

**PROTOTIPE SILO BERAS DENGAN TINGKAT
KELEMBABAN KURANG DARI 70% DAN SUHU 15⁰ – 43⁰
CELCIUS BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16**

Pulung Alfatoni
5215101617



Skripsi Ini Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan

PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2016

**PROTOTYPE SILO BERAS DENGAN TINGKAT
KELEMBABAN KURANG DARI 70% DAN SUHU 15⁰ – 43⁰
CELCIUS BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16**

Pulung Alfatoni
5215101617



Skripsi Ini Disusun sebagai Salah Satu Persyaratan untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan

PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2016

ABSTRAK

Pulung Alfatoni, Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu 15⁰ – 43⁰ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16. Skripsi. Jakarta, Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2016. Dosen Pembimbing, Drs. Pitoyo Yuliatmojo, MT dan Muhammad Yusro, S.Pd., MT.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur serta mengatur tingkat suhu dan kelembaban dan mengukur serta mengatur daya tampung silo guna menjaga kualitas beras yang disimpan dalam jangka waktu tertentu.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian Riset dan Pengembangan (*Research and Development*) yang meliputi perencanaan, analisis kebutuhan, perancangan, pengujian, dan pengimplementasian perangkat keras, yaitu prototipe silo serta sistem elektronika, maupun perangkat lunak, yaitu pemrograman untuk mikrokontroler.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu 15⁰ – 43⁰ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 telah berhasil dirancang dan direalisasikan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Prototipe Silo Beras Dengan Tingkat Kelembaban Kurang Dari 70% dan Suhu 15⁰ – 43⁰ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 mampu menjaga suhu ruang silo dengan rata-rata suhu sebesar 28⁰ Celcius dan telah dapat mencapai suhu ideal silo sebesar 15⁰ – 43⁰ Celcius dengan kelembaban rata-rata sebesar 69,4% Rh.

Kata kunci: silo, beras, suhu, lembab, ATmega16.

ABSTRACT

Pulung Alfatoni, *Prototype of Rice Silo with Humidity Level less than 70% and Temperature 15° – 43° Celcius Based on Microcontroller Atmega16*. Thesis. Jakarta, Electronics Engineering Education Studies Program, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Jakarta, 2016. Supervisors, Drs. Pitoyo Yuliatmojo, MT and Muhammad Yusro, S.Pd, MT.

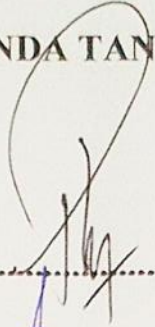
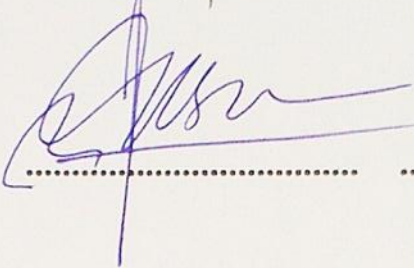
The aims of this study is measure and regulate temperature and humidty levels, and measure and regulate the capacity of the silo in order to maintain the quality of rice is kept within certain period.

This research used Research and Development methods, which includes planning, analysis requirement, designing, testing, and implementation system of hardware and software. Implementation system of hardware includes the silo and electronic system. Implementation system of software includes the program of microcontroller.

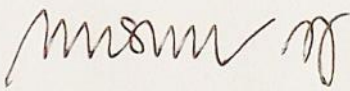
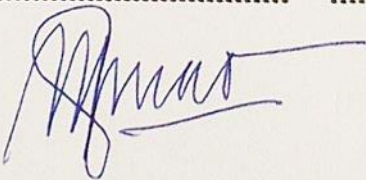
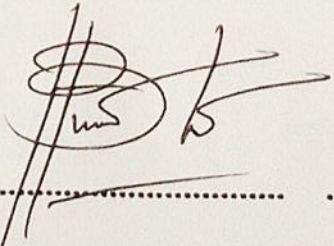
Results showed that the Prototype of Rice Silo with Humidity Level less than 70% and Temperature 15° – 43° Celcius Based on Microcontroller Atmega16 has successfullly designed and realized. The result of test showed that prototype of silo based on microcontroller ATmega16 can kept the temperature of silo's room with average temperature is 28⁰ Celcius and has been regulated ideal temperature level of silo's room beetwen 15⁰ – 43⁰ Celcius.

Keyword : silo, rice, temperature, humidity, ATmega16

HALAMAN PENGESAHAN

NAMA	TANDA TANGAN	TANGGAL
Drs. Pitoyo Yuliatmojo, MT (Dosen Pembimbing I)		10/2/2016
Muhammad Yusro, S.Pd., MT (Dosen Pembimbing II)		11/2/2016

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA	TANDA TANGAN	TANGGAL
Drs. Wisnu Djatmiko, MT (Ketua Penguji)		10/2 2016
Drs. Mufti Ma'sum, M.Pd (Sekretaris Penguji)		5/2 2016
Drs. Jusuf Bintoro, MT (Dosen Ahli)		5/2 2016

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya dengan judul “**Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu 15⁰ – 43⁰ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16**” adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing.
3. Karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Depok, Januari 2016
Yang membuat pernyataan

Pulung Alfatoni

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT. Tuhan semesta alam atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga laporan penelitian skripsi ini dapat terselesaikan. Penulisan laoran ini dilakukan dalam rangka memenuhi tugas akhir masa kuliah di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangat sulit bagi saya untuk menyusun laporan ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terimakasih kepada:

- 1) Drs. Pitoyo Yuliatmojo, MT. selaku Ketua Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta sekaligus dosen pembimbing pertama;
- 2) Drs. Budjari, M.Pd. selaku penasihat akademik;
- 3) Muhammad Yusro, S.Pd, MT. selaku dosen pembimbing kedua;
- 4) Kedua orangtua dan keluarga saya yang telah memberikan kasih sayang yang tidak ternilai harganya dan juga atas doa yang tidak pernah berhenti diucapkan;

Akhir kata, semoga Allah SWT. membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penyusunan laporan penelitian ini dengan balasan yang lebih baik. Semoga laporan penelitian ini membawa manfaat yang besar bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Depok, Januari 2016

Pulung Alfatoni

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikasi Masalah	7
1.3. Pembatasan Masalah.....	7
1.4. Perumusan Masalah	7
1.5. Tujuan Penelitian	7
1.6. Kegunaan Penelitian	8
BAB II KERANGKA TEORITIK DAN KERANGKA BERPIKIR.....	9
2.1. Kerangka Teoritik.....	9
2.1.1. Prototipe.....	9
2.1.2. Silo.....	9
2.1.2.1. Silo Pertanian.....	10
2.1.2.2. Silo Bahan Bangunan	11
2.1.3. Beras	12
2.1.3.1. Pandan Wangi.....	13
2.1.3.2. IR64 atau	14
2.1.3.3. Rojo Lele	15
2.1.4. Suhu	16
2.1.5. Kelembaban Relatif	16
2.1.6. Mikrokontroler ATmega16.....	17
2.1.7. Sensor	19
2.1.7.1. Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11	19
2.1.7.2. Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	21
2.1.8. Aktuator	23
1. Kipas dc	23
2. Motor <i>Gearbox</i>	23
3. <i>Thermoelectric Cooler</i> TEC1-12706.....	24
2.1.9. LCD Karakter 16x2	27
2.2. Kerangka Berpikir	28
2.2.1. Diagram Blok Sistem.....	30
2.2.2. <i>Flowchart</i> Sistem.....	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1. Tujuan Penelitian	32
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
3.3. Metode Penelitian	32

3.3.1.	Analisis Kebutuhan.....	33
3.3.2.	Perancangan Sistem	34
3.3.2.1.	Spesifikasi Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu 15 ⁰ – 43 ⁰ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16	34
1.	Komponen Pembangun.....	34
2.	Dimensi Bangunan	34
3.	Daya Kerja.....	34
3.3.2.2.	Pengukuran Temperatur dan Kelembaban	35
3.3.2.3.	Pengaturan Temperatur dan Kelembaban.....	35
3.3.2.4.	Pengukuran Daya Tampung Silo.....	37
3.3.2.5.	Pengaturan Daya Tampung Silo	37
3.3.3.	Implementasi <i>Hardware</i>	38
3.3.4.	Implementasi <i>Software</i>	38
3.3.5.	Tahap Pengujian	38
3.4.	Rancangan Penelitian	39
3.4.1.	Menentukan Diagram Blok Sistem.....	39
3.4.2.	Perancangan Perangkat Keras.....	40
3.4.2.1.	Prototipe Silo	41
3.4.2.2.	Skema Diagram	43
3.4.2.3.	Rangkaian Elektronika	43
a.	Sistem Minimum	43
b.	Regulator	44
c.	<i>Driver</i>	44
3.4.3.	Perancangan Perangkat Lunak.....	45
3.4.3.1.	<i>Flowchart</i> Program Mikrokontrol	46
3.4.3.2.	<i>Flowchart</i> Sub Program Membaca Data dari Memori	47
3.4.3.3.	<i>Flowchart</i> Sub Program Pengosongan Silo.....	48
3.4.3.4.	<i>Flowchart</i> Sub Program Sensor Ketinggian Silo	48
3.4.3.5.	<i>Flowchart</i> Sub Program Sensor Suhu dan Kelembaban.....	49
3.4.3.6.	Program Mikrokontroler.....	50
3.5.	Instrumen Penelitian	50
3.6.	Prosedur Penelitian	50
3.7.	Teknik Analisis Data	51
3.7.1.	Kriteria Pengujian <i>Hardware</i>	51
3.7.1.1.	Kriteria Pengujian Suhu.....	52
3.7.1.2.	Kriteria Pengujian Kelembaban.....	53
3.7.1.3.	Kriteria Pengujian Ketinggian Tumpukan Beras....	54
3.7.1.4.	Kriteria Pengujian Takaran Beras.....	55
3.7.1.5.	Kriteria Pengujian Tegangan Listrik	55
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		56
4.1.	Hasil Penelitian.....	56
4.1.1.	Hasil Pengujian Suhu.....	56
4.1.2.	Hasil Pengujian Kelembaban.....	58
4.1.3.	Hasil Pengujian Ketinggian Tumpukan Beras.....	59
4.1.4.	Hasil Pengujian Takaran Beras.....	60

4.1.5. Hasil Pengujian Tegangan Listrik	61
4.2. Pembahasan	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1. Kesimpulan.....	65
5.2. Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	72

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Luas Panen – Produktivitas – Produksi Tanaman Padi Seluruh Provinsi.....	2
Tabel 1.2.	Luas Panen – Produktivitas – Produksi Tanaman Jagung Seluruh Provinsi.....	2
Tabel 1.3.	Rekapitulasi Ekspor Pertanian Menurut Sub Sektor Periode Tahun 2001 – 2004, 2005 – 2009, dan 2010 – 2013	4
Tabel 1.4.	Penetapan Kinerja Direktorat Pengembangan Pengolahan Hasil Pertanian Tahun 2012.....	5
Tabel 1.5.	Penetapan Kinerja Kegiatan Pengembangan Pengolahan Hasil Pertanian Tahun 2012.....	5
Tabel 1.6.	Penetapan Kinerja Direktorat Pengembangan Mutu dan Standarisasi.....	5
Tabel 2.1.	Spesifikasi <i>Thermoelectric Cooler</i> TEC1-12706	27
Tabel 2.2.	Konfigurasi Pin LCD Karakter 16 x 2.....	28
Tabel 3.1.	Kriteria Pengujian Suhu	53
Tabel 3.2.	Kriteria Pengujian Kelembaban	53
Tabel 3.3.	Kriteria Pengujian Ketinggian Tumpukan Beras	55
Tabel 3.4.	Kriteria Pengujian Takaran Beras	55
Tabel 3.5.	Kriteria Pengujian Tegangan Listrik	56
Tabel 4.1.	Hasil Pengujian Suhu	57
Tabel 4.2.	Hasil Pengujian Kelembaban	59
Tabel 4.3.	Hasil Pengujian Ketinggian Tumpukan Beras	60
Tabel 4.4.	Hasil Pengujian Takaran Beras	61
Tabel 4.5.	Hasil Pengujian Tegangan Listrik	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Bentuk Fisik Silo Pertanian	10
Gambar 2.2.	Bentuk Fisik Silo Bangunan.....	11
Gambar 2.3.	Beras	12
Gambar 2.4.	Konfigurasi pin Mikrokontroler ATmega16	18
Gambar 2.5.	Bentuk Mikrokontroler ATmega16.....	18
Gambar 2.6.	Bentuk fisik sensor DHT11	20
Gambar 2.7.	Grafik sinyal mengakses DHT-11	20
Gambar 2.8.	Grafik sinyal pemberitahuan dari DHT-11	20
Gambar 2.9.	Bentuk fisik sensor HC-SR04	22
Gambar 2.10.	<i>Timing</i> Diagram sinyal pengaksesan HC-SR04	22
Gambar 2.11.	Bentuk Fisik Kipas dc	23
Gambar 2.12.	Bentuk Fisik Motor <i>Gearbox</i>	24
Gambar 2.13.	Konstruksi <i>Thermoelectric Cooler</i>	25
Gambar 2.14.	Perpindahan Panas <i>Thermoelectric Cooler</i>	25
Gambar 2.15.	Perpindahan Panas <i>Thermoelectric Cooler</i>	26
Gambar 2.16.	Bentuk Fisik LCD Karakter 16 x 2	28
Gambar 2.17.	Diagram Blok Sistem	30
Gambar 2.18.	<i>Flowchart</i> Sistem	31
Gambar 3.1.	Tahap Penelitian	32
Gambar 3.2.	Posisi Sensor Temperatur dan Kelembaban.....	35
Gambar 3.3.	Pengatur Suhu pada Prototipe Silo.....	36
Gambar 3.4.	Posisi Sensor Ultrasonik.....	37
Gambar 3.5.	Diagram Blok Sistem	40
Gambar 3.6.	Lapisan Alumunium Foil pada Rancangan Prototipe Silo	41
Gambar 3.7.	Lapisan Triplek pada Rancangan Prototipe Silo	42
Gambar 3.8.	Pengatur suhu dan Pemanas pada Rancangan Prototipe Silo..	42
Gambar 3.9.	LCD pada Rancangan Prototipe Silo	42
Gambar 3.10.	Skema Diagram	43
Gambar 3.11.	Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega16	43
Gambar 3.12.	Rangkaian Regulator	44
Gambar 3.13.	Rangkaian Driver	44
Gambar 3.14.	<i>Flowchart</i> Program Mikrokontroler.....	46
Gambar 3.15.	<i>Flowchart</i> Sub Program Membaca Data dari Memori.....	47
Gambar 3.16.	<i>Flowchart</i> Sub Program Pengosongan Silo	48
Gambar 3.17.	<i>Flowchart</i> Sub Program Sensor Ketinggian Silo	48
Gambar 3.18.	<i>Flowchart</i> Sub Program Sensor Suhu dan Kelembaban	49
Gambar 4.1.	Ilustrasi Tumpukan Beras.....	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Luas Penggunaan Lahan di Indonesia	72
Lampiran 2.	Kegiatan Usaha Pertanian	73
Lampiran 3.	Ekspor Pertanian	74
Lampiran 4.	Pertumbuhan Ekonomi Indonesia	75
Lampiran 5.	UU No. 12 Tahun 1992 Tentang Sistem Budidaya Tanaman	76
Lampiran 6.	UU No. 23 Tahun 1997 Tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.	77
Lampiran 7.	Datasheet ATmega16	78
Lampiran 8.	Datasheet DHT-11.....	79
Lampiran 9.	Datasheet HC SR-04	82
Lampiran 10.	Datasheet <i>Thermoelectric Cooler</i> TEC1-12706.....	83
Lampiran 11.	Tampilan IDE Bascom AVR.....	85
Lampiran 12.	Program Mikrokontrol.....	86
Lampiran 13.	<i>Wiring Diagram</i> Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu 150 – 430 Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16.....	90
Lampiran 14.	Hasil Takaran Beras	92
Lampiran 15.	Hasil Pengukuran Tegangan.....	93

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara agraris dengan luas lahan pertanian 39.594.536,91 Ha (Kementerian Pertanian, 2013). Lahan pertanian yang tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia mencirikan bahwa Indonesia adalah negara agraris. Tidak hanya itu menurut Badan Pusat Statistik pada tahun 2013 terdapat 26,1 juta rumah tangga bermata pencaharian petani, baik petani buruh maupun bukan (Badan Pusat Statistik, 2014).

Dari luas lahan pertanian yang tersebar di Indonesia mampu menghasilkan macam-macam komoditas pangan baik yang berasal dari komoditas pangan nabati maupun hewani. Umbi-umbian, sereal, sayuran, buah-buahan, serta biji-bijian merupakan contoh komoditas pangan nabati yang terdapat di Indonesia. Sedangkan dari komoditas pangan hewani yaitu susu, daging, babat, dan telur.

Di antara berbagai macam hasil pertanian Indonesia dari komoditas pangan nabati adalah komoditas sereal. Contoh dari komoditas pangan sereal ini adalah beras, gandum, dan jagung. Menurut data yang di ambil dari Badan Pusat Statistik tahun 2010, hasil panen beberapa komoditas pangan sereal dapat dijelaskan melalui Tabel 1.1..

