur Berbasis Teknologi Thermoelektrik* masih memiliki keterbatasan dalam uji keseluruhan, sehingga sangat mungkin untuk dilakukan pengembangan dan penyempurnaan antara lain:

1. Perancangan mekanik inkubator yang lebih bagus..
2. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut sehingga proses awal untuk mencapai *set point* dapat lebih cepat.
3. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalisasikan inkubator ini dengan sistem portabel.
4. Dalam penelitian ini belum dilakukan pengujian dengan menggunakan makhluk hidup sehingga untuk kedepannya dapat dilakukan pengujian dengan menggunakan makhluk hidup.



DAFTAR PUSTAKA

- Asmadi. 2008. *TEKNIK PROSEDURAL KEPERAWATAN: KONSEP DAN APLIKASI KEBUTUHAN DASAR KLIEN*. Salemba Medika: Jakarta.
- Atmel. 2002. *8-bit Microcontroller with 16K Bytes Flash ATmega16*.
<http://www.Atmel.com/ATMega16.pdf>.
- Baum, Josh. 2013. *What Are The Function Of An Infant Incubator*,
<http://www.livestrong.com/article/233496-what-are-the-functions-of-an-infant-incubator/> [Online].
- Behrman., Kliegman. & Arvin. 2000. *Nelson Ilmu Kesehatan Anak(edisi: 15, vol 2)*. Jakarta : EGC.
- Cooper, William David. 1999. *Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran*, Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Deny, Abdul. 2012. Perancangan Suhu dan Kelembapan Inkubator Bayi Menggunakan Program Bahasa C.
<http://library.gunadarma.ac.id/repository/view/17524/perancangan-suhu-dan-kelembaban-pada-inkubator-bayi-menggunakan-program-bahasa-c.html/> [Online].
- Journal of Perinatal Medicine. Volume 37, Issue 6, Pages 587–598, ISSN (Online) 1619-3997, ISSN (Print) 0300-5577, DOI: [10.1515/JPM.2009.109](https://doi.org/10.1515/JPM.2009.109), July 2009.
- Heryanto, Wisnu. 2010. *Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATmega 16*. Yogyakarta: Andi.
- Kohlmann, Frederik j, 2003. *What is pH, and How is it measured, A technical handbook for industry*. :GLI International.
- Musbikin, Imam.(2005). *Panduan bagi ibu hamil & melahirkan*, Yogyakarta : Mitra Pustaka.
- National Semiconductor Coporation. 2000. LM354.
- Panasonic. *JS RELAYS*.
- Soedarmo, et. All. (2008). *Infeksi dan pediatrik tropis*. Jakarta :Ilmu Kesehatan Anak FKUI
- Stoppard. (2007). *Buku Pintar Kehamilan Minggu Perminggu*. Jakarta: PT. Mitra Media.
- Surasmi, A., Handayani, S., Kusuma, H.N (2002). *Perawatan Bayi Sakit*, Jakarta: EGC.
- Surasmi, Asrining, dkk.2014. *Perawatan Bayi Risiko Tinggi*. Jakarta: EGC.
- Wijaya, Roni.2013. *Inkubator Bayi Berbasis Mikrokontroler Dilengkapi Sistem Telemetri Melalui Jaringan RS* 485,
<http://www.jurnaltechne.org/archives/2013121/201312107-ds.pdf> [Online].

Zemansky, Sears 1969, *Fisika untuk universitas 1: mekanika, panas, dan bunyi*. Bina cipta.

Jakarta.



LAMPIRAN

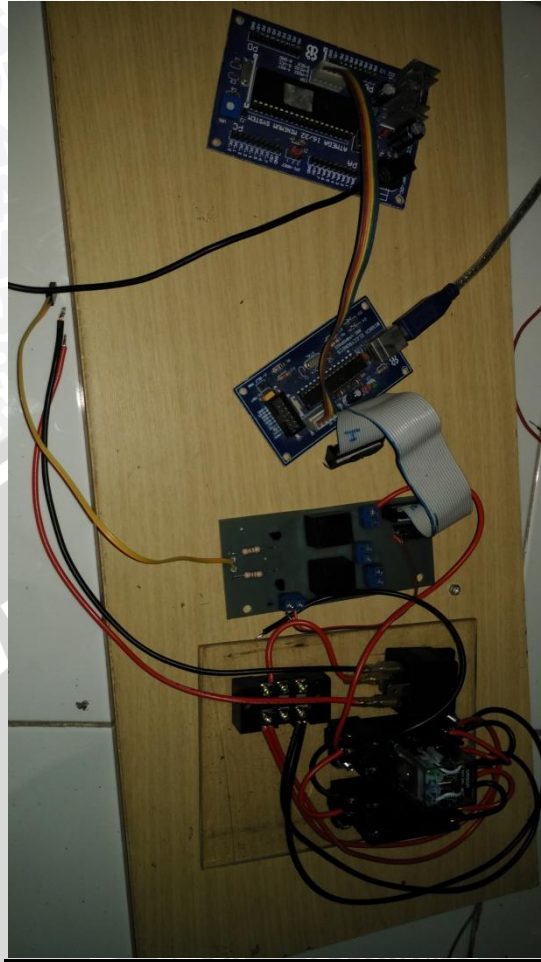
Dokumentasi Alat



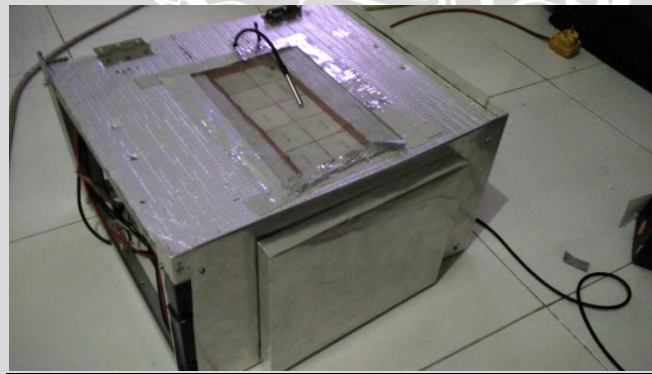
Gambar 1. Keseluruhan Sistem Inkubator



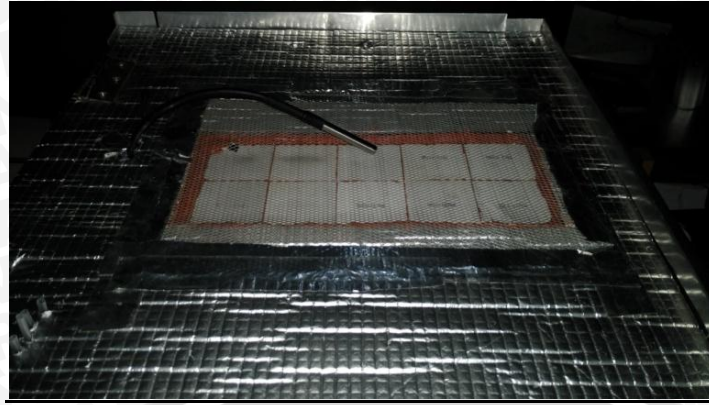
Gambar 2. Chamber inkubator



Gambar 3. Rangkaian elektrik dalam panel kontrol



Gambar 4. Mekanik inkubator



Gambar 5. Elemen Thermoelektrik



Gambar 6. Proses pembuatan mekanik inkubator

LAMPIRAN

Listing Program

LISTING PROGRAM MIKROKONTROLER

```

$regfile = "m16def.dat"
$crystal = 11059200
$baud = 9600
Config Portd = Output           '= mengeset port sebagai OUTPUT LCD
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portd.4 , Db5 = Portd.5 , Db6 = Portd.6 , Db7 = Portd.7 , E =
Portd.3 , Rs = Portd.2
Config Lcd = 20 * 4
Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc
Config Porta = Input           '= mengeset port A sebagai INPUT
LM35/DS18
Config Portb = Output         '= mengeset port B sebagai OUTPUT

Dim A0 As Word                'variabel temp Ruang Inkubator
Dim A1 As Word                'variabel temp Termoelectric

Dim X0 As Word
Dim X1 As Word
Dim Ktec As String * 30
'Dim Ds As String * 30
'Dim Spi As Integer
Dim Tb0 As String * 6
Dim Tb1 As String * 6
Dim I As Integer
Declare Sub Sub_lm35
Declare Sub Sub_ds18
Start Adc
Locate 1 , 1
Lcd "T.PASIEN:"
Locate 2 , 1
Lcd "Humidity:"
Locate 3 , 1
Lcd "Termoelectric:"

***** INITIAL SHT11
Ddrc = 255
Ddra = 255

Dim Ctr As Byte
Dim Dataword As Word