Tabel 1.1. Luas Panen – Produktivitas – Produksi Tanaman Padi Seluruh Provinsi (Badan Pusat Statistik)

Provinsi	Jenis Tanaman	Tahun	Luas Panen(Ha)	Produktivitas(Ku/Ha)	Produksi(Ton)
Indonesia	Padi	2013	13835252.00	51.52	71279709.00
Aceh	Padi	2013	419183.00	46.68	1956940.00
Sumatera Utara	Padi	2013	742968.00	50.17	3727249.00
Sumatera barat	Padi	2013	487820.00	49.82	2430384.00
Riau	Padi	2013	118518.00	36.63	434144.00
Jambi	Padi	2013	153243.00	43.36	664535.00
Sumatera Selatan	Padi	2013	800036.00	45.96	3676723.00
Bengkulu	Padi	2013	147680.00	42.17	622832.00
Lampung	Padi	2013	638090.00	50.26	3207002.00
Bangka Belitung	Padi	2013	10232.00	27.83	28480.00
Kepulauan Riau	Padi	2013	379.00	36.15	1370.00
DKI Jakarta	Padi	2013	1744.00	58.88	10268.00
Jawa Barat	Padi	2013	2029891.00	59.53	12083162.00
Jawa Tengah	Padi	2013	1845447.00	56.06	10344816.00
DI Yogyakarta	Padi	2013	159266.00	57.88	921824.00
Jawa Timur	Padi	2013	2037021.00	59.15	12049342.00
Banten	Padi	2013	393704.00	52.92	2083608.00
Bali	Padi	2013	150380.00	58.66	882092.00
Nusa Tenggara	Padi	2013	438057.00	50.08	2193698.00
Nusa Tenggara	Padi	2013	222469.00	32.80	729666.00
Kalimantan Barat	Padi	2013	464898.00	31.01	1441876.00
Kalimantan	Padi	2013	247473.00	32.84	812652.00
Kalimantan	Padi	2013	479721.00	42.34	2031029.00
Kalimantan Timur	Padi	2013	102912.00	42.70	439439.00
Kalimantan Utara	Padi	2013	35926.00	34.72	124724.00
Sulawesi Utara	Padi	2013	127413.00	50.10	638373.00
Sulawesi Tengah	Padi	2013	224326.00	45.98	1031364.00
Sulawesi Selatan	Padi	2013	983107.00	51.22	5035830.00
Sulawesi Tenggara	Padi	2013	132945.00	42.23	561361.00
Gorontalo	Padi	2013	56894.00	52.01	295913.00
Sulawesi Barat	Padi	2013	91195.00	48.80	445030.00
Maluku	Padi	2013	24399.00	41.74	101835.00
Maluku Utara	Padi	2013	19281.00	37.57	72445.00
Papua Barat	Padi	2013	7523.00	39.76	29912.00
Papua	Padi	2013	41111.00	41.30	169791.00

Tabel 1.2. Luas Panen – Produktivitas – Produksi Tanaman Jagung Seluruh Provinsi (Badan Pusat Statistik)

Provinsi	Jenis Tanaman	Tahun	Luas Panen(Ha)	Produktivitas(Ku/Ha)	Produksi(Ton)
Indonesia	Jagung	2013	3821504.00	48.44	18511853.00
Aceh	Jagung	2013	44099.00	40.33	177842.00
Sumatera Utara	Jagung	2013	211750.00	55.87	1183011.00
Sumatera barat	Jagung	2013	81665.00	67.03	547417.00
Riau	Jagung	2013	11748.00	23.88	28052.00
Jambi	Jagung	2013	6504.00	39.50	25690.00
Sumatera Selatan	Jagung	2013	32558.00	51.43	167457.00
Bengkulu	Jagung	2013	18257.00	51.48	93988.00
Lampung	Jagung	2013	346315.00	50.83	1760278.00
Bangka Belitung	Jagung	2013	234.00	33.46	783.00
Kepulauan Riau	Jagung	2013	339.00	23.30	790.00
DKI Jakarta	Jagung	2013	0.00	0.00	0.00

Jawa Barat	Jagung	2013	152923.00	72.06	1101998.00
Jawa Tengah	Jagung	2013	532061.00	55.09	2930911.00
DI Yogyakarta	Jagung	2013	70772.00	40.92	289580.00
Jawa Timur	Jagung	2013	1199544.00	48.03	5760959.00
Banten	Jagung	2013	3583.00	33.60	12038.00
Bali	Jagung	2013	18223.00	31.59	57573.00
Nusa Tenggara Barat	Jagung	2013	110273.00	57.47	633773.00
Nusa Tenggara Timur	Jagung	2013	270394.00	26.17	707642.00
Kalimantan Barat	Jagung	2013	42621.00	37.53	159973.00
Kalimantan Tengah	Jagung	2013	2062.00	30.15	6217.00
Kalimantan Selatan	Jagung	2013	20629.00	51.89	107043.00
Kalimantan Timur	Jagung	2013	1858.00	26.18	4864.00
Kalimantan Utara	Jagung	2013	445.00	21.87	973.00
Sulawesi Utara	Jagung	2013	122237.00	36.65	448002.00
Sulawesi Tengah	Jagung	2013	34174.00	40.75	139266.00
Sulawesi Selatan	Jagung	2013	274046.00	45.62	1250202.00
Sulawesi Tenggara	Jagung	2013	27133.00	24.91	67578.00
Gorontalo	Jagung	2013	140423.00	47.65	669094.00
Sulawesi Barat	Jagung	2013	26781.00	47.92	128327.00
Maluku	Jagung	2013	3203.00	37.28	11940.00
Maluku Utara	Jagung	2013	10395.00	28.30	29421.00
Papua Barat	Jagung	2013	1250.00	17.10	2137.00
Papua	Jagung	2013	3005.00	23.41	7034.00

Komoditas serealia oleh hampir seluruh negara di dunia termasuk Indonesia adalah komoditas pangan yang dijadikan sebagai makanan pokok bagi masyarakatnya. Menurut data yang diambil dari Badan Pusat Statistik tahun 2013, komoditas serealia menempati peringkat teratas dalam hal konsumsi pangan masyarakat Indonesia (Kementerian Pertanian RI). Ini mengartikan bahwa komoditas pangan serealia (nasi/beras) adalah makanan pokok bagi warga negara Indonesia. Bahkan ada guyonan masyarakat yang menyebutkan “orang Indonesia *kalo* belum makan nasi ya belum makan namanya”.

Tidak hanya banyak jenisnya tetapi hasil pertanian Indonesia juga memiliki kualitas hasil pertanian yang tidak bisa dianggap sebelah mata. Terhitung mulai tahun 2001 hingga tahun 2013 hasil pertanian Indonesia mengalami peningkatan rata-rata ekspor ke sejumlah negara di dunia. Ini dibuktikan dengan keterangan yang disampaikan oleh Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil

Pertanian, Kementerian Pertanian RI tentang ekspor hasil pertanian Indonesia yang dijelaskan melalui Tabel 1.3.

Tabel 1.3. Rekapitulasi Ekspor Pertanian Menurut Sub Sektor Periode Tahun 2001-2004, 2005-2009, dan 2010-2013 (Badan Pusat Statistik, 2014)

Sub Sektor	Satuan	Tahun 2001-2004	Tahun 2005-2009	Tahun 2010-2013	Average Growth Rate of Ekspor Index (%) 2001-2013
Tan Pangan	Volume (Ton)	3.413.476	4.583.067	2.265.734	(9.21)
	Nilai (000 US\$)	839.706	1.510.122	1.379.112	(2.83)
Hortikultura	Volume (Ton)	1.372.472	2.206.133	1.547.226	0.45
	Nilai (000 US\$)	762.815	1.533.268	1.826.326	7.80
Perkebunan	Volume (Ton)	37.003.238	114.973.716	117.247.779	57.24
	Nilai (000 US\$)	20.107.515	93.549.730	133.371.668	74.11
Peternakan	Volume (Ton)	586.613	2.012.280	1.783.158	3.04
	Nilai (000 US\$)	1.056.321	3.437.079	3.675.504	3.92
Pertanian	Volume (Ton)	42.375.798	123.775.196	122.843.898	37.77
	Nilai (000 US\$)	22.766.357	100.030.199	140.252.609	46.52

Sumber : BPS, 2014.

Hal tersebut juga mengakibatkan perekonomian Indonesia beranjak naik. Menurut Badan Pusat Statistik tahun 2014, melalui sektor pertanian, laju pertumbuhan ekonomi Indonesia meningkat sebesar 3,54% pada tahun 2013 (Badan Pusat Statistik, 2014). Ini menunjukkan bahwa sektor pertanian merupakan salah satu senjata perekonomian negara.

Mengamati semua hal tersebut yang telah dijelaskan pemerintah melakukan tindakan-tindakan yang dianggap dapat melestarikan hasil bumi ibu pertiwi, seperti mengeluarkan:

1. UU No. 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman;
2. UU No. 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.

dan melaksanakan program kerja yang dijelaskan melalui Tabel 1.4., Tabel 1.5., dan Tabel 1.6..

Tabel 1.4. Penetapan Kinerja Direktorat Pengembangan Pengolahan Hasil Pertanian Tahun 2012 (Kementerian Pertanian RI, 2013)

Sasaran Strategis	Indikator Kinerja	Target
Meningkatnya usaha pengolahan dan pemasaran hasil pertanian berkelanjutan	Meningkatnya produk olahan hasil pertanian yang bermutu untuk ekspor dan pasar domestik	5%
	Meningkatnya jumlah lembaga pemasaran petani dalam rangka penyerapan pasar hasil pertanian	5%
	Meningkatnya jumlah usaha pengolahan dan pemasaran hasil pertanian	6%
	Meningkatnya nett ekspor komoditi segar dan olahan	15%

Tabel 1.5. Penetapan Kinerja Kegiatan Pengembangan Pengolahan Hasil Pertanian Tahun 2012 (Kementerian Pertanian RI, 2013)

Sasaran	Indikator Kinerja	Target
Meningkatnya usaha pengolahan hasil pertanian yang berkelanjutan	Jumlah unit usaha pengolahan hasil tanaman pangan	169 kelompok usaha
	Jumlah unit usaha pengolahan hasil hortikultura	69 kelompok usaha
	Jumlah unit usaha pengolahan hasil perkebunan	111 kelompok usaha
	Jumlah unit usaha pengolahan hasil peternakan	116 kelompok usaha

Tabel 1.6. Penetapan Kinerja Kegiatan Pengembangan Mutu dan Standarisasi (Kementerian Pertanian RI, 2013)

Sasaran	Indikator Kinerja	Target
Meningkatnya mutu dan keamanan pangan hasil pertanian	Jumlah rancangan SNI produk pertanian	25 dokumen
	Jumlah unit usaha yang menerapkan sistem jaminan mutu	200 unit usaha
	Jumlah laboratorium pengujian	10 laboratorium
	Jumlah lembaga sertifikasi	35 unit/lembaga
	Jumlah kerjasama standar mutu	3 kerjasama
	Jumlah harmonisasi standar mutu	4 harmonisasi
	Jumlah lembaga pengujian mutu alat mesin pertanian	3 unit/lembaga
	Jumlah pengujian mutu dan (sertifikasi) alsintan	192 dokumen

Berdasarkan peraturan tersebut maka patutlah bagi seorang warga negara yang taat peraturan untuk melaksanakan hal-hal yang berkaitan dengan melestarikan hasil bumi Indonesia.

Untuk menangani hasil pertanian Indonesia, dapat dibagi ke dalam beberapa rumusan yaitu:

1. Penanganan Bahan Hasil Pertanian dan Perikanan;
2. Penyuluhan Pertanian;
3. Pengendalian Mutu Hasil Pertanian dan Perikanan;
4. Proses Pengolahan Hasil Pertanian dan Perikanan.

Dari keempat rumusan, penelitian ini menyoroti rumusan proses pengolahan hasil pertanian dan perikanan dimana rumusan ini berperan penting dalam masalah pendistribusian dan gejolak harga hasil pertanian. Perubahan musim dapat mempengaruhi hasil pertanian selanjutnya akan membuat harga hasil pertanian bergejolak. Proses pengolahan hasil pertanian dapat dibagi lagi ke dalam beberapa penanganan seperti pengawetan, pengemasan, penyimpanan dan penggudangan, serta pendistribusian dan pemasaran.

Penyimpanan hasil pertanian termasuk ke dalam rumusan Proses Pengolahan Hasil Pertanian dan Perikanan. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Kemendikbud RI, menyebutkan perlu memperhatikan beberapa faktor agar mutu hasil pertanian tetap terjaga dalam jangka waktu yang lama selama penyimpanan. Faktor-faktor tersebut meliputi kadar air, kelembaban relatif, dan suhu penyimpanan (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan: 2013). Tiga faktor ini akan mengakibatkan beberapa permasalahan bila tidak sesuai standar misalnya seperti pertumbuhan jamur, perkembangbiakan kutu, penyusutan mineral, dan bau yang tidak sedap. Inilah yang akan mengakibatkan mutu hasil pertanian menjadi berkurang bahkan akan berdampak pada perekonomian karena menurunnya harga saing.

1.2. Identifikasi Masalah

Hal-hal yang menjadi perhatian dalam penelitian ini adalah:

1. Dalam jangka waktu berapa lama beras disimpan di dalam silo?
2. Bagaimanakah kondisi lingkungan silo beras pada umumnya?
3. Bagaimana sistem penyimpanan silo dari beras dimasukkan, disimpan, dan dikeluarkan?
4. Bagaimana menghindari beras dari serangan hama tikus dan kutu?
5. Apa saja yang menjadi penentu mutu beras?
6. Bagaimana membuat timbangan beras yang akurat agar jumlah beras yang disimpan dapat terhitung dengan baik?

1.3. Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini masalah hanya dibatasi pada pembuatan prototipe silo yang dapat menjaga mutu beras dengan cara menjaga kelembaban dan suhu tampungan silo. Dalam penelitian ini tingkat kelembaban tampungan silo dijaga kurang dari 70% dan tingkat suhu dijaga sebesar $15^{\circ} - 43^{\circ}$ Celcius.

1.4. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang, membuat, serta menguji Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu $15^{\circ} - 43^{\circ}$ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16?

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah merancang, membuat, serta menguji Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu $15^{\circ} - 43^{\circ}$ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16.

1.6. Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu $15^{\circ} - 43^{\circ}$ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 adalah:

1. mampu menjaga mutu beras lebih lama selama disimpan,
2. mampu memberikan informasi dalam bentuk tampilan LCD tentang suhu, kelembaban, dan tinggi tumpukan beras,
3. mampu *memonitoring* tingkat suhu dan kelembaban secara aktual.

BAB II

KERANGKA TEORITIK DAN KERANGKA BERPIKIR

2.1. Kerangka Teoritik

2.1.1. Prototipe

Menurut id.wikipedia.org arti dari kata prototipe atau juga disebut purwarupa adalah bentuk awal (contoh) atau standar ukuran dari sebuah entitas. Sebuah prototipe dibuat sebelum dikembangkan atau justru dibuat khusus untuk pengembangan sebelum dibuat dalam skala sebenarnya atau sebelum diproduksi secara massal.

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring (Dalam Jaringan/*online*) arti kata prototipe adalah model yang mula-mula (model asli) yang menjadi contoh. Bisa juga disebut contoh baku atau contoh khas.

Menurut Sobri (2012) dalam *website* bppt.go.id mengartikan bahwa yang disebut dengan prototipe adalah betuk fisik pertama dari satu objek yang direncanakan dibuat dalam satu proses produksi, mewakili bentuk dan dimensi dari objek yang diwakilinya dan digunakan untuk objek penelitian dan pengembangan lebih lanjut. Selanjutnya menurut Sobri salah satu kriteria prototipe adalah mudah dipahami dan dianalisis untuk pengembangan lebih lanjut.

2.1.2. Silo

Dalam id.wikipedia.org arti kata silo adalah struktur yang digunakan untuk menyimpan bahan curah (*bulk materials*). Silo umumnya digunakan di bidang pertanian sebagai penyimpan biji-bijian hasil pertanian dan pakan ternak. Di luar bidang pertanian, silo digunakan untuk menyimpan batu bara, semen, potongan

kayu, dan serbuk gergaji. Ada tiga jenis silo yang banyak digunakan hingga saat ini, yaitu tipe menara, bunker, dan karung.

Tergantung pada bahan yang dimuat, pengendalian lingkungan di dalam silo bisa bervariasi. Pengendalian kadar air di udara diperlukan dan disesuaikan dengan kadar air kesetimbangan bahan jika menginginkan waktu penyimpanan yang lama. Pengendalian jenis dan kadar gas di dalam silo diperlukan jika bahan mudah bereaksi dengan gas tertentu seperti oksigen. Pengendalian kadar gas juga diperlukan jika silo digunakan untuk proses fermentasi, aerob maupun anaerob.

Berdasarkan kegunaannya, silo secara umum digunakan dapat dibagi menjadi dua yaitu silo untuk pertanian dan silo untuk bahan bangunan.

2.1.2.1. Silo Pertanian

Dalam dunia pertanian silo merupakan suatu tempat yang digunakan untuk menyimpan produk curai misalnya sereal, tepung, atau biji-bijian. Bahan untuk pembuatan silo adalah dari logam, aluminium, karet, atau beton.



Gambar 2.1. Bentuk Fisik Silo Pertanian
(Sumber: en.wikipedia.org/wiki/silo)

Bahan yang disimpan merupakan bahan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan sehingga memungkinkan terjadinya proses kondensasi uap air dan migrasi. Proses ini akan memicu timbulnya jamur atau perkembangan mikroorganisme. Oleh karena itu diperlukan fasilitas tambahan seperti alat pengangkut atau peralatan pengeringan. Untuk daerah tropis, masalah utama pada silo adalah migrasi dan kondensasi uap air (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI, 2013: 261). Faktor cuaca panas menjadi penyebab utama dari migrasi dan kondensasi uap air. Pendekatan yang dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan penyediaan pengaduk dan pengering, penggunaan nitrogen atmosfer, ruangan kedap udara, dan penggunaan insulasi.

2.1.2.2. Silo Bahan Bangunan

Selain untuk menyimpan bahan-bahan pertanian, silo juga digunakan untuk menyimpan bahan-bahan bangunan seperti batu bara, semen, potongan kayu, dan serbuk gergaji. Jika dibandingkan dengan silo pertanian, silo yang digunakan untuk menyimpan bahan-bahan bangunan berbeda cara pembuatannya, bahan bangunnya, dan cara memperlakukan bahan yang disimpan.



Gambar 2.2. Bentuk Fisik Silo Bangunan
(Sumber: <http://civilengineerbali.blogspot.co.id>)

Dari segi bahan bangunnya, silo bahan bangunan hampir selalu dibuat dari beton. Hal ini dikarenakan bahan yang disimpan adalah bahan-bahan material yang kuat, berat, dan dalam jumlah besar sehingga bahan bangun silonya haruslah lebih kuat dari pada bahan yang disimpan.

Dari cara memperlakukan terhadap bahan yang disimpan juga berbeda dengan silo pertanian. Jika pada silo pertanian sangat diperhatikan penjagaan terhadap kelembaban dan suhu, maka pada silo bahan bangunan tidak begitu diperhatikan kelembaban dan suhunya.

2.1.3. Beras

Padi merupakan tanaman yang sangat penting di dunia, melebihi kentang, jagung, gandum, dan sereal lainnnya. Tanaman ini dipertimbangkan sangat penting kehadirannya di dunia, karena padi merupakan pangan pokok bagi lebih dari setengah penduduk dunia (Lu, 1999).



Gambar 2.3. Beras
(Sumber: www.bintang.com)

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring (Dalam Jaringan/*online*) beras adalah padi yang telah terkelupas kulitnya (yang menjadi nasi setelah ditanak). Berdasarkan SNI 6128:2015 yang dimaksud dengan beras adalah hasil utama yang diperoleh dari proses penggilingan gabah hasil tanaman padi (*Oryza Sativa L.*) yang seluruh lapisan sekamnya terkelupas dan seluruh atau sebagian lembaga dan lapisan

bekatulnya telah dipisahkan baik berupa butir beras utuh, beras kepala, beras patah, maupun menir.

Beras merupakan makanan pokok di tidak kurang 26 negara padat penduduk (China, India, Indonesia, Pakistan, Bangladesh, Malaysia, Thailand, Vietnam), atau lebih separuh penduduk dunia. Di Indonesia, masalah beras erat kaitannya dengan masalah budaya, social dan ekonomi bangsa. Keeratan hubungan antara padi (beras) dengan manusia tercermin dari berbagai kepercayaan penduduk, antara lain melalui hikayat Dewi Sri. Dalam bidang ekonomi, beras sering digunakan sebagai indeks kestabilan ekonomi nasional (Koswara, 2009: 1).

Lebih lanjut pada artikel dalam jaringan okezone.com, yang diakses pada 1 Februari 2016 pukul 7:59, jenis-jenis beras yang wajib dikenal oleh masyarakat Indonesia adalah Pandan Wangi, IR64 atau , dan Rojolele.

2.1.3.1. Pandan Wangi

Berdasarkan artikel dalam jaringan id.wikipedia.org, yang diakses pada tanggal 1 Februari 2016 pada pukul 9:12, disebutkan bahwa beras Pandan Wangi adalah salah satu varietas dari tanaman padi bulu yang ditanam di Cisalak, Cibeber, Cianjur, Jawa Barat. Sejak tahun 1973 sudah dikenal dengan sebutan Pandan Wangi karena hasil beras setelah menjadi nasi beraroma pandan.

Spesifikasi dari beras Pandan Wangi, yang diakses dari *website* <http://diperta.jabarprov.go.id> tanggal 1 Februari 2016 pada pukul 9:36, adalah sebagai berikut:

DISKRIPSI PADI PANDAN WANGI

Nomor : 163 / Kpts / LB. 240 / 3 / 2004

Tanggal 17 Maret 2004

Asal : Populasi Varietas lokal Pandan Wangi Cianjur

Nomor : Balitpa 1644

Golongan : Padi bulu

Umur Tnaman	: 155 hari
Bentuk Tanaman	: Kompak
Tinggi tanaman	: 168 cm
Anakan produktif	: 15 sampai 18 batang
Warna helai daun	: Tidak berwarna
Muka daum	: Hijau
Bentuk gabah	: Bulat
Warna gabah	: Kuning mas
Tekstur nasi	: Pulen
Bobot 1000 butir	: 29,7 grams
Kadar Amilosa	: 24,6 %
Potensi Hasil	: 7,4 ton GKG/Ha
Rata-rata Hasil	: 5,7 ton GKG/Ha

2.1.3.2. IR64 atau

Spesifikasi dari beras IR64 atau , yang diakses dari *website* eproduk.litbang.pertanian.go.id pada tanggal 1 Februari 2016 pukul 10:44, adalah sebagai berikut:

Nomor seleksi	: IR18348-36-3-3
Asal persilangan	: IR5657/IR2061
Golongan	: Cere
Umur tanaman	: 110 - 120 hari
Bentuk tanaman	: Tegak
Tinggi tanaman	: 115 – 126 cm
Anakan produktif	: 20 - 35 batang
Warna kaki	: Hijau
Warna batang	: Hijau
Warna telinga daun	: Tidak berwarna
Warna lidah daun	: Tidak berwarna
Warna daun	: Hijau
Muka daun	: Kasar
Posisi daun	: Tegak
Daun bendera	: Tegak
Bentuk gabah	: Ramping, panjang
Warna gabah	: Kuning bersih
Kerontokan	: Tahan
Kerebahan	: Tahan
Tekstur nasi	: Pulen
Kadar amilosa	: 23%

Bobot 1000 butir : 24,1 g
 Rata-rata hasil : 5,0 t/ha
 Potensi hasil : 6,0 t/ha

Ketahanan terhadap Hama :

- i) Tahan wereng coklat biotipe 1, 2, serta
- ii) agak tahan wereng coklat biotipe 3

Ketahanan terhadap Penyakit :

- i) Agak tahan hawar daun bakteri strain IV,
- ii) Tahan virus kerdil rumput

Anjuran tanam : Baik ditanam di lahan sawah irigasi dataran rendah sampai sedang

2.1.3.3. Rojolele

Berdasarkan artikel dalam jaringan id.wikipedia.org, yang diakses pada tanggal 1 Februari 2016 pada pukul 9:46, disebutkan bahwa beras Rojolele adalah kultivar padi lokal unggulan Indonesia yang berasal dari Klaten, Jawa Tengah. Kultivar Rojolele resmi dirilis oleh Kementerian Pertanian Indonesia pada tahun 2003. Rojolele merupakan salah satu padi asal Indonesia yang digunakan sebagai induk persilangan program penelitian di IRRI.

Spesifikasi dari beras Rojolele, yang diakses dari *website* indoagraris.wordpress.com pada tanggal 1 Februari 2016 pukul 11:00, adalah sebagai berikut:

Nama Varietas	: Rojolele
Tetua	: Lokal Delanggu Klaten
Rataan Hasil	: 4,2 ton/ha
Pemulia	: Subagyo, Rob Muji Sihono, Sriyono, Tino Vihara, Walkarjono, Kris Sumarno, Indrawati S, Sri hartati
Golongan	: Berbulu
Umur Tanaman	: 155 HSS
Bentuk Tanaman	: Tegak
Tinggi Tanaman	: 146 – 155 cm
Anakan Produktif	: 8 – 9
Warna Kaki	: Ungu
Warna Batang	: Ungu
Warna telinga daun	: Tidak berwarna

Warna lidah daun	: Tidak berwarna
Warna daun	: Hijau
Muka daun	: Kasar
Posisi daun	: Terkulai
Daun bendera	: Terkulai
Bentuk gabah	: Gemuk
Warna gabah	: Kuning
Kerontokan	: Tahan rontok
Kerebahan	: Sedang
Tekstur nasi	: Wangi, pulen
Kadar amilose	: 21 %
Bobot 1000 butir	: 32 gram
Produksi	: 4.2 ton/ha
Ketahanan terhadap hama	: Peka terhadap wereng coklat

2.1.4. Suhu

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring (Dalam Jaringan/*online*) arti kata suhu adalah ukuran kuantitatif terhadap temperatur; panas dan dingin, diukur dengan termometer.

Dalam id.wikipedia.org arti kata suhu adalah derajat panas benda. Suhu menunjukkan energi yang dimiliki oleh suatu benda. Setiap atom dalam suatu benda masing-masing bergerak, baik itu dalam bentuk perpindahan maupun gerakan di tempat getaran. Makin tingginya energi atom-atom penyusun benda, makin tinggi suhu benda tersebut.

Menurut Hall (1970) suhu yang baik untuk menyimpan beras adalah 15° – 21° Celcius. Sedangkan menurut Hayma (2003: 34) beras untuk dimakan baik disimpan hingga suhu maksimal sebesar 43° Celcius dengan kelembaban relatif tidak lebih dari 70%.

2.1.5. Kelembaban Relatif

Dalam id.wikipedia.org arti kata kelembaban adalah konsentrasi uap air di udara. Hayma (2003: 10) mengatakan arti dari kelembaban relatif adalah

pengukuran persentase jumlah kelembaban (uap air) benar-benar di udara dibandingkan dengan jumlah maksimum kelembaban udara yang bisa menahan pada suhu tersebut. Definisi dari kelembaban relatif dapat ditulis dengan persamaan berikut:

$$Rh(\%) = \frac{\text{jumlah kelembaban (uap air) benar – benar di udara}}{\text{jumlah maksimum kelembaban udara jenuh}} \times 100$$

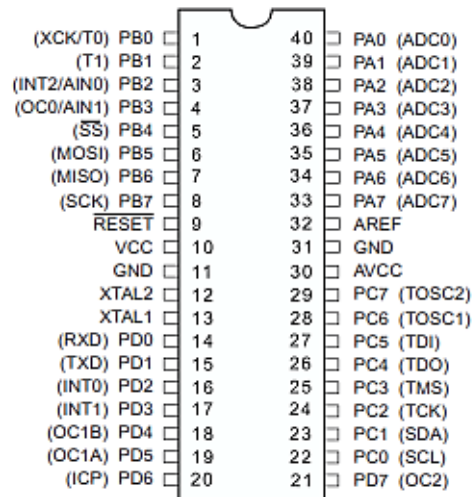
Selanjutnya Hayma (2003: 33) mengatakan bahwa tempat penyimpanan hasil pertanian yang baik pada umumnya memiliki kelembaban relatif sebesar 70% atau lebih rendah.

2.1.6. Mikrokontroler ATmega16

AVR merupakan seri mikrokontroler 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 system menggunakan hubungan serial SPI (Kurniawan: 1).

Terdapat empat buah *port* yaitu *PortA*, *PortB*, *PortC*, dan *PortD* yang semuanya dapat diprogram sebagai *input* atau *output*. Jika dilihat lebih detail lagi, pada bagian pemroses mikrokontroler ini terdapat unit CPU utama untuk memastikan eksekusi program. CPU juga dapat mengakses memori, melakukan kalkulasi, pengontrolan, dan penanganan interupsi. Ini dilakukan menggunakan arsitektur harvard (bus untuk memori, program, dan data terpisah) sehingga

dihasilkan performa yang tinggi. Hal ini dikarenakan instruksi pada memori program dieksekusi dengan single level pipelining. Dengan demikian, pada saat sebuah instruksi dieksekusi, instruksi berikutnya dapat diakses dari memori program. Konsep ini memungkinkan instruksi dieksekusi pada setiap siklus clock (Budiharto dan Nalwan, 2009: 10).



Gambar 2.4. Konfigurasi pin Mikrokontroler ATmega16
(Sumber: ATmega16 Datasheet, Atmel)



Gambar 2.5. Bentuk Mikrokontroler ATmega16
(Sumber: www.electronicbite.com)

Spesifikasi lain pada mikrokontroler ATmega16 adalah sebagai berikut:

1. Tegangan kerja 4,5-5,5 Vdc;
2. 0-16 MHz;

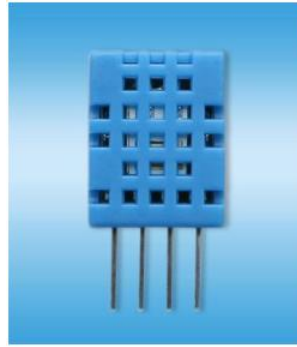
3. 16 *Kbyte Flashrom* dengan sepuluh ribu kali tulis program ulang;
4. Dua 8-bit *Timer/Counter*;
5. Satu 16-bit *Timer/Counter*;
6. Empat kanal *Pulse Width Modulation* (PWM);
7. Delapan kanal 10-bit *Analog to Digital Converter* (ADC) (Atmel, 2002: 1).

2.1.7. Sensor

2.1.7.1. Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11

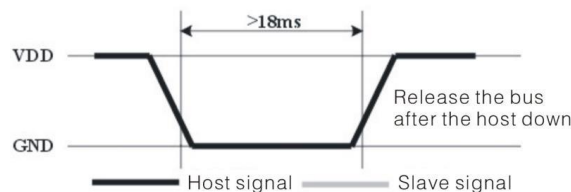
DHT11 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor DHT-11 terdiri dari komponen yang bersifat resistif dan sebuah perangkat NTC pengukur temperatur serta dapat dikoneksikan dengan 8-bit mikrokontroler (Aosong DHT11 *Product Manual*: 1). Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka module ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya (Syam, 2013: 43).

DHT11 termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-interference. Ukurannya yang kecil, dan dengan transmisi sinyal hingga 20 meter, membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban (Syam, 2013: 43).



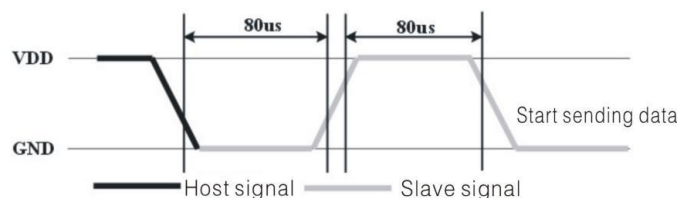
Gambar 2.6. Bentuk fisik sensor DHT11
(Sumber: Aosong DHT11 *Product Manual*)

Untuk mengakses informasi pengukuran kelembaban dan temperatur dari sensor DHT-11, langkah pertama yang harus dilakukan adalah menunggu sekurang-kurangnya satu detik setelah sensor DHT-11 diberikan tegangan. Ini kondisi dimana sensor mempersiapkan pengukuran kelembaban dan temperatur. Setelah satu detik, kondisikan kanal mikrokontroler ke dalam mode keluaran rendah tidak kurang dari 18 ms. Lalu kondisikan kanal mikrokontroler ke dalam mode masukan tinggi.



Gambar 2.7. Grafik sinyal mengakses DHT-11
(Sumber: Aosong DHT11 *Product Manual*)

Kemudian DHT-11 akan menjawab sinyal dari mikrokontroler dengan memberikan sinyal rendah selama 80 us dan sinyal tinggi selama 80 us.



Gambar 2.8. Grafik sinyal pemberitahuan dari DHT-11.
(Sumber: Aosong DHT11 *Product Manual*)

Setelah itu DHT-11 mulai memberikan 40-bit data.

2.1.7.2. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Gelombang ultrasonik adalah gelombang akustik mekanik yang bekerja pada rentang frekuensi di luar kapabilitas telinga manusia yaitu di atas 20 kHz. Pemanfaatan pemancaran dan penerimaan gelombang ultrasonik merupakan dasar dari sensor jarak ultrasonik populer dan detektor kecepatan (Fraden, 2004: 287).

Prinsip dari pengukuran jarak dengan menggunakan gelombang ultrasonik adalah memancarkan gelombang ultrasonik dan menerima pantulannya. Saat *transmitter* memancarkan gelombang ultrasonik, secara bersamaan waktu transmisi mulai dihitung. Ultrasonik menyebar di udara dan akan memantul saat ada objek di depan *transmitter*. Pantulan gelombang ultrasonik yang dipancarkan akan diterima oleh *receiver* dan waktu transmisi berhenti (Elec freaks HC-SR04 User Guide: 1).

Menurut Walker (2007: 541) kecepatan gelombang ultrasonik di udara adalah sebesar 343 m/s dengan suhu 20° Celcius. Dengan demikian berdasarkan waktu tempuh transmisi gelombang ultrasonik dapat kita hitung jarak antara *transmitter* dengan objek benda yang memantulkan gelombang ultrasonik dengan menggunakan rumus berikut:

$$s = \frac{vt}{2} = \frac{343t}{2} \quad (1)$$

Persamaan (1) didapat dari rumus kecepatan, yaitu:

$$v = \frac{s}{t}$$

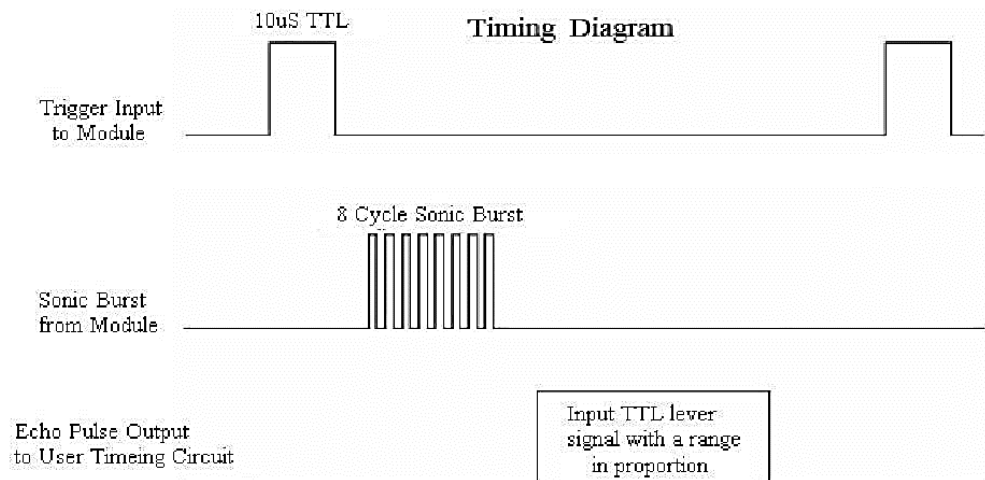
$$s = vt \quad (2)$$

Nilai 2 dalam persamaan (1) adalah total jarak tempuh gelombang dari *transmitter* – objek pantul – *receiver*, v adalah kecepatan suara di udara, dan t adalah waktu tempuh gelombang ultrasonik dari *transmitter* ke *receiver*.



Gambar 2.9. Bentuk fisik sensor HC-SR04
(Sumber: Elecfreak HC-SR04 *User Guide*)

Untuk bisa menggunakan sensor HC-SR04, cukup dengan memberikan pemacu ke pin *Trig* selama 10 us (mikro sekon) kemudian akan dihasilkan data serial 8-bit dari kaki *Echo*. Kemampuan modul sensor ini dalam mendeteksi benda yang ada dihadapannya adalah dari 2 – 400 cm dengan ketelitian kurang lebih 3 mm (Elecfreaks: 2).



Gambar 2.10. Timing Diagram sinyal pengaksesan HC-SR04
(Sumber: Elecfreaks HC-SR04 *User Guide*)

2.1.8. Aktuator

2.1.8.1. Kipas dc

Kipas dc adalah sebuah kipas yang diberi daya listrik dc. Memiliki daya kipas tidak terlalu kuat tapi cukup untuk melakukan sirkulasi udara dalam ruang silo.



Gambar 2.11. Bentuk Fisik Kipas dc
(Sumber: www.surplussales.com)

Pada penelitian Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu $15^{\circ} - 43^{\circ}$ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16, kipas dc berfungsi sebagai penghembus suhu dingin dan panas yang berasal dari *thermoelectric cooler* kemudian dilakukan secara terus menerus sehingga udara di dalam silo dapat disesuaikan.

2.1.8.2. Motor Gearbox

DC Gearbox Motor atau motor girbox dc adalah motor dengan suplai daya dc dan memiliki susunan mekanisme gir.

Motor ini memiliki kekuatan atau torsi yang kuat sebagai akibat dari susunan-susunan gir yang dimilikinya. Motor ini sangat cocok digunakan untuk mengangkat beban-beban berat seperti pada sistem *conveyor*, *lifter*, eskalator, dan sistem-sistem pengangkut lainnya.

Pada penelitian ini, *dc gearbox motor* digunakan untuk membuka katup keluaran silo. Katup yang dimaksud adalah katup untuk mengeluarkan beras dari tempat penampungan silo.



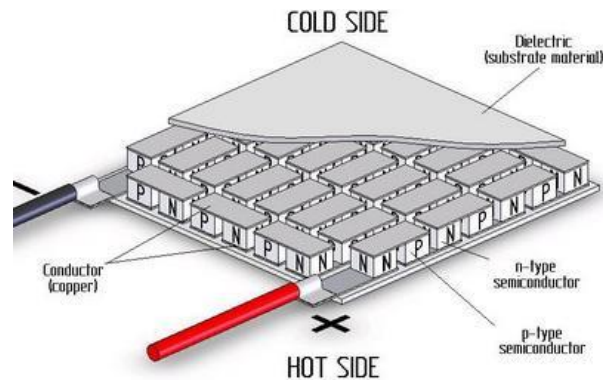
**Gambar 2.12. Bentuk Fisik Motor Gearbox
(Sumber: www.alibaba.com)**

2.1.8.3. Thermoelectric Cooler TEC1-12706

Thermoelectric cooler adalah sebuah instrumen yang memindahkan panas dari satu sisi ke sisi yang lain tergantung arah arus listrik. Instrumen tersebut juga dinamakan dengan peltier (Solbrekken, dalam *Comprehensive system-level optimization of thermoelectric devices for electronic cooling applications*, Components and Packaging Technologies, IEEE Transactions on (Volume:31, Issue: 1)). Instrumen ini biasa digunakan sebagai pendingin atau pemanas. Instrumen ini juga dapat digunakan sebagai pengatur suhu dingin atau panas.

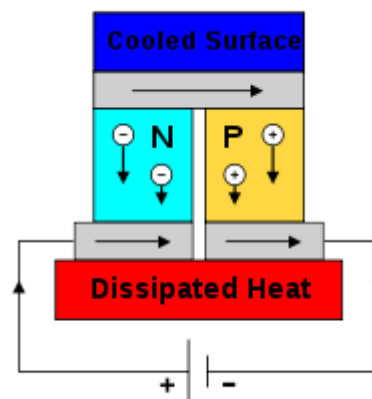
Thermoelectric cooler atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan pendingin termoelektrik menggunakan efek peltier untuk menciptakan panas dari pertemuan dua tipe bahan semikonduktor yang berbeda. Dua bahan semikonduktor, yaitu tipe-n dan tipe-p, dimanfaatkan karena masing-masing bahan memiliki kepadatan elektron yang berbeda. Dua bahan semikonduktor ini dipisahkan oleh

bahan konduktor dan dilapisi dengan keramik. Konstruksi *thermoelectric cooler* dapat dilihat pada Gambar 2.13.