```

```
Dim Command As Byte
Dim Dis As String * 20
Dim Calc As Single
Dim Calc2 As Single
Dim Rhlinear As Single
Dim Rhlintemp As Single
Dim Tempc As Single
Dim Tempf As Single
Dim A As Word
Sck Alias Portc.0
Dataout Alias Portc.1
Datain Alias Pinc.1
Declare Sub Sub_sht11
Declare Sub Connectionreset
Const C1 = -4
Const C2 = 0.0405
Const C3 = -0.0000028
Const T1c = 0.01
Const T2 = 0.00008

Portb.7 = 1

Do
  A0 = 0

  Call Sub_ds18

  Call Sub_lm35

  Call Sub_sht11

  If A0 <= 36 And A0 <= 37 Then

    Portb.7 = 0
    Portb.6 = 0

    Ktec = "MATI"
    End If

  If A0 > 36 Then

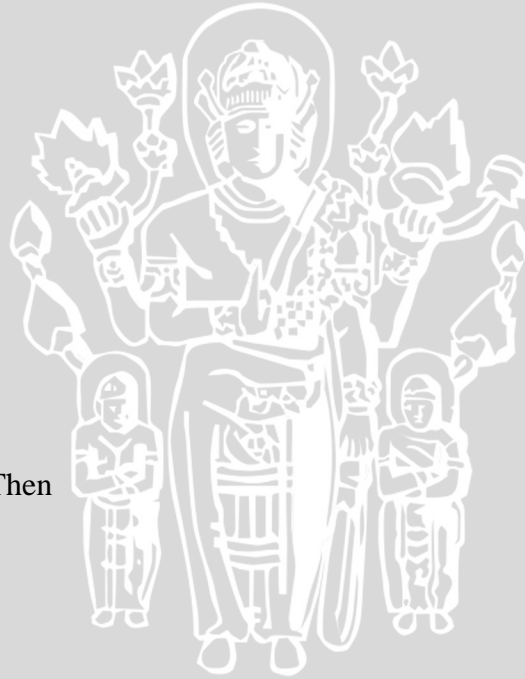
    Portb.7 = 1
    Portb.6 = 1

    Ktec = "DINGIN"
    End If

  If A0 < 36 Then

    Portb.7 = 1
```

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



```
Portb.6 = 0
```

```
Ktec = "PANAS"
```

```
End If
```

```
If A1 > 90 Then
```

```
Portb.7 = 1
```

```
End If
```

```
Locate 1 , 12
```

```
Lcd A0
```

```
Locate 2 , 12
```

```
Lcd Dis ; "%"
```

```
Locate 3 , 12
```

```
Lcd Ktec
```

```
Loop
```

```
Sub Sub_ds18
```

```
A0 = 0
```

```
I = 0
```

```
For I = 1 To 3
```

```
X0 = Getadc(0) * 500  
Pasien)
```

```
A0 = X0 / 1023
```

```
A0 = A0 + A0
```

```
Waitms 20
```

```
'Wait 1
```

```
Next I
```

```
A0 = A0 / 3
```

```
Tb0 = Str(a0)
```

```
End Sub
```

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



' = pembacaan adc PORT A0(Temperatur

Sub Sub_lm35

A1 = 0

I = 0

For I = 1 To 3

X0 = Getadc(0) * 500

Pasien)

' = pembacaan adc PORT A0(Temperatur

A1 = X1 / 1023

A1 = A1 + A1

Waitms 20

' Wait 1

Next I

A1 = A1 / 3

Tb1 = Str(a1)