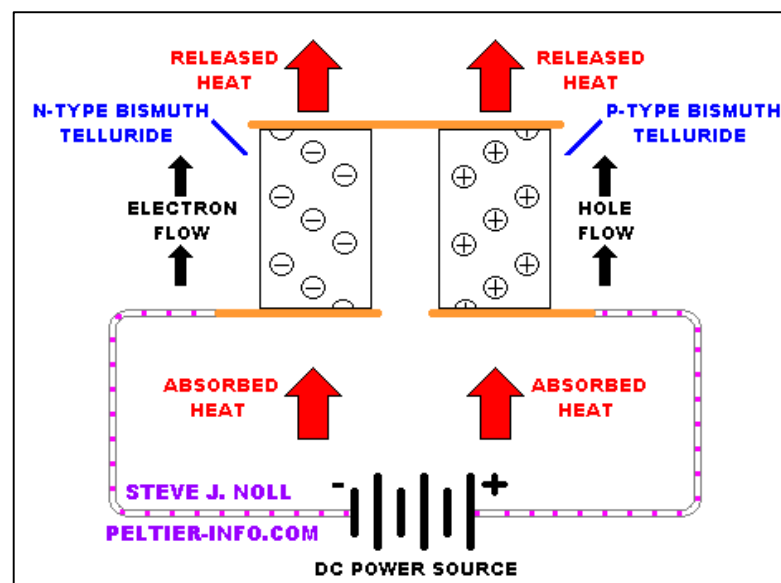
Gambar 2.13. Konstruksi *Thermoelectric Cooler*
(Sumber: www.reuk.co.uk)

Semikonduktor tipe-n yang diberi kutub listrik positif, seperti Gambar 2.14 sehingga arah arus listrik menjadi ke sebelah kanan gambar, muatan negatifnya akan mendekati kutub positif sementara semikonduktor tipe-p muatan positifnya mengikuti arah arus listrik. Masing-masing bahan semikonduktor, baik tipe-n dan tipe-p, muatannya menuju ke sisi *thermoelectric cooler* bagian bawah (*dissipated heat*) sehingga sisi *thermoelectric cooler* bagian bawah menjadi panas dan sisi *thermoelectric cooler* bagian atas menjadi dingin.



Gambar 2.14. Perpindahan Panas *Thermoelectric Cooler*
(Sumber: https://en.wikipedia.org/wiki/Thermoelectric_effect)

Sementara pada Gambar 2.15, semikonduktor tipe-n yang diberi kutub listrik negatif, sehingga arah arus listrik menjadi ke sebelah kiri gambar, muatan negatifnya akan menjauhi kutub negatif sementara begitu juga tipe-p muatan positifnya mengikuti arah arus listrik. Masing-masing bahan semikonduktor, baik tipe-n dan tipe-p, muatannya menuju ke sisi *thermoelectric cooler* bagian atas (*released heat*) sehingga sisi *thermoelectric cooler* bagian atas menjadi panas dan sisi *thermoelectric cooler* bagian bawah menjadi dingin.



Gambar 2.15. Perpindahan Panas *Thermoelectric Cooler*
(Sumber: www.thermoelectric-cooler-info.com)

Thermoelectric cooler TEC1-12706 adalah salah satu modul *thermoelectric cooler* yang diproduksi oleh Hebei I.T. (Shanghai) Co., Ltd. *Thermoelectric cooler* TEC1-12706 memiliki spesifikasi yang dijelaskan pada Tabel 2.1. Dimensi panjang x lebar x tebal *Thermoelectric cooler* TEC1-12706 adalah 40 mm x 40 mm x 3.9 mm.

Tabel 2.1. Spesifikasi *Thermoelectric Cooler* TEC1-12706
(Sumber: *Datasheet Thermoelectric Cooler* TEC1-12706. Hebei I.T. (Shanghai) Co., Ltd.)

Hot Side Temperature (° C)	25° C	50° C
Qmax (Watts)	50	57
Delta Tmax (° C)	66	75
I_{max} (Amps)	6.4	6.4
V_{max} (Volts)	14.4	16.4
Module Resistance (Ohms)	1.98	2.30

Dari tabel dapat dijelaskan bahwa *thermoelectric cooler* TEC1-12706 memiliki contoh dua keadaan suhu pada sisi panas (*hot side*), yaitu suhu saat 25° dan 50° Celcius. Untuk mencapai suhu 25° Celcius maka spesifikasi listrik yang dibutuhkan adalah daya 50 Watt, arus listrik 6,4 ampere, tegangan listrik 14,4 volt (dc), dan tahanan dalam sebesar 1,98 ohm. Dalam kondisi *hot side* sebesar 25° Celcius, selisih suhu (Delta Tmax) dengan *cool side* (sisi dingin) adalah sebesar 66° Celcius. Sementara itu untuk mencapai suhu 50° Celcius maka spesifikasi listrik yang dibutuhkan adalah daya 57 Watt, arus listrik 6,4 ampere, tegangan listrik 16,4 volt (dc), dan tahanan dalam sebesar 2,30 ohm. Dalam kondisi *hot side* sebesar 50° Celcius, selisih suhu (Delta Tmax) dengan *cool side* (sisi dingin) adalah sebesar 75° Celcius.

2.1.9. LCD Karakter 16 x 2

LCD karakter 16 x 2 adalah LCD yang hanya dapat menampilkan sebuah karakter sebanyak enam belas kolom dan dua baris sehingga total seluruhnya adalah tiga puluh dua karakter. Menurut Munandar (2012), yang diambil dari halaman *web* www.leselektronika.com pada tanggal 31 Januari 2016 pukul 22:09 WIB, LCD

(*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Munandar menambahkan bahwa LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer.



Gambar 2.16. Bentuk Fisik LCD Karakter 16 x 2
(Sumber: www.newark.com)

Tabel 2.2. Konfigurasi Pin LCD Karakter 16 x 2

Pin no.	Symbol	External connection	Function
1	V _{SS}	Power supply	Signal ground for LCM
2	V _{DD}		Power supply for logic for LCM
3	V ₀		Contrast adjust
4	RS	MPU	Register select signal
5	R/W	MPU	Read/write select signal
6	E	MPU	Operation (data read/write) enable signal
7~10	DB0~DB3	MPU	Four low order bi-directional three-state data bus lines. Used for data transfer between the MPU and the LCM. These four are not used during 4-bit operation.
11~14	DB4~DB7	MPU	Four high order bi-directional three-state data bus lines. Used for data transfer between the MPU
15	LED+	LED BKL power supply	Power supply for BKL
16	LED-		Power supply for BKL

2.2. Kerangka Berpikir

Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu 15⁰ – 43⁰ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 ini bekerja dengan cara mengetahui tingkat suhu dan kelembaban dalam ruang penyimpanannya serta mengetahui tingkat penggunaan daya tampung silo. Untuk mengetahui tingkat suhu dan kelembaban di dalam silo menggunakan sensor DHT11. Suhu diatur sebesar

15° hingga 43° Celcius sedangkan kelembaban kurang dari 70% Rh (*Relative Humidity*).

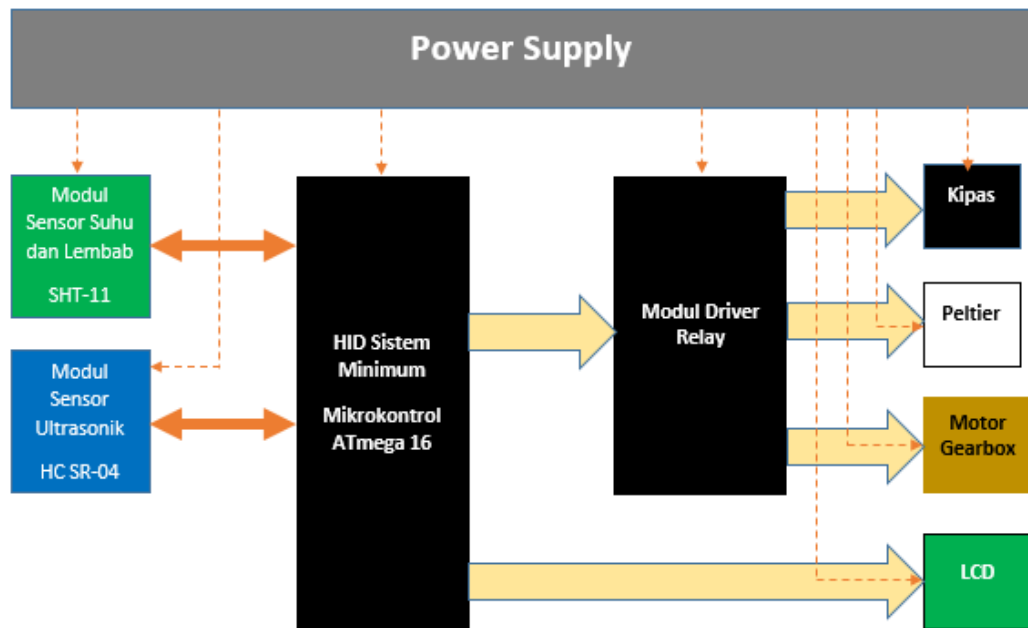
Untuk mengetahui daya tampung silo digunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Daya tampung silo dijaga pada angka 75% dari seluruh ketinggian ruang penyimpanan, hal ini dikarenakan dibutuhkan ruang untuk mengatur sirkulasi udara dalam prototipe silo.

Untuk mengatur suhu dalam ruangan silo digunakan sebuah pendingin dan pemanas, dalam penelitian ini menggunakan *thermoelectric cooler* sebagai pengaturinya. Jika suhu dalam ruangan prototipe silo melebihi batas ketentuan maka *thermoelectric cooler* akan berubah fungsi menjadi pendingin. Sedangkan jika suhu ruangan kurang dari batas ketentuan maka *thermoelectric cooler* berubah fungsi menjadi pemanas. Panas dan dinginnya suhu permukaan *thermoelectric cooler* dialirkan ke *heatsink* kemudian ditiupkan menggunakan kipas dc.

Untuk mengatur kelembaban dalam ruang prototipe silo digunakan sebuah *exhaust* dan *thermoelectric cooler*. Jika ruang prototipe silo terlalu lembab maka *exhaust* akan membuang udara dalam prototipe silo hingga kelembaban berada pada batas yang telah ditargetkan. Jika ruang prototipe silo terlalu kering maka *exhaust off* dan *thermoelectric cooler* akan *on*.

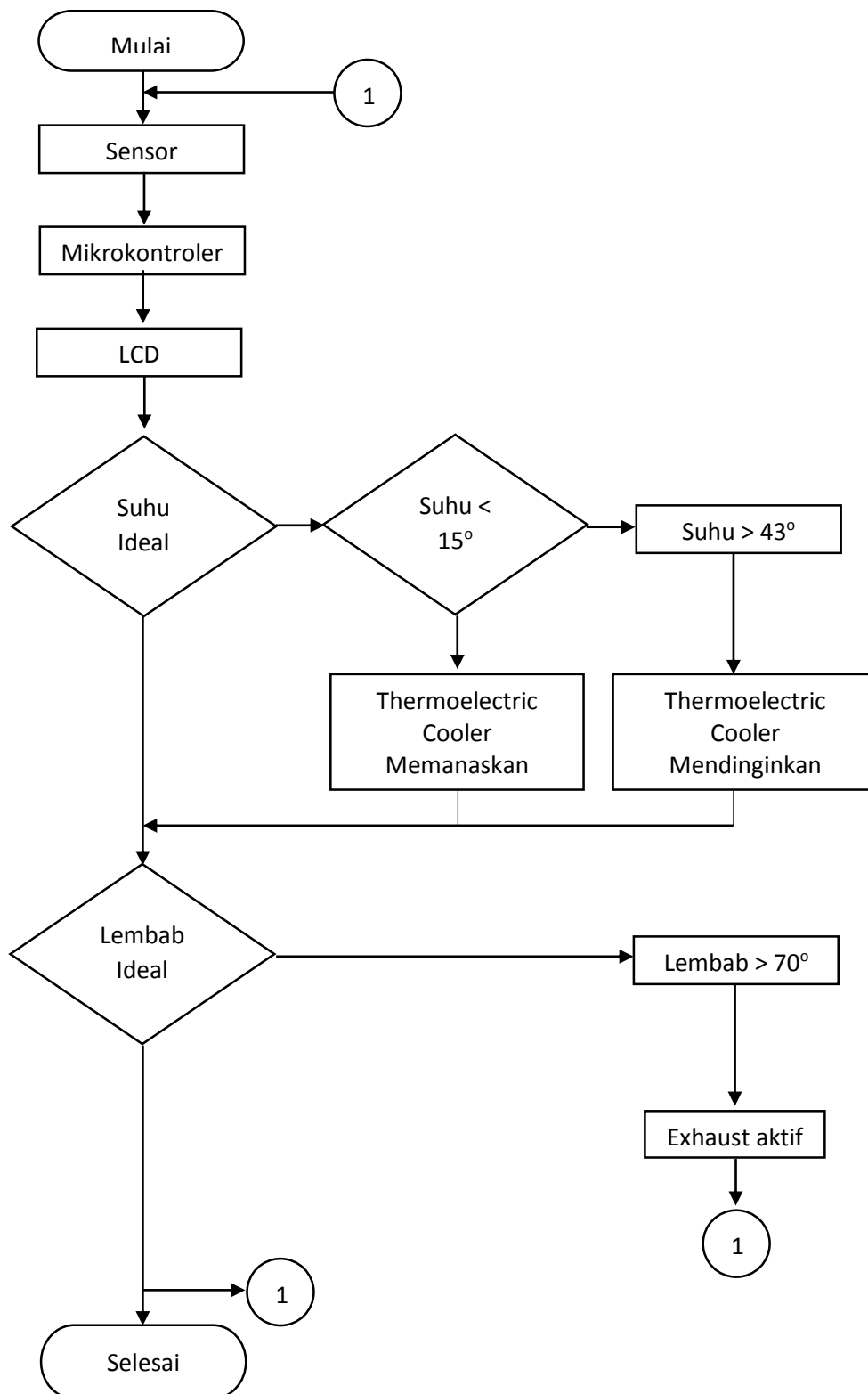
2.2.1. Diagram Blok Sistem

Sistem dari Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu $15^{\circ} - 43^{\circ}$ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 dapat dilihat pada diagram blok Gambar 2.17 berikut ini.



Gambar 2.17. Diagram Blok Sistem

2.2.2. Flowchart Sistem



Gambar 2.18. Flowchart Sistem

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

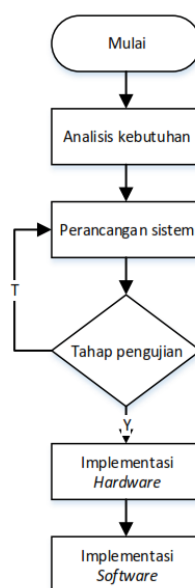
Tujuan penelitian Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu $15^{\circ} - 43^{\circ}$ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 ini adalah mengukur serta mengatur tingkat suhu dan kelembaban dan mengukur serta mengatur daya tampung silo.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta dari bulan November 2014 – Januari 2016.

3.3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (*research and development*). Tahap-tahap metode penelitian ini adalah analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi hardware, implementasi software, dan tahap pengujian.



Gambar 3.1. Tahap Penelitian

3.3.1. Analisis Kebutuhan

Untuk memenuhi tujuan tersebut, peneliti menentukan kebutuhan yang dibutuhkan oleh Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu $15^{\circ} - 43^{\circ}$ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 di antaranya adalah mikrokontroler, *software development tool* mikrokontroler, sensor suhu, sensor kelembaban, dan sensor pendeteksi tingkat daya tampung silo.

Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega16 yang diproduksi oleh Atmel. Penentuan pemilihan mikrokontroler ini dikarenakan biaya yang murah, mudah didapat, mudah dikembangkan, memiliki performa yang baik, dan berdaya rendah.

Software pengembang yang digunakan adalah *Bascom AVR 1.11.9.0*. Penentuan pemilihan *software* ini dikarenakan bahasa pemrograman yang mudah, yaitu *Basic*.

Sensor suhu dan kelembaban yang digunakan dalam penelitian ini adalah DHT-11. Penentuan pemilihan sensor ini dikarenakan sensor yang dapat mengukur besaran suhu dan kelembaban sekaligus dalam satu komponen serta komunikasi digital tingkat TTL sehingga lebih mudah untuk diakses menggunakan mikrokontroler ATmega16.

Sensor pendeteksi tingkat daya tampung silo menggunakan sensor ultrasonik yang pada umumnya digunakan untuk mengetahui jarak. Sensor ultrasonik yang digunakan adalah HC SR-04. Pemilihan sensor ini dikarenakan hemat biaya, mudah didapat, dan mudah digunakan dengan komunikasi digital tingkat TTL.

3.3.2. Perancangan Sistem

Sesuai dengan kebutuhan yang telah dianalisis, Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu $15^{\circ} - 43^{\circ}$ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 difokuskan pada sistem yang dapat mengukur dan mengatur suhu, kelembaban, serta daya tampung silo.

3.3.2.1. Spesifikasi Prototipe Silo Beras Berbasis Mikrokontroler ATmega16

a. Komponen Pembangun

1. Mikrokontroler ATmega16;
2. Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11;
3. Sensor Ultrasonik HC-SR04;
4. IC Regulator 7805, 7809, 7812, dan 7815;
5. *Thermoelectric Cooler* TEC1-12706;
6. LCD LMB162a;
7. Triplek ukuran 8 mm;
8. Alumunium foil;
9. Dispenser beras maspion ukuran 40 Kg;

b. Dimensi Bangun

1. Panjang : 410 cm
2. Lebar : 367 cm
3. Tinggi : 770 cm

c. Daya Kerja

1. Mampu mengatur suhu sampai dengan 28° Celcius.
2. Mampu mengatur kelembaban hingga 58% Rh.
3. Ruang silo mampu menampung 30 liter beras atau 40 Kg beras.

3.3.2.2. Pengukuran Temperatur dan Kelembaban

Temperatur dan kelembaban di dalam silo diukur oleh sensor DHT-11. Sensor DHT-11 ditempatkan di bagian atas silo seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Posisi Sensor Temperatur dan Kelembaban

Penempatan sensor temperatur dan kelembaban di bagian atas silo dimaksudkan agar sensor terhindar dari timbunan beras dan tetap dapat mengukur temperatur dan kelembaban udara di dalam silo.

3.3.2.3. Pegaturan Temperatur dan Kelembaban

Pengatur suhu dan kelembaban dari silo dihasilkan dari komponen *thermoelectric cooler*. *Thermoelectric cooler* diapit oleh *heatsink* di masing-masing sisi *thermoelectric cooler* seperti Gambar 3.3. Pemakaian *heatsink* di kedua sisi *thermoelectric cooler* dimaksudkan agar suhu dingin dan panas *thermoelectric cooler* dapat disimpan lebih lama.



Gambar 3.3. Pengatur Suhu pada Prototipe Silo

Untuk memaksimalkan pengatur suhu ruangan silo, penelitian ini menggunakan tiga buah thermoelectric cooler. Dari tiga buah *thermoelectric cooler* dapat mengkonsumsi daya listrik sebesar 180 watt, dengan masing-masing *thermoelectric cooler* mengkonsumsi daya sebesar 54 watt.

Untuk meratakan pengatur pendinginan atau pemanasan suhu dari *heatsink* yang menempel pada *thermoelectric cooler*, *heatsink* ditempelkan juga dengan kipas dc agar dingin atau panas yang tersimpan pada *heatsink* tersebar ke seluruh ruang silo.

Setiap *thermoelectric cooler* digabungkan dengan dua *heatsink* dan kipas dc di masing-masing sisi. Satu sisi *thermoelectric cooler* dipakai untuk mendinginkan atau memanaskan ruangan silo dan sisi *thermoelectric cooler* yang lain digunakan sebagai pembuang panas atau dingin.

Suhu di dalam silo dijaga antara 15 – 43 °C, apabila suhu di bawah 15 °C maka *thermoelectric cooler* bertindak sebagai pemanas ruang. Apabila suhu di antara 15 – 43 °C *thermoelectric cooler* tidak bertindak sebagai pengatur suhu (suhu ruang ideal) dan apabila suhu di atas 43 °C maka *thermoelectric cooler* bertindak sebagai pendingin.

3.3.2.4. Pengukuran Daya Tampung Silo

Daya tampung silo dalam penelitian ini adalah berdasarkan ketinggian tumpukan beras. Untuk mengindera seberapa tinggi tumpukan beras, sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor ultrasonik HC SR-04. Sensor HC SR-04 ditempatkan pada bagian atas silo seperti pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Posisi Sensor Ultrasonik

3.3.2.5. Pengaturan Daya Tampung Silo

Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu 15° – 43° Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 memiliki daya tampung terbatas sehingga perlu dilakukan pengaturan untuk membatasi jumlah beras yang disimpan. Untuk membatasi jumlah beras yang disimpan, Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu 15° – 43° Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 ini memberikan informasi berupa peringatan yang akan muncul di layar LCD.

Apabila telah mencapai batas maksimal ketinggian ruang penyimpanan, maka Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu $15^{\circ} - 43^{\circ}$ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 ini akan memberikan informasi berupa tulisan dengan bacaan “*Entry: Full*” sedangkan apabila belum mencapai batas maksimal ketinggian ruang penyimpanan, maka Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu $15^{\circ} - 43^{\circ}$ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 ini akan memberikan informasi berupa tulisan dengan bacaan “*Entry: Able*”

3.3.3. Implementasi Hardware

Implementasi *hardware* dilaksanakan setelah tahap pengujian selesai. Adapun *hardware* yang dibuat ada dua macam yaitu prototipe silo dan sistem elektronika.

Silo berfungsi sebagai tempat penampungan beras. Sistem elektronika berfungsi sebagai pengatur kerja.

3.3.4. Implementasi Software

Setelah *hardware* siap diimplementasikan, tahap selanjutnya adalah membuat *software* yang akan menjadi program dari mikrokontroler. *Software* pengembang yang digunakan adalah *Bascom (Basic Compiler) AVR 1.11.9.0*.

3.3.5. Tahap Pengujian

Pengujian pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode uji coba. Ada dua pengujian umum yang dilakukan yaitu pengujian *hardware* dan *software*. Pengujian *hardware* meliputi pengujian seluruh komponen-komponen, baik komponen elektronika maupun komponen non-elektronika, pengujian daya listrik yang digunakan, dan pengujian sistem. Pengujian *software* meliputi

pengujian pengaksesan informasi dari sensor dan algoritma seluruh program yang dibutuhkan sistem.

Pada pengujian *hardware* dilakukan pemeriksaan kondisi komponen, daya listrik yang digunakan, dan sistem keseluruhan. Kondisi komponen diperiksa keberfungsian dan performanya. Pengujian daya listrik berupa pemberian tegangan dan arus dilakukan setelah membuat bagian-bagian sistem yang dibangun dari beberapa komponen, contohnya driver yang dibangun dari relay, transistor, dioda, dan resistor. Serta pengujian sistem dilakukan setelah pengujian daya pada masing-masing bagian sistem telah selesai. Pengujian sistem berupa penggabungan antara bagian-bagian sistem.

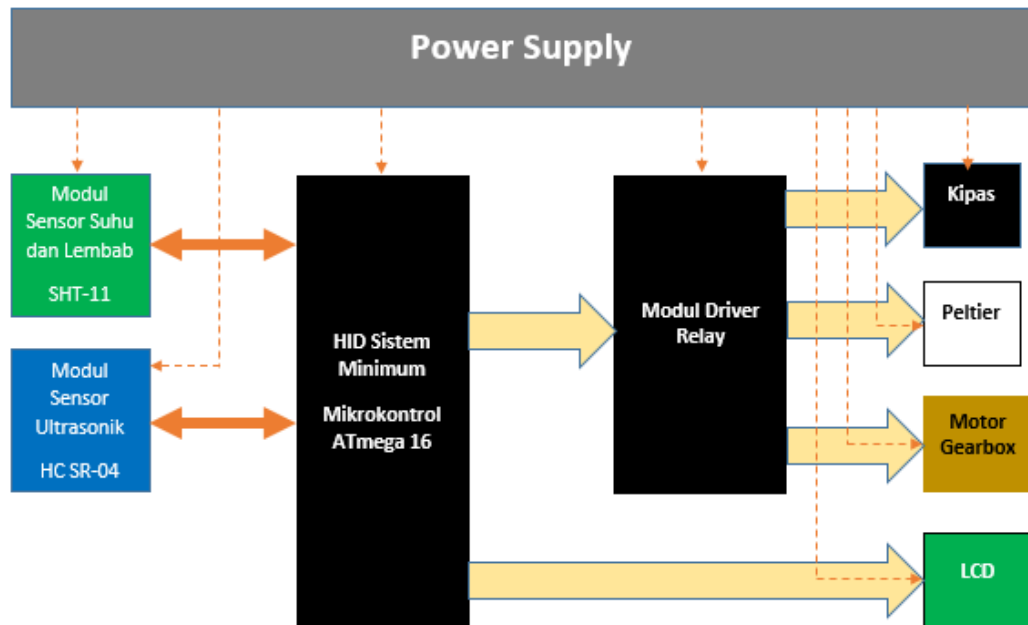
Pengujian *software* meliputi pengujian pengaksesan informasi dari sensor dan algoritma seluruh program yang dibutuhkan sistem. Pengujian pengaksesan informasi dari sensor dapat dilihat dari datasheet sensor. Biasanya pada datasheet sensor dijelaskan langkah-langkah untuk dapat komunikasi dengan sensor. Sementara itu pengujian algoritma dilakukan guna mendapat kombinasi yang baik antar bagian-bagian pemrograman sehingga mikrokontroler dapat berfungsi sebagaimana yang peneliti kehendaki.

3.4. Rancangan Penelitian

3.4.1. Menentukan Diagram Blok Sistem

Diagram blok dalam penelitian ini ditentukan setelah menganalisis kebutuhan yang dibutuhkan dalam pembuatan prototipe silo beras berbasis mikrokontroler ATmega16. Adapun kebutuhan dalam penelitian ini adalah mengukur serta mengatur kelembaban, suhu, dan daya tampung silo. Dengan

mengacu pada kebutuhan penelitian ini maka ditentukanlah diagram blok seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3.5. Diagram Blok Sistem

Berdasarkan diagram blok dapat diketahui sensor suhu, lembab, dan ultrasonik mengirimkan informasi pengukuran sensor kepada mikrokontroler ATmega16. Kemudian informasi tersebut diproses oleh mikrokontroler ATmega16 dan diaktualisasikan dengan mengirim perintah kepada modul driver untuk menggerakkan kipas, *thermoelectric cooler*, dan motor *gearbox* serta LCD.

3.4.2. Perancangan Perangkat Keras

Dalam perancangan perangkat keras, prototipe silo beras berbasis mikrokontroler ATmega16 dirancang agar sesuai dengan kebutuhan sehingga penelitian ini dapat bekerja dengan baik.

3.4.2.1. Prototipe Silo

Prototipe silo dalam penelitian ini digunakan sebagai tempat penyimpanan beras. Dalam penelitian ini, silo menggunakan dispenser beras sebagai prototipenya. Pemilihan ini dikarenakan bahan pembentuk yang hampir mirip dengan silo sebenarnya yaitu logam.

Prototipe silo pada penelitian ini dilapisi oleh aluminium foil dan papan triplek. Pelapisan ini dimaksudkan untuk meminimalisasi pengaruh kondisi udara luar silo terhadap kondisi udara di dalam silo, dalam kasus ini adalah temperatur dan kelembaban. Pelapisan ini dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Lapisan Aluminium Foil pada Rancangan Prototipe Silo



Gambar 3.7. Lapisan Triplek pada Rancangan Prototipe Silo

Pengatur suhu atau pemanas pada prototipe silo ini terdiri dari *thermoelectric cooler*, *heatsink*, dan kipas dc yang diletakkan pada bagian paling atas silo. Pengatur suhu atau pemanas dapat dilihat pada Gambar 3.8.



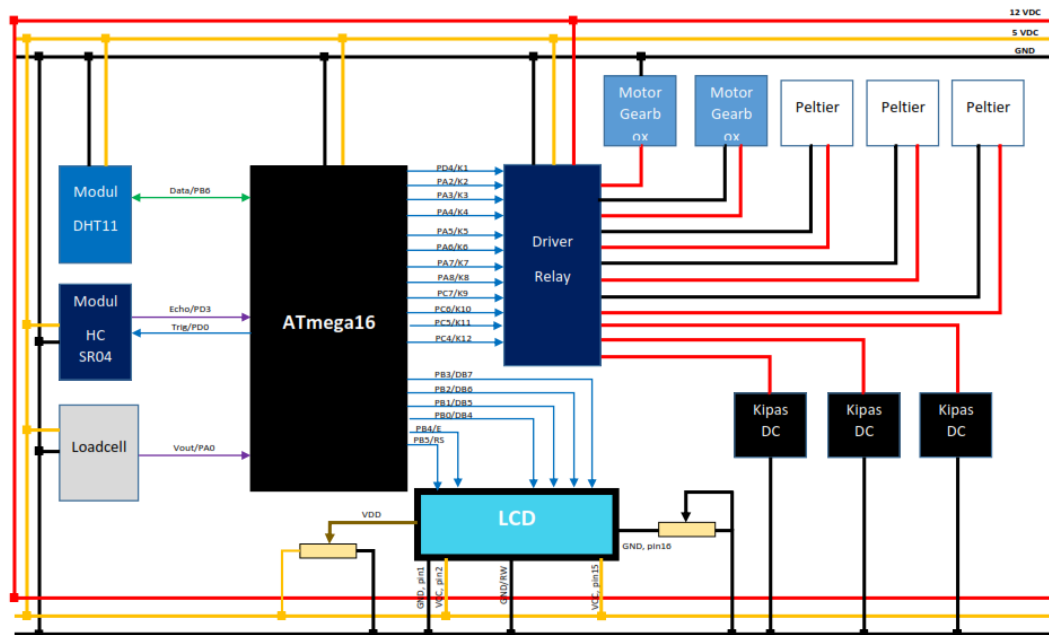
Gambar 3.8. Pengatur suhu dan Pemanas pada Rancangan Prototipe Silo

Selain itu, pada prototipe silo penelitian ini terdapat LCD 2x16 sebagai pemonitor segala aktifitas serta pengukuran suhu, kelembaban, dan daya tampung. Lcd 2x16 dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. LCD pada Rancangan Prototipe Silo

3.4.2.2. Skema Diagram

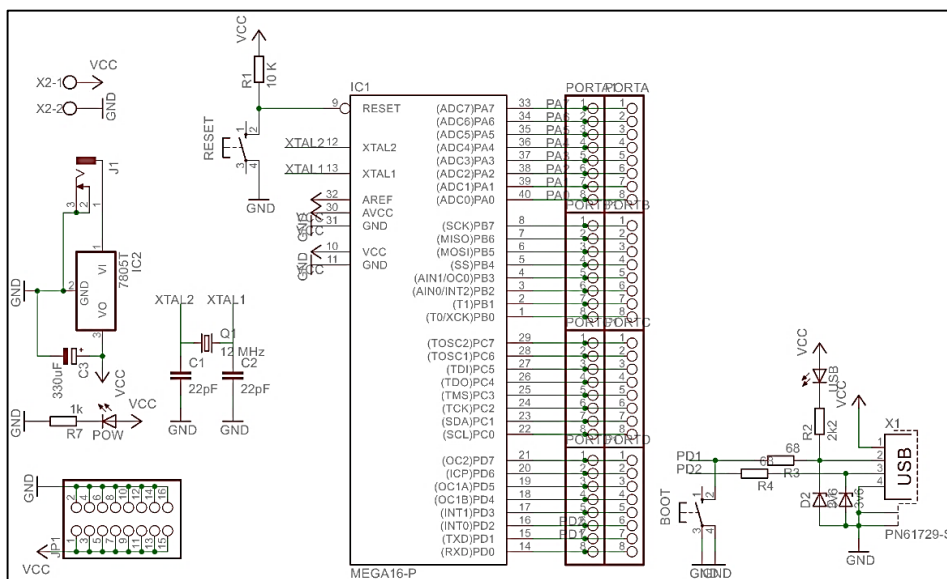


Gambar 3.10. Skema Diagram

3.4.2.3. Rangkaian Elektronika

a. Sistem Minimum

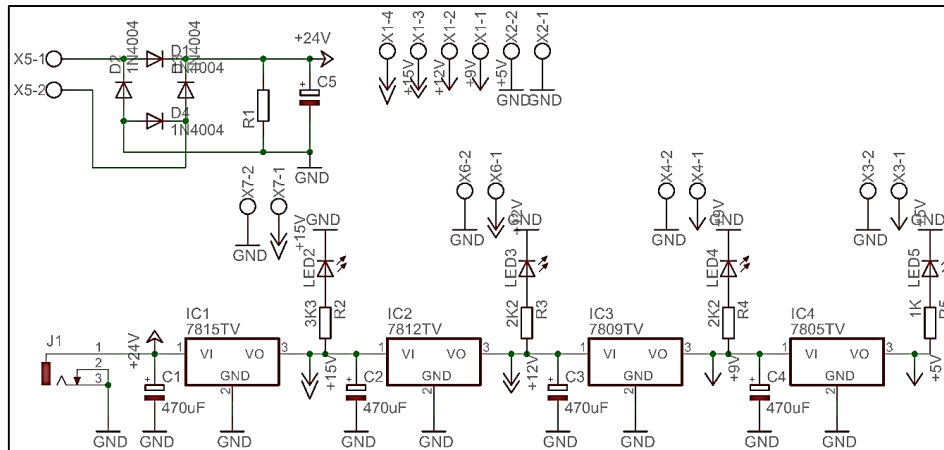
Sistem minimum adalah rangkaian elektronika minimal yang menunjang penggunaan mikrokontroler. Sistem minimum pada penelitian ini menggunakan ATmega16 sebagai mikrokontrolernya.



Gambar 3.11. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega16

b. Regulator

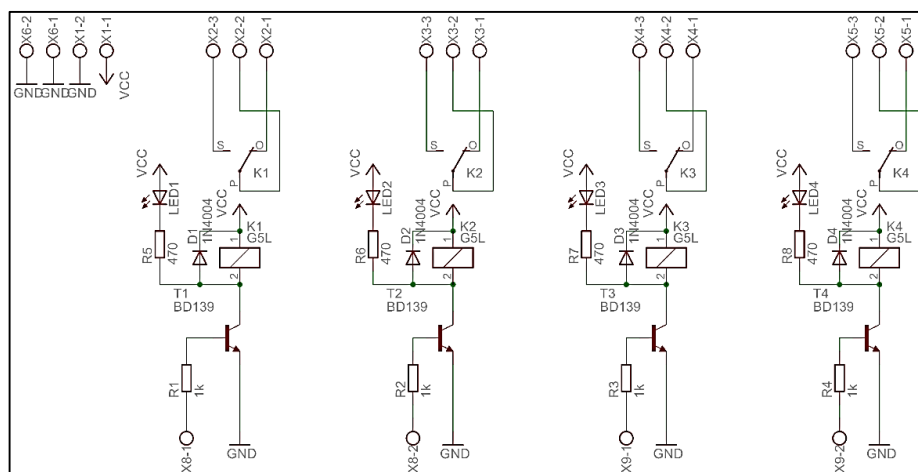
Regulator adalah rangkaian elektronika yang dimaksudkan untuk mengatur tegangan berlebih agar menjadi tegangan yang sesuai dengan daya yang dibutuhkan oleh rangkaian elektronika lain. Dalam penelitian ini, regulator dimaksudkan untuk mengatur tegangan yang menyuplai sistem minimum mikrokontroler.



Gambar 3.12. Rangkaian Regulator

c. Driver

Driver adalah rangkaian elektronika penggerak yang dikhususkan kepada perangkat elektronik tertentu. Pada penelitian ini driver dimaksudkan sebagai penggerak motor *gearbox*. Driver akan bekerja sesuai dengan perintah yang diberikan dari mikrokontroler.



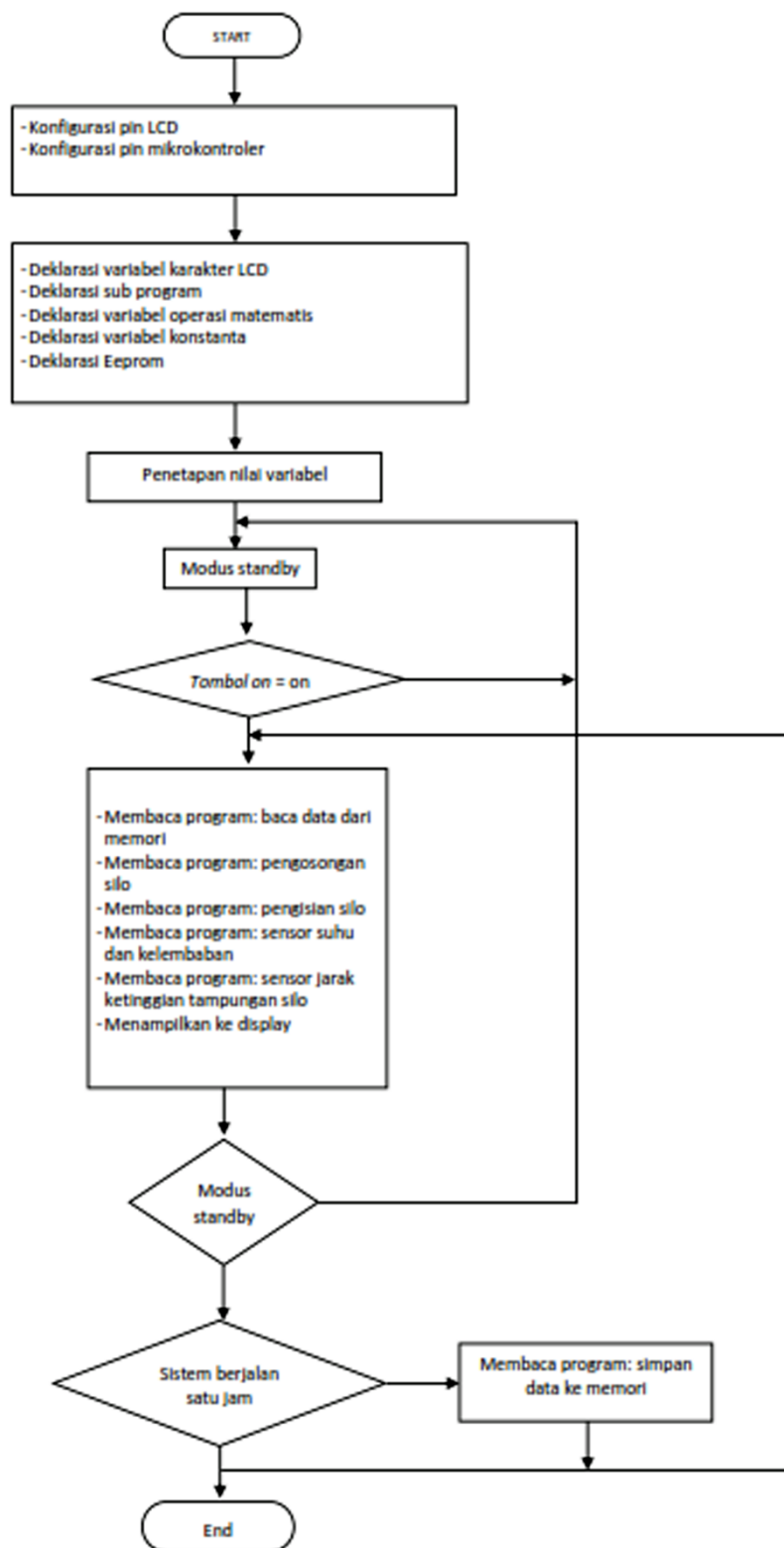
Gambar 3.13. Rangkaian Driver

Driver pada penelitian ini menggunakan relay sebagai saklar *on/off* penggerak motor *gearbox*. Relay terhubung dengan transistor npn dan dioda. Transistor berfungsi sebagai saklar pengaktifan relay dan dioda sebagai penyearah aliran energi yang ada pada relay ketika transistor tidak aktif.