End Sub

Sub Sub_sht11

'continually read the tempfature and humidity

Command = &B00000011

'Get the temperature, puts result in "dataword" for us

Local Datavalue As Word

Local Databyte As Byte

'start with "transmission start"

Set Sck

Reset Dataout

Reset Sck

Set Sck

Set Dataout

Reset Sck

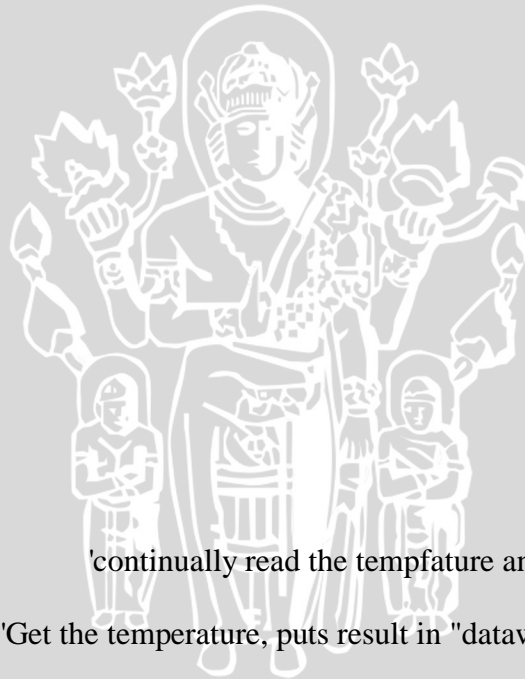
'now send the command

Shiftout Dataout , Sck , Command , 1

Ddrc = &B1111_1101

'datain is now input

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



```

Config Pinc.1 = Input          'datain
Set Sck                        'click one more off
Reset Sck
Waitus 10                      'no idea why, but it doesn't work without it!
Bitwait Pinc.1 , Reset        'wait for the chip to have data ready
Shiftin Datain , Sck , Databyte , 1 'get the MSB
Datavalue = Databyte
Ddrc = &B1111_1111
Config Pinc.1 = Output
Reset Dataout                  'this is the tricky part- Lot's of hair pulling-
have to tick the ack!
Set Sck
Reset Sck
Ddrc = &B1111_1101              'datain is now input
Config Pinc.1 = Input
Shiftin Datain , Sck , Databyte , 1 'get the LSB
Shift Datavalue , Left , 8
Datavalue = Datavalue Or Databyte
'don't tick the clock or ack since we don't need the CRC value, leave it hanging!