3.4.3. Perancangan Perangkat Lunak

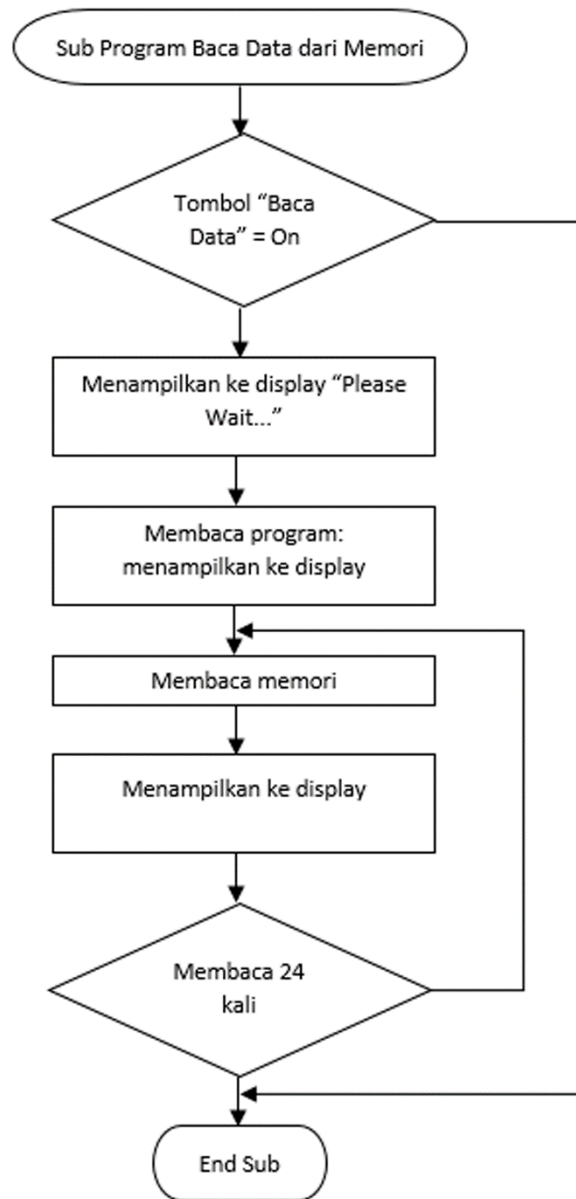
Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini adalah merancang algoritma pemrograman untuk mikrokontroler yang sesuai dengan diagram alur kerja sistem. Dalam memprogram mikrokontroler menggunakan *software* pengembang yaitu *Bascom AVR 1.11.9.0* dan *software downloader HID BootFlash*.

3.4.3.1. Flowchart Program Mikrokontroler



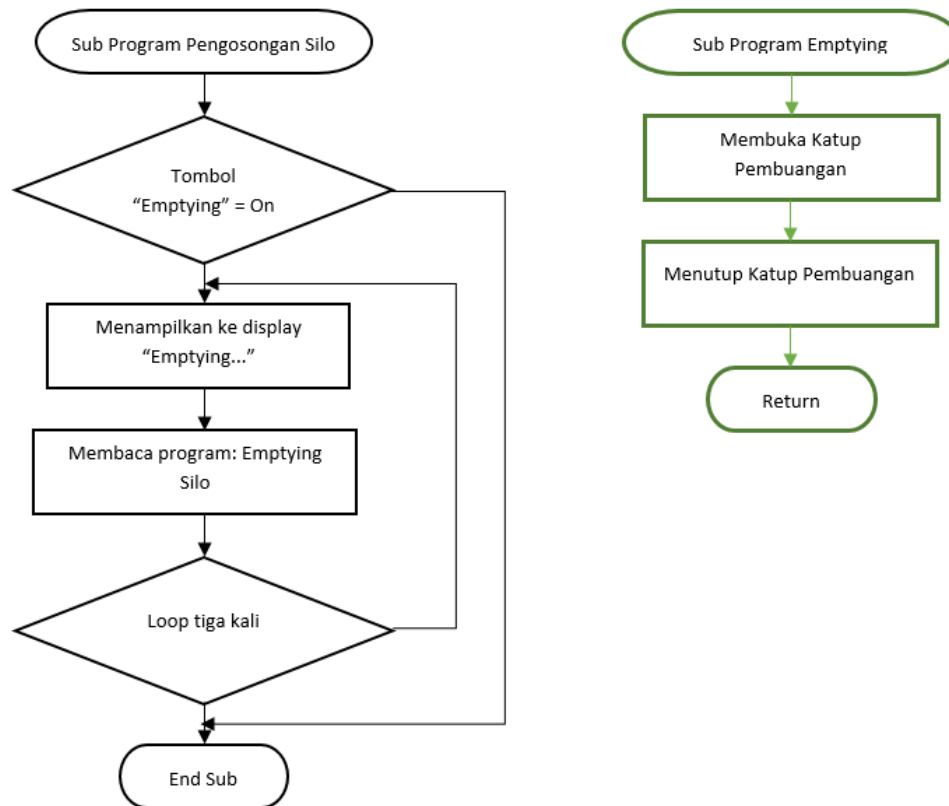
Gambar 3.14. Flowchart Program Mikrokontroler

3.4.3.2. Flowchart Sub Program Membaca Data dari Memori



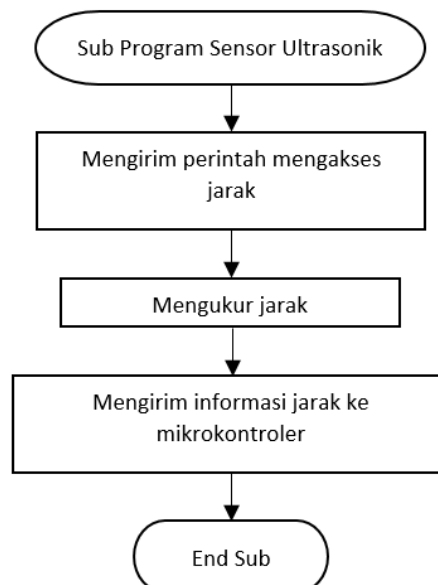
Gambar 3.15. Flowchart Sub Program Membaca Data dari Memori

3.4.3.3. Flowchart Sub Program Pengosongan Silo



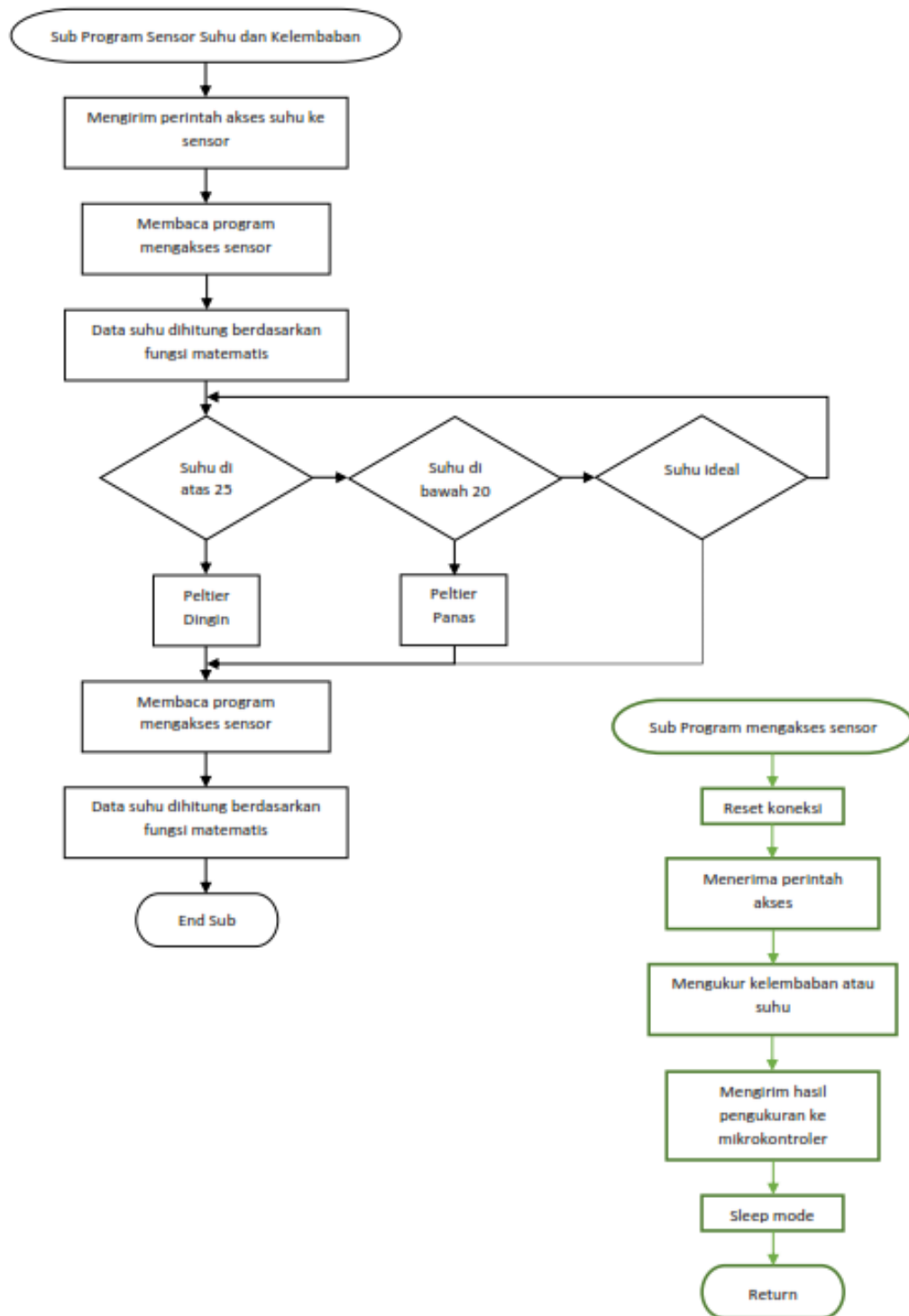
Gambar 3.16. Flowchart Sub Program Pengosongan Silo

3.4.3.4. Flowchart Sub Program Sensor Ketinggian Silo



Gambar 3.17. Flowchart Sub Program Sensor Ketinggian Silo

3.4.3.5. Flowchart Sub Program Sensor Suhu dan Kelembaban



Gambar 3.18. Flowchart Sub Program Sensor Suhu dan Kelembaban

3.4.3.6. Program Mikrokontroler

(Lampiran 12)

3.5. Instrumen Penelitian

Untuk memberikan hasil yang akurat pada saat pengambilan data dalam penelitian ini, digunakan beberapa instrumen penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Perangkat lunak

- *Bascom AVR 2.0.7.5*

Digunakan untuk membuat program mikrokontroler.

- *Eagle 7.2.0*

Digunakan untuk mendesain PCB.

- *Proteus 8 Profesional*

Digunakan untuk menguji coba rangkaian elektronika yang telah dirancang.

- *HIDbootflash*

Digunakan untuk mendownload program mikrokontroler dari komputer ke dalam mikrokontroler.

2. Alat ukur AVOMeter

AVOMeter yang digunakan adalah AVOMeter HELES, digunakan untuk mengukur tegangan pada komponen elektronika serta pendeteksi kesalahan jalur tembaga pada PCB saat membuat.

3. Adaptor dc

Digunakan untuk menyuplai tegangan dc ke sistem.

3.6. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu 15⁰ – 43⁰ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 dilakukan melalui beberapa tahap:

1. Pembuatan regulator tegangan
2. Pembuatan modul driver motor
3. Pembuatan sistem minimum mikrokontroler ATmega16
4. Uji coba koneksi mikrokontroler dengan LCD
5. Uji coba koneksi mikrokontroler dengan modul sensor
6. Pembuatan sistem pengatur suhu dan pemanas
7. Uji coba keseluruhan sistem

3.7. Teknik Analisis Data

Teknis analisis data merupakan kriteria pengujian yang dilakukan peneliti untuk mendapatkan data yang diperlukan pada keseluruhan sistem prototipe, kriteria pengujian dilakukan peneliti untuk menyatakan bahwa sistem yang telah dibuat dinyatakan berhasil atau gagal, berikut kriteria pengujian pada penelitian Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu 15⁰ – 43⁰ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16.

3.7.1. Kriteria Pengujian

Kriteria pengujian pada penelitian ini harus memiliki parameter yang jelas agar sesuai dengan tujuan dari Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu 15⁰ – 43⁰ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16. Kriteria pengujian tersebut antara lain:

1. Jika suhu ruang silo berada di atas 43° Celcius maka pengatur suhu pada prototipe silo beras akan mendinginkan ruang silo hingga pada rentang suhu $15^{\circ} - 43^{\circ}$ Celcius;
2. Jika suhu ruang silo berada di bawah 15° Celcius maka pengatur suhu pada prototipe silo beras akan berubah fungsi menjadi pemanas dan memanaskan ruang silo hingga pada rentang suhu $15^{\circ} - 43^{\circ}$ Celcius;
3. Jika kelembaban ruang silo berada di atas 70° %Rh maka exhaust pada prototipe silo beras akan aktif dan membuang udara dalam silo hingga kelembaban relatif berada di bawah 70% Rh;
4. Jika kelembaban ruang silo berada di bawah 70° %Rh maka *exhaust* pada prototipe silo beras akan *off*.;
5. Jika tinggi tumpukan beras dalam ruang silo sebesar 5-33 cm maka silo masih dapat menampung beras. Jika di bawah 5 cm maka silo sudah tidak dapat menampung beras;
6. Tegangan kerja pada Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu $15^{\circ} - 43^{\circ}$ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 adalah 12 – 15 Vdc;

3.7.1.1. Kriteria Pengujian Suhu

Berdasarkan salah satu tujuan penelitian Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu $15^{\circ} - 43^{\circ}$ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 yaitu menjaga suhu ruang silo $15^{\circ} - 43^{\circ}$ Celcius maka pengatur suhu akan mengatur suhu ruang silo agar sesuai yang diharapkan. Berikut model tabel pengujiannya.

Tabel 3.1. Kriteria Pengujian Suhu

Variabel	Kriteria Pengujian	Sampel	Hasil Ukur Sensor (°Celcius)		Kondisi Pengatur Suhu	Δ_{Ti}	Δ_{Te}
			Silo	Luar Silo			
Suhu	Rentang target suhu dalam ruang silo adalah 15° – 43° Celcius	1 ... 10					

Keterangan:

Δ_{Ti} = selisih antara suhu silo dengan batas atas atau bawah suhu ideal.

Δ_{Te} = selisih antara suhu silo dengan suhu di luar silo.

3.7.1.2. Kriteria Pengujian Kelembaban

Berdasarkan salah satu tujuan penelitian Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu 15° – 43° Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 yaitu menjaga kelembaban ruang silo kurang dari 70% Rh maka exhaust juga ikut serta dalam mengatur kelembaban selain pengatur suhu. Berikut model tabel pengujiannya.

Tabel 3.2. Kriteria Pengujian Kelembaban

Variabel	Kriteria Pengujian	Sampel	Hasil Ukur Sensor (%Rh)		Kondisi Exhaust	Kondisi Pengatur Suhu	Δ_{Hi}	Δ_{He}
			Silo	Luar Silo				

Lembab	Target lembab dalam ruang silo	1						
	adalah kurang dari 70% Rh						
		10						

Keterangan:

Δ_{Hi} = selisih antara kelembaban silo dengan batas atas atau bawah kelembaban ideal.

Δ_{He} = selisih antara kelembaban silo dengan kelembaban di luar silo.

3.7.1.3. Kriteria Pengujian Tumpukan Beras

Berdasarkan kemampuan tinggi daya tampung Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu $15^0 - 43^0$ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16, pengujian ketinggian ruang silo dilakukan dengan cara melakukan pemantauan setiap saat dan ditampilkan ke dalam LCD.

Pemberitahuan daya tampung prototipe silo beras berdasarkan ketinggian di LCD menggunakan satuan % sehingga hasil pengukuran dalam cm harus diubah ke dalam % dengan menggunakan persamaan:

$$S_{akhir} = \frac{(S_{sensor} - 5 \text{ cm})}{33 \text{ cm}} \times 100\%$$

S_{akhir} menunjukkan jarak dalam %, S_{sensor} menunjukkan jarak dalam cm, nilai 5 cm didapat dari penentuan peneliti bahwa tinggi tumpukan beras maksimal harus tidak boleh kurang dari 5 cm, dan nilai 33 cm adalah tinggi maksimal tumpukan beras.

Tabel 3.3. Kriteria Pengujian Ketinggian Tumpukan Beras

Variabel	Kriteria Pengujian	Sampel	Hasil Ukur Sensor (cm)		Selisih	Hasil Ukur Sensor (%)
			Sensor	Mistar		
Ketinggian	Ketinggian diukur dari posisi sensor ke tumpukan beras yang berada tepat di bawah sensor	1				
					
		10				

3.7.1.4. Kriteria Pengujian Takaran Beras

Tabel 3.4. Kriteria Pengujian Takaran Beras

Variabel	Unit	Sampel	Hasil Takaran Prototipe Silo	Hasil Timbangan	Selisih
Takaran Beras	Gram	1			
				
		6			

3.7.1.5. Kriteria Pengujian Tegangan Listrik

Berdasarkan daya listrik komponen pembangun Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu 15⁰ – 43⁰ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16, pengujian tegangan diperlukan agar komponen bekerja sesuai dengan tegangan kerjanya. Berikut model tabel pengujiannya.

Tabel 3.5. Kriteria Pengujian Tegangan Listrik

Variabel	Kriteria	Unit	Komponen yang diukur	Hasil Pengukuran Tegangan
Tegangan	Tegangan keluaran komponen	Volt dc	Power Supply Regulator	
	Tegangan supply komponen	Volt dc	Sensor DHT11 Sensor HC-SR04 Mikrokontroler	

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu $15^0 - 43^0$ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 dilakukan untuk mengetahui seberapa besar nilai keberhasilan dalam percobaan. Pengujian dilakukan dengan beberapa pengujian, yaitu:

1. pengujian suhu;
2. pengujian kelembaban;
3. pengujian ketinggian tumpukan beras;
4. pengujian takaran beras;
5. pengujian tegangan listrik.

4.1.1. Hasil dan Pembahasan Pengujian Suhu

Tabel 4.1 merupakan tabel pengujian suhu. Dalam tabel 4.1 diuji sejumlah variabel di antaranya adalah suhu di dalam silo, suhu di luar silo, kondisi pengatur suhu, selisih suhu silo dengan suhu ideal, dan selisih suhu silo dengan suhu lingkungan luar silo.

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Suhu

Variabel	Kriteria Pengujian	Sampel	Hasil Ukur Sensor ($^{\circ}$ Celcius)		Kondisi Pengatur Suhu	Δ_{Ti}	Δ_{Te}
			Silo	Luar Silo			
Suhu	Rentang	1	31	32	Off	Ideal	-1
	target	2	30	31	Off	Ideal	-1
	suhu	3	29	30	Off	Ideal	-1

	dalam	4	28	30	Off	Ideal	-2
	ruang silo	5	28	29	Off	Ideal	-1
	adalah 15°	6	28	30	Off	Ideal	-2
	- 43°	7	28	30	Off	Ideal	-2
	Celcius	8	28	29	Off	Ideal	-1
		9	29	29	Off	Ideal	0
		10	29	29	Off	Ideal	0

Berdasarkan tabel 4.1 dapat diuraikan masing-masing variabel beserta hubungannya.

Suhu silo pada kesepuluh sampel menunjukkan bahwa suhu silo sudah berada pada suhu ideal. Hal tersebut dapat dilihat dari selisih antara suhu silo dengan batas atas suhu ideal (ΔT_i) yang bernilai nol (ideal). Ini membuktikan prototipe silo telah dapat mencapai suhu ideal. Dengan demikian berdasarkan uji sepuluh sampel pada waktu yang berbeda tersebut menunjukkan bahwa prototipe silo beras dapat mempertahankan suhu ruang penyimpanan dengan rata-rata suhu 28° Celcius.

Oleh karena suhu prototipe silo beras sudah berada pada rentang suhu ideal, maka pengatur suhu selalu *off*.

Suhu luar silo lebih tinggi jika dibandingkan dengan suhu silo, hal ini dapat dilihat dari selisih antara suhu silo dengan suhu luar silo (ΔT_e) yang lebih sering bernilai minus. Hal tersebut membuktikan bahwa prototipe silo beras berbasis mikrokontroler ATmega16 mampu meminimalkan suhu dari luar silo. Tentu hal tersebut adalah hal yang diharapkan dalam menjaga mutu beras selama disimpan.

4.1.2. Hasil dan Pembahasan Pengujian Kelembaban

Tabel 4.2 merupakan tabel pengujian kelembaban. Dalam tabel 4.2 diuji sejumlah variabel di antaranya adalah kelembaban di dalam silo, kelembaban di luar silo, kondisi exhaust, kondisi pengatur suhu, selisih kelembaban silo dengan kelembaban ideal, dan selisih kelembaban silo dengan kelembaban lingkungan luar silo.

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Kelembaban

Variabel	Kriteria Pengujian	Sampel	Hasil Ukur Sensor (%Rh)		Kondisi Exhaust	Kondisi Pengatur Suhu	Δ_{Hi}	Δ_{He}
			Silo	Luar Silo				
Lembab	Target	1	58	63	Off	Off	Ideal	-5
	lembab	2	60	65	Off	Off	Ideal	-5
	dalam	3	62	70	Off	Off	Ideal	-8
	ruang silo	4	63	72	Off	Off	Ideal	-7
	adalah	5	82	75	On	Off	+17	+7
	kurang	6	74	74	On	Off	+9	0
	dari 70%	7	72	72	On	Off	+7	0
	Rh	8	79	76	On	Off	+14	+3
		9	72	76	On	Off	+7	-4
		10	72	76	On	Off	+7	-4

Berdasarkan tabel 4.2 dapat diuraikan masing-masing variabel beserta hubungannya.

Kelembaban silo pada kesepuluh sampel menunjukkan bahwa kelembaban silo mayoritas masih lebih tinggi dari pada kelembaban ideal yang hendak dicapai. Hal tersebut dapat dilihat dari selisih antara kelembaban silo dengan batas atas

kelembaban ideal (Δ_{Hi}) yang mayoritas bernilai plus. Ini membuktikan prototipe silo beras dalam waktu yang berbeda belum dapat menjaga kelembaban ideal. Namun berdasarkan uji sepuluh sampel pada waktu yang berbeda tersebut menunjukkan bahwa prototipe silo beras dapat mencapai kelembaban ideal pada waktu-waktu tertentu.

Oleh karena kelembaban prototipe silo beras mayoritas lebih tinggi dibandingkan dengan target kelembaban yang hendak dicapai, maka exhaust lebih sering aktif dan pengatur suhu tidak bekerja.

Kelembaban luar silo lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelembaban silo, hal ini dapat dilihat dari selisih antara kelembaban silo dengan kelembaban luar silo (Δ_{He}) yang mayoritas bernilai minus. Hal tersebut membuktikan bahwa prototipe silo beras mampu meminimalkan kelembaban dari luar silo. Tentu hal tersebut adalah hal yang diharapkan dalam menjaga mutu beras selama disimpan.

4.1.3. Hasil dan Pembahasan Pengujian Ketinggian Tumpukan Beras

Tabel 4.3 merupakan tabel pengujian ketinggian tumpukan beras. Dalam tabel 4.3 diuji sejumlah variabel di antaranya adalah hasil ukur sensor, hasil ukur mistar, selisih antara sensor dengan mistar, dan hasil ukur sensor dalam % yang ditampilkan oleh LCD.

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Ketinggian Tumpukan Beras

Variabel	Kriteria Pengujian	Sampel	Hasil Ukur Sensor (cm)		Selisih	Hasil Ukur Sensor (%)
			Sensor	Mistar		
Ketinggian	Ketinggian diukur dari posisi sensor	1	3	4	-1	0
		2	6	7	-1	3
		3	10	11	-1	15

	ke tumpukan	4	13	14	-1	24
	beras yang	5	17	18	-1	36
	berada tepat di	6	20	21	-1	45
	bawah sensor	7	24	25	-1	58
		8	27	28	-1	67
		9	31	32	-1	79
		10	34	35	-1	88

Berdasarkan tabel 4.3 dapat diuraikan masing-masing variabel beserta hubungannya.

Pada pengujian ketinggian tumpukan beras, mistar digunakan sebagai alat acuan sehingga data dari sensor haruslah mengacu kepada mistar.

Hasil ukur sensor menunjukkan bahwa terdapat perbedaan dengan hasil ukur mistar yang dapat dilihat dari selisih ukur antara hasil ukur sensor dengan hasil ukur mistar. Berdasarkan selisih tersebut dapat disimpulkan hasil ukur sensor memiliki nilai toleransi sebesar -1 cm.

4.1.4. Hasil dan Pembahasan Pengujian Takaran Beras

Tabel 4.4 merupakan tabel pengujian takaran beras. Dalam tabel 4.4 diuji sejumlah variabel di antaranya adalah hasil takaran prototipe silo, hasil timbangan, dan selisih antara hasil takaran prototipe silo dengan hasil timbangan.

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Takaran Beras

Variabel	Unit	Sampel	Hasil Takaran Prototipe Silo	Hasil Timbangan	Selisih
Takaran Beras	Gram	1	150	150	0
		2	300	300	0
		3	450	450	0
		4	600	600	0
		5	750	750	0

		6	900	900	0
--	--	---	-----	-----	---

Berdasarkan tabel 4.4 dapat diuraikan masing-masing variabel beserta hubungannya.

Pada pengujian takaran beras, timbangan digunakan sebagai alat acuan sehingga data dari takaran prototipe silo haruslah mengacu kepada timbangan.

Hasil takaran prototipe menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan dengan hasil timbangan, yang dapat dilihat dari selisih ukur antara hasil takaran dengan hasil timbangan. Berdasarkan selisih tersebut dapat disimpulkan hasil takaran tidak memiliki nilai toleransi.

4.1.5. Hasil dan Pembahasan Pengujian Tegangan Listrik

Tabel 4.5 merupakan tabel pengujian tegangan listrik. Dalam tabel 4.5 diuji sejumlah variabel di antaranya adalah tegangan keluaran *power supply* dan regulator serta tegangan *supply* sensor DHT11, sensor HC-SR04, dan Mikrokontroler.

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Tegangan Listrik

Variabel	Kriteria	Unit	Komponen yang diukur	Hasil Pengukuran Tegangan
Tegangan	Tegangan keluaran komponen	Volt dc	Power Supply	12,06
			Regulator 7805	5,63
	Tegangan supply masukan komponen	Volt dc	Sensor DHT11	5,63
			Sensor HC-SR04	5,63
			Mikrokontroler	5,63

Berdasarkan tabel 4.5 dapat dijelaskan bahwa semua variabel yang diujikan telah memenuhi syarat kebutuhan tegangan listrik prototipe silo beras. Dengan demikian tidak terdapat kekurangan daya yang dikhawatirkan mempengaruhi kinerja sensor, mikrokontroler, dan aktuator.

4.2. Pembahasan

Tabel 4.1 dan 4.2 merupakan hasil pengujian utama yang menjadi pokok penelitian, yaitu pengujian terhadap suhu dan kelembaban ruang di dalam prototipe silo beras. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa masih ada kondisi yang belum mencapai tujuan penelitian yaitu sebagian kondisi pengontrolan kelembaban.

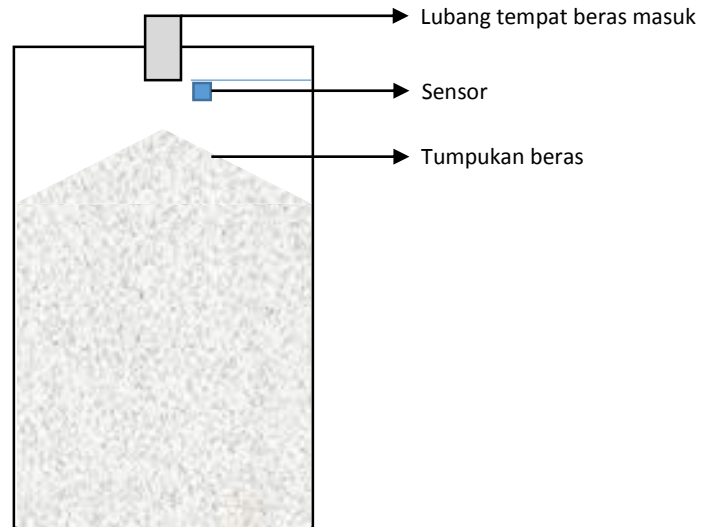
Hal tersebut dipengaruhi oleh sejumlah faktor di antaranya adalah ukuran exhaust dan daya hisap yang kurang besar sehingga menjadi tidak maksimal. Semakin besar ukuran dan daya hisap exhaust semakin cepat juga untuk mengkondisikan kelembaban ruang prototipe silo.

Tidak hanya dari faktor ukuran dan daya hembus exhaust sebagai penyebab kurang maksimalnya pengkondisian udara dalam ruang prototipe silo akan tetapi juga disebabkan oleh bahan bangun prototipe silo yang kurang efektif dalam menahan udara dari luar. Faktor biaya dalam penelitian tidak luput dari penentuan bahan bangun prototipe silo yang baik. Dalam penelitian ini digunakan triplek dengan ukuran 8 mm dan aluminium foil sebagai bahan penahan udara dari luar.

Namun dari sekian kekurangan yang telah disebutkan, prototipe silo beras ini mampu meminimalkan pengaruh suhu dan kelembaban dari luar.

Tabel 4.3 merupakan hasil pengujian terhadap ketinggian tumpukan beras. Ditentukannya daya tampung beras berdasarkan ketinggian karena cukup efektif dalam mengukur tumpukan beras. Lubang tempat beras masuk berada di tengah-

tengah bagian atas prototipe silo sehingga apabila beras, yang merupakan bahan curah, dimasukkan maka tumpukan akan tampak seperti Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Ilustrasi Tumpukan Beras

Pengukuran sensor HC-SR04 yang memiliki selisih satu cm dengan mistar menunjukkan sensor memiliki nilai toleransi.

Tabel 4.4 merupakan hasil pengujian takaran beras. Dari enam sampel tidak terdapat perbedaan hasil ukur dengan menggunakan timbangan.

Tabel 4.5 merupakan hasil pengujian tegangan listrik. Dari beberapa variabel yang telah ditentukan untuk diuji, yang dianggap pokok, tidak terdapat kekurangan suplai tegangan. Dengan demikian hasil pengujian tegangan listrik tidak terpenuhi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dilakukan perancangan, pembuatan, dan pengujian Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu 15⁰ – 43⁰ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16.

Pada tahap perancangan Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu 15⁰ – 43⁰ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 telah dilakukan langkah-langkah perancangan yaitu:

1. menentukan jenis komponen pengindera, komponen aktuator, komponen pengatur, bahan silo, dan daya tampung silo;
2. menentukan letak komponen pengindera dan komponen aktuator di dalam silo guna mendapat informasi tingkat suhu dan kelembaban secara akurat serta memaksimalkan kerja komponen aktuator dalam mengatur suhu dan kelembaban;

Pada tahap pembuatan Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu 15⁰ – 43⁰ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 telah dilakukan langkah-langkah pembuatan yaitu:

1. pembuatan perangkat keras seperti membangun prototipe silo, membuat sistem minimum mikrokontroler, regulator tegangan, *driver* relay, pengatur suhu dan pemanas ruang silo, serta katup keluar beras;
2. pembuatan perangkat lunak seperti program mikrokontroler;

Pada tahap pengujian Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu $15^0 - 43^0$ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 telah dilakukan langkah-langkah pengujian yaitu:

1. pengujian terhadap tegangan listrik tiap blok-blok sistem elektronika silo;
2. pengujian terhadap suhu ruang silo;
3. pengujian terhadap kelembaban ruang silo;
4. pengujian terhadap daya tampung silo;
5. pengujian terhadap takaran beras.

Hasil pengujian dari penelitian Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu $15^0 - 43^0$ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 menunjukkan bahwa penentuan bahan silo dan metode pengontrolan udara dalam silo mempengaruhi tujuan yang hendak dicapai yaitu mengukur dan mengatur tingkat suhu dan kelembaban. Komponen *thermoelectric cooler* yang digunakan sebagai pengatur suhu dan bahan silo yang berfungsi sebagai penahan panas dari luar silo sangat berpengaruh dalam penelitian ini. Semakin sedikit jumlah komponen *thermoelectric coolernya* semakin berat untuk mengatur suhu udara mencapai ideal. Semakin kecil daya hantar panas bahan bangunan pembuat silo semakin baik untuk mencegah panas luar masuk ke dalam ruang silo.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu $15^0 - 43^0$ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 telah berhasil dirancang dan direalisasikan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu $15^0 - 43^0$ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 mampu

menjaga suhu ruang silo dengan rata-rata suhu sebesar 28⁰ Celcius dan telah dapat mencapai suhu ideal silo sebesar 16⁰ - 43⁰ Celcius.

5.2. Saran

Dalam penelitian Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu 15⁰ – 43⁰ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16 terdapat beberapa kendala sehingga menyebabkan penelitian menjadi tersendat. Berikut adalah saran dari peneliti mengenai penelitian Prototipe Silo Beras dengan Tingkat Kelembaban kurang dari 70% dan Suhu 15⁰ – 43⁰ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16.

1. Terdapat komponen yang perlu diperhatikan penggunaannya karena rentan rusak, komponen yang dimaksud adalah *thermoelectric cooler*. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menggunakan *thermoelectric cooler* adalah:

- Panas pada *thermoelectric cooler* yang tidak dapat dialirkan dengan baik akan berdampak pada menyebarnya panas ke seluruh permukaan *thermoelectric cooler*, baik *hot side* maupun *cold side*. Dalam kasus ini *thermoelectric cooler* mudah sekali rusak.
- Pemberian daya *thermoelectric cooler* yang minimal dapat berpengaruh besar kepada fungsi *thermoelectric cooler*. Dalam kasus ini *thermoelectric cooler* membutuhkan waktu yang lebih lama untuk membuat panas dan dingin.

Untuk mengatasi masalah tersebut peneliti memberikan saran berikut:

- Perlu ditambahkan *heatsink* dengan kualitas baik, pasta pengatur suhu, dan kipas dc guna mengalirkan panas secara maksimal. Bila perlu *heatsink* yang dipakai harus tebal dan besar.