Dataword = Datavalue
Ddrc = &B1111_1111
Config Pinc.1 = Output
Reset Dataout
Set Sck
Reset Sck
Ddrc = &B1111_1101              'datain is now input
Config Pinc.1 = Input
Shiftin Datain , Sck , Databyte , 1 'not using the CRC value for now- can't
figure it out! Anybody know how to impliment?
'Print "CRC value was - " ; Databyte
Ddrc = &B1111_1111
Config Pind.1 = Output
Set Dataout
Set Sck
Reset Sck

Tempc = T1c * Dataword          'get celcius for later calculations and for
"the rest of the world"
Tempc = Tempc - 40
Dis = Fusing(tempc , "###.##")
' Print "Temp = " ; Dis ; "C"
'Lcd "Temp = " ; Dis ; Chr(0) ; "C"
Waitms 250

Command = &B00000101

Calc = C2 * Dataword
Calc2 = Dataword * Dataword      'that "2" in the datasheet sure looked
like a footnote for a couple days, nope it means "squared"!
Calc2 = C3 * Calc2

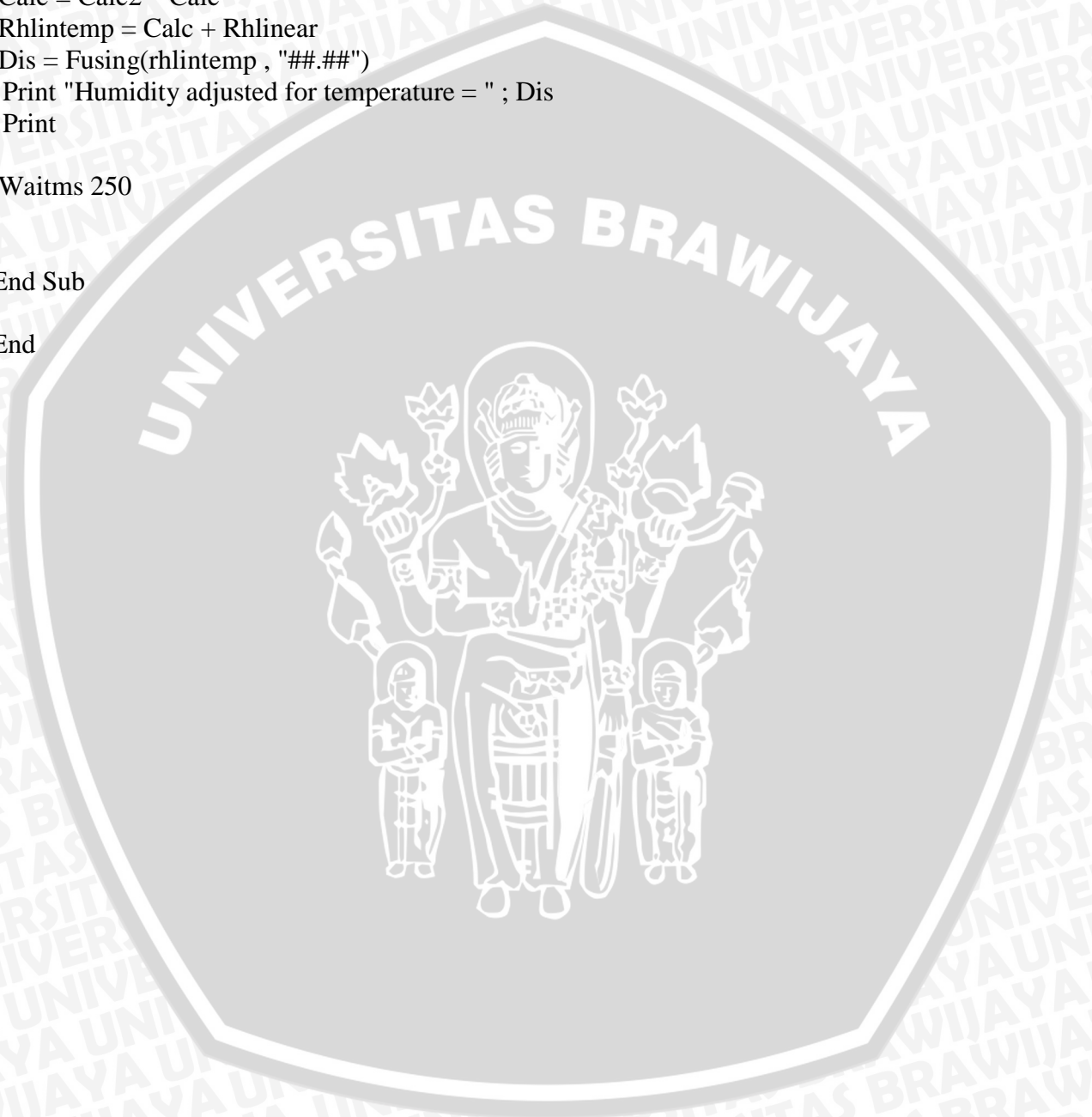
```

```
Calc = Calc + C1
Rhlinear = Calc + Calc2
Dis = Fusing(rhlinear, "##.##")
' Print "Humidity adjusted for linear = " ; Dis
Calc = T2 * Dataword
Calc = Calc + T1c
Calc2 = Tempc - 25
Calc = Calc2 * Calc
Rhlintemp = Calc + Rhlinear
Dis = Fusing(rhlintemp, "##.##")
' Print "Humidity adjusted for temperature = " ; Dis
' Print

Waitms 250
```

End Sub

End



LAMPIRAN

Datasheet