- Dalam kasus pengoptimalan kinerja *thermoelectric cooler*, usahakan daya yang dibutuhkan *thermoelectric cooler* harus maksimal, minimal sesuai dengan yang tertera pada *datasheet*. Gunakan *power supply switching* untuk memperoleh daya yang besar.
2. Penggunaan *thermoelectric cooler* yang dimaksudkan untuk mengatur suhu ruang perlu ditentukan teknik instalasinya secara tepat sesuai dengan kebutuhan. Dalam kasus ini akan berdampak pada waktu penelitian yang berlarut-larut. Banyak referensi yang ada pada internet tetapi memiliki kemungkinan tidak cocok untuk diinstal.
 3. Pada penelitian ini memerlukan daya yang besar karena terdapat *thermoelectric cooler*. Gunakan *power supply* dengan kapasitas daya besar agar komponen elektronika yang lain dapat teratasi konsumsinya. *Power supply switching* menjadi saran dalam kasus ini karena selain dapat memberikan daya besar *power supply switching* memiliki ukuran fisik yang lebih kecil dari pada *power supply* dengan transformator linier.
 4. Khusus untuk *thermoelectric cooler*, usahakan tidak mengambil bagian pada jalur pcb komponen lain, selain *driver*. Besarnya arus yang dikonsumsi oleh *thermoelectric cooler* menyebabkan penghantar listrik menjadi panas sehingga kasus ini dikhawatirkan berdampak pada komponen elektronika lainnya.
 5. Pengaturan suhu dan kelembaban oleh kipas dc dan *thermoelectric cooler* perlu diperhatikan baik-baik penggunaannya. Dalam kasus ini akan berdampak pada mutu beras yang disimpan dalam kurun waktu tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Aosong. *DHT11 Product Manual*. Guangzhou: Aosong
- Atmel. 2002. *ATmega16 Datasheet*. Atmel.
- Atmel. 2013. *Xmega AU Manual*. Atmel.
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Berita Resmi Statistik No. 16/02/Th. Xvii*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Berita Resmi Statistik No. 54/07/Th. Xvii*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Budiharto, Widodo dkk. 2009. *Membuat Sendiri Robot Humanoid*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian. 2014. *Jurnal Statistik Ekspor Impor Komoditas Pertanian 2001-2013*. Jakarta: Kementerian RI.
- Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian. 2013. *Laporan Akuntabilitas Instansi Pemerintah (LAKIP) 2012*. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
- Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. 2013. *Buku Teks Bahan Ajar Siswa: Dasar Proses Pengolahan Hasil Pertanian dan Perikanan*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI.
- Elec Freaks. *Datasheet HC SR-04*. Elec Freaks.
- Fradon, Jacob. 2004. *Handbook of Modern Sensor: Physics, Designs, and Applications. Third Edition*. New York: AIP Press.
- Hayma, Jelle. 2003. *The storage of tropical agricultural products*. Wageningen: Agromisa Foundation.
- Koswara, Sutrisno. 2009. *Teknologi Pengolahan Beras*. Produksi: ebookpangan.com.
- Kurniawan, Irwan. *Mengenal Mikrokontroler ATmega16*. Jambi: Politeknik Jambi
- Lu, B. R. 1999. *Taxonomy of The Genus Oryza (Poaceae): Historical Perspective and Current Status*. Mini Review.
- Mazidi, Muhammad Ali dkk. 2011. *The AVR Microcontroller and Embedded System*. New Jersey: Pearson.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2013. *Statistik Lahan Pertanian Tahun 2008-2012*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Syam, Rafiudin. 2013. *Dasar-dasar Teknik Sensor*. Makassar: Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

- Sugiono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Jakarta: Alfabeta
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 1992 Tentang Sistem Budidaya Tanaman
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1997 Tentang Sistem Budidaya Tanaman
- Wachenfelt, Hans E. Von, dkk. 2014. *Biosystems Engineering*. Alnarp: Swedish University of Agricultural Sciences
- Walker, Jearl. *Fundamentals of Physics 8th Edition*. Halliday Resnick.
- Yusro, Muhammad dkk. 2009. *Buku Pedoman Skripsi/Komprehensif/Karya Inovatif (S1)*. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

Sumber Internet:

- https://id.wikipedia.org/wiki/Padi_Pandan_Wangi diakses pada tanggal 01/02/2016 pada pukul 9:12
- <https://id.wikipedia.org/wiki/Purwarupa> diakses pada tanggal 30/01/2016 pukul 09:12
- <https://id.wikipedia.org/wiki/Rojolele> diakses pada tanggal 01/02/2016 pukul 0:50
- <https://id.wikipedia.org/wiki/Suhu> diakses pada tanggal 31/01/2016 pukul 20:29
- <https://indoagraris.wordpress.com/2013/04/24/mengenal-lebih-jauh-padi-rojolele/> diakses pada tanggal 01/02/2016 pukul 11:00
- <http://diperta.jabarprov.go.id> diakses pada tanggal 01/02/2016 pada pukul 9:36
- http://eproduk.litbang.pertanian.go.id/product.php?id_product=130 diakses pada tanggal 01/02/2016 pukul 10:44
- <http://kbbi.web.id/suhu> diakses pada tanggal 31/01/2016 pukul 20:29
- <http://kbbi.web.id/prototipe> diakses pada tanggal 30/01/2016 pukul 09:12
- <http://kip.bppt.go.id/index.php/prototipe/definisi-alih-teknologi> diakses pada tanggal 30/01/2016 pukul 09:12
- <http://www.leselectronika.com/2012/06/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2.html> diakses pada 31/01/2016 pukul 22:22
- <http://www.peltier-info.com>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Thermoelectric_effect

LAMPIRAN

Lampiran 1: Luas Penggunaan Lahan di Indonesia

Tabel 1. Luas Penggunaan Lahan di Indonesia, 2008-2012
Table 1. Land Area by Utilization in Indonesia, 2008 - 2012

No.	Jenis Lahan/Land Type	Tahun/Year				
		2008	2009	2010	2011	2012*
1.	Sawah/Wetland	7.991.564,00	8.068.427,00	8.002.552,00	8.094.862,00	8.132.345,91
	a. Sawah Irigasi/Irigated Wetland	4.828.476,00	4.905.107,00	4.893.128,00	4.924.172,00	4.417.581,92
	b. Sawah Non Irigasi/Non Irrigated Wetland	3.162.988,00	3.163.220,00	3.109.424,00	3.170.690,00	3.714.763,99
2.	Tegal/Kebun/Dry Field/Garden	11.707.380,00	11.782.332,00	11.877.777,00	11.826.219,00	11.949.727,00
3.	Ladang/Huma/Shifting Cultivation	5.328.863,00	5.428.689,00	5.334.545,00	5.697.171,00	5.260.081,00
4.	Lahan yang Sementara Tidak Diusahakan/Temporarily Unused Land	15.003.359,00	14.880.526,00	14.754.249,00	14.378.588,00	14.252.383,00
Jumlah (1+2+3+4)		46.831.166,00	46.159.974,00	46.969.123,00	46.796.838,00	46.594.536,91

Sumber : BPS

Source : BPS

Keterangan : * Data hasil kesepakatan Kementerian Pertanian dan BPN (hasil pemetaan lahan sawah)

Note : * Data results from the agreement between Ministry of Agriculture and The National Land Agency of Republic of Indonesia (wetland mapping results)



Lampiran 2: Kegiatan Usaha Pertanian

survei-survei di sektor pertanian. Sementara itu, kegiatan SPP2013 bertujuan untuk mendapatkan data mengenai pendapatan/penerimaan rumah tangga usaha pertanian menurut subsektor serta mendapatkan data mengenai penguasaan, penggunaan, dan alih fungsi lahan dari rumah tangga pertanian. Dalam Berita Resmi Statistik (BRS) ini, informasi yang disajikan merupakan hasil ST2013 menurut subsektor dan hasil SPP2013.

2. Kegiatan Usaha Pertanian

Hasil ST2013 menunjukkan bahwa jumlah usaha pertanian di Indonesia didominasi oleh kegiatan usaha pertanian di rumah tangga. Hal ini ditunjukkan oleh besarnya jumlah rumah tangga usaha pertanian jika dibandingkan dengan perusahaan pertanian berbadan hukum. Jumlah rumah tangga usaha pertanian di Indonesia hasil ST2013 tercatat sebanyak 26,1 juta rumah tangga, menurun sebesar 16,32 persen dari hasil ST2003 yang sebanyak 31,2 juta rumah tangga. Jumlah perusahaan pertanian berbadan hukum sebanyak 4,2 ribu perusahaan dan usaha pertanian lainnya sebanyak 5,9 ribu unit.

Tabel 1
Jumlah Usaha Pertanian Menurut Jenis Usaha, ST2003 dan ST2013

No.	Wilayah	Rumah Tangga Usaha Pertanian (000 rumah tangga)				Perusahaan Pertanian Berbadan Hukum (000 Perusahaan)				Usaha Pertanian lainnya ST2013 (000 unit)
		ST2003	ST2013	Perubahan		ST2003	ST2013	Perubahan		
				Absolut	%			Absolut	%	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	Sumatera	6 615,99	6 207,00	- 328,36	- 4,96	1,24	1,46	0,22	17,43	1,37
2	Jawa	17 955,04	13 428,50	- 4 527,35	- 25,21	1,55	1,28	- 0,27	- 17,48	2,27
3	Bali dan Nusa	1 941,70	1 787,70	- 154,00	- 7,93	0,16	0,19	0,02	14,72	1,01
4	Kalimantan	1 631,20	1 556,23	- 75,02	- 4,60	0,54	0,68	0,33	61,51	0,37
5	Sulawesi	2 417,44	2 260,96	- 156,48	- 6,47	0,36	0,25	- 0,12	- 31,59	0,60
6	Maluku dan Papua	669,91	614,48	- 55,43	- 8,28	0,16	0,17	0,01	6,41	0,36
	Indonesia	31 232,18	26 135,47	- 5 096,72	- 16,32	4,01	4,21	0,20	4,96	5,98

Pulau Jawa tercatat sebagai wilayah dengan jumlah rumah tangga usaha pertanian terbesar, yaitu sebanyak 13,4 juta rumah tangga. Dalam kurun waktu 10 tahun terakhir, jumlah rumah tangga usaha pertanian di Indonesia turun sebanyak 5,1 juta rumah tangga. Penurunan jumlah rumah tangga usaha pertanian terbesar terjadi di Pulau Jawa yang mencapai 4,5 juta rumah tangga. Hasil ST2013 juga menunjukkan bahwa jumlah perusahaan pertanian berbadan hukum tercatat sebanyak 4,2 ribu perusahaan dan sebagian besar berada di Pulau Sumatera (1,5 ribu perusahaan). Jika dibandingkan dengan hasil ST2003, jumlah perusahaan pertanian berbadan hukum pada tahun 2013 mengalami peningkatan sebesar 4,96 persen. Peningkatan jumlah perusahaan pertanian ini terbesar terjadi di Pulau Kalimantan sebesar 61,51 persen atau bertambah sebanyak 0,3 ribu perusahaan dalam kurun waktu 10 tahun.

Lampiran 3: Ekspor Pertanian

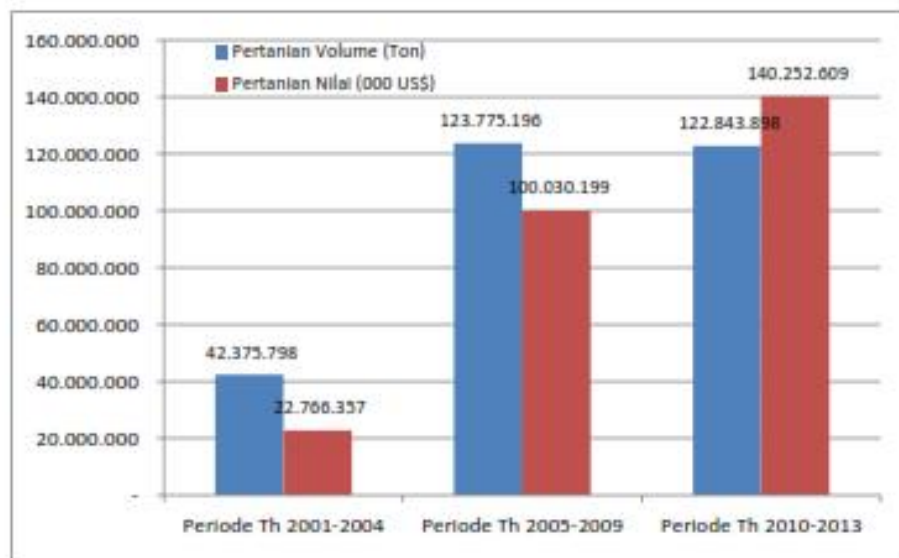
Tabel 4. Rekapitulasi Ekspor Pertanian Menurut Sub Sektor Periode Tahun 2001-2004, 2005-2009 dan 2010-2013

Sub Sektor	Satuan	Tahun 2001-2004	Tahun 2005-2009	Tahun 2010-2013	Average Growth Rate of Ekspor Index (%) 2001-2013
Tan Pangan	Volume (Ton)	3,413,476	4,583,067	2,265,734	(9.21)
	Nilai (000 US\$)	839,706	1,510,122	1,379,112	(2.83)
Hortikultura	Volume (Ton)	1,372,472	2,206,133	1,547,226	0.45
	Nilai (000 US\$)	762,815	1,533,268	1,826,326	7.80
Perkebunan	Volume (Ton)	37,003,238	114,973,716	117,247,779	57.24
	Nilai (000 US\$)	20,107,515	93,549,730	133,371,668	74.11
Peternakan	Volume (Ton)	586,613	2,012,280	1,783,158	3.04
	Nilai (000 US\$)	1,056,321	3,437,079	3,675,504	3.92
Pertanian	Volume (Ton)	42,375,798	123,775,196	122,843,898	37.77
	Nilai (000 US\$)	22,766,357	100,030,199	140,252,609	46.52

Sumber : BPS, 2014.

Secara visual perbandingan ekspor pertanian periode tahun 2001-2004, 2005-2009 dan 2010-2013 dapat dilihat pada grafik 1 di bawah.

Grafik 1. Ekspor Total Pertanian Menurut Periode Tahun 2001-2004, 2005-2009 dan 2010-2013



Lampiran 4: Pertumbuhan Ekonomi Indonesia

I. Pertumbuhan Ekonomi Tahun 2013

Nilai Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia atas dasar harga konstan 2000 pada tahun 2013 mencapai Rp2.770,3 triliun, naik Rp151,4 triliun dibandingkan tahun 2012 (Rp2.618,9 triliun). Bila dilihat berdasarkan harga berlaku, PDB tahun 2013 naik sebesar Rp854,6 triliun, yaitu dari Rp8.229,4 triliun pada tahun 2012 menjadi sebesar Rp9.084,0 triliun pada tahun 2013.

Tabel 1
Nilai PDB Menurut Lapangan Usaha Tahun 2011–2013,
Laju Pertumbuhan dan Sumber Pertumbuhan Tahun 2013

Lapangan Usaha	Atas Dasar Harga Berlaku (triliun Rupiah)			Atas Dasar Harga Konstan 2000 (triliun Rupiah)			Laju Pertumbuhan 2013 (persen)	Sumber Pertumbuhan 2013 (persen)
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	(6)	(9)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)		
1. Pertanian, Pelembakan, Kehutanan, dan Perikanan	1 091,4	1 193,5	1 311,0	315,0	328,3	339,9	3,54	0,45
2. Pertambangan dan Penggalian	877,0	970,8	1 020,8	190,1	193,1	195,7	1,34	0,10
3. Industri Pengolahan	1 006,1	1 972,5	2 152,6	633,8	670,2	707,5	5,56	1,42
4. Listrik, Gas dan Air Bersih	55,9	62,2	70,1	16,9	20,1	21,2	5,56	0,04
5. Konstruksi	753,6	844,1	907,3	159,1	170,9	182,1	6,57	0,43
6. Perdagangan, Hotel, dan Restoran	1 023,7	1 148,7	1 301,5	437,5	473,1	501,2	5,93	1,07
7. Pengangkutan dan Komunikasi	491,3	549,1	636,9	241,3	265,4	292,4	10,19	1,03
8. Keuangan, Real Estat, dan Jasa Perusahaan	535,2	596,5	683,0	236,2	253,0	272,1	7,56	0,73
9. Jasa-jasa	785,0	890,0	1 000,8	232,7	244,6	258,2	5,46	0,51
Produk Domestik Bruto (PDB)	7 419,2	8 229,4	9 084,0	2 464,6	2 618,9	2 770,3	5,78	5,78
PDB Tanpa Migas	6 795,9	7 588,3	8 416,0	2 322,7	2 481,8	2 637,0	6,25	-

Perekonomian Indonesia pada tahun 2013 tumbuh sebesar 5,78 persen dibanding tahun 2012, dimana semua sektor ekonomi mengalami pertumbuhan. Pertumbuhan tertinggi terjadi pada Sektor Pengangkutan dan Komunikasi yang mencapai 10,19 persen, diikuti oleh Sektor Keuangan, Real Estat, dan Jasa Perusahaan 7,56 persen, Sektor Konstruksi 6,57 persen, Sektor Perdagangan, Hotel dan Restoran 5,93 persen, Sektor Listrik, Gas dan Air Bersih 5,58 persen, Sektor Industri Pengolahan 5,56 persen, Sektor Jasa-jasa 5,46 persen, Sektor Pertanian 3,54 persen, dan Sektor Pertambangan dan Penggalian 1,34 persen. Pertumbuhan PDB tanpa migas pada tahun 2013 mencapai 6,25 persen yang berarti lebih tinggi dari pertumbuhan PDB.

Sektor Industri Pengolahan memberikan kontribusi terbesar terhadap total pertumbuhan PDB, dengan sumber pertumbuhan sebesar 1,42 persen. Selanjutnya diikuti oleh Sektor Perdagangan, Hotel dan Restoran, dan Sektor Pengangkutan dan Komunikasi yang memberikan sumber pertumbuhan masing-masing 1,07 persen dan 1,03 persen (Tabel 1).

Bagian Kesembilan

Pascapanen

Pasal 31

1. Pascapanen meliputi kegiatan pembersihan, pengupasan, sortasi, pengawetan, pengemasan, penyimpanan, standardisasi mutu, dan transportasi hasil produksi budidaya tanaman.
2. Kegiatan pascapanen sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), ditujukan untuk meningkatkan mutu, menekan tingkat kehilangan dan/atau kerusakan, memperpanjang daya simpan, dan meningkatkan daya guna serta nilai tambah hasil budidaya tanaman.

Pasal 32

1. Terhadap hasil budidaya tanaman yang dipasarkan diterapkan standar mutu.
2. Pemerintah menetapkan jenis hasil budidaya tanaman yang harus memenuhi standar mutu sebagaimana dimaksud dalam ayat (1). (3) Pemerintah mengawasi mutu hasil budidaya tanaman sebagaimana dimaksud dalam ayat (1).

Pasal 33

Ketentuan mengenai pascapanen dan standar mutu hasil budidaya tanaman sebagaimana dimaksud dalam Pasal 31 dan Pasal 32, diatur lebih lanjut oleh Pemerintah.

Pasal 34

1. Pemerintah menetapkan standar unit pengolahan, alat transportasi, dan unit penyimpanan hasil budidaya tanaman.
2. Pemerintah melakukan akreditasi atas kelayakan unit pengolahan, alat transportasi, dan unit penyimpanan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1).
3. Pemerintah melakukan pengawasan terhadap unit pengolahan, alat transportasi, dan unit penyimpanan hasil budidaya tanaman, sebagaimana dimaksud dalam ayat (1).

Pasal 35

Pemerintah menetapkan tata cara pengawasan atas mutu unit pengolahan, alat transportasi, dan unit penyimpanan hasil budidaya tanaman.

Pasal 36

1. Pemerintah menetapkan harga dasar hasil budidaya tanaman tertentu.
2. Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), diatur lebih lanjut oleh Pemerintah.

BAB IV

SARANA PRODUKSI

Bagian Kesatu

Pupuk

Pasal 37

1. Pupuk yang beredar di dalam wilayah negara Republik Indonesia wajib memenuhi standar mutu dan terjamin efektivitasnya serta diberi label.
2. Pemerintah menetapkan standar mutu pupuk serta jenis pupuk yang boleh diimpor.
3. Pemerintah mengawasi pengadaan dan peredaran pupuk.
4. Ketentuan mengenai tata cara pengawasan, pengadaan dan peredaran pupuk sebagaimana dimaksud dalam ayat (3), diatur lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah.

Pasal 7

- (1) Masyarakat mempunyai kesempatan yang sama dan seluas-luasnya untuk berperan dalam pengelolaan lingkungan hidup.
- (2) Pelaksanaan ketentuan pada ayat (1) di atas, dilakukan dengan cara:
 - (1) meningkatkan kemandirian, keberdayaan masyarakat, dan kemitraan;
 - (2) menumbuhkembangkan kemampuan dan kepeloporan masyarakat;
 - (3) menumbuhkan ketanggapsegeraan masyarakat untuk melakukan pengawasan sosial;
 - (4) memberikan saran pendapat;
 - (5) menyampaikan informasi dan/atau menyampaikan laporan.

**BAB IV
WEWENANG PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP**

Pasal 8

- (1) Sumber daya alam dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya bagi kemakmuran rakyat, serta pengaturannya ditentukan oleh Pemerintah.
- (2) Untuk melaksanakan ketentuan sebagaimana dimaksud pada ayat (1), Pemerintah:
 - a. mengatur dan mengembangkan kebijaksanaan dalam rangka pengelolaan lingkungan hidup;
 - b. mengatur penyediaan, peruntukan, penggunaan, pengelolaan lingkungan hidup, dan pemanfaatan kembali sumber daya alam, termasuk sumber daya genetika;
 - c. mengatur perbuatan hukum dan hubungan hukum antara orang dan/atau subjek hukum lainnya serta perbuatan hukum terhadap sumber daya alam dan sumber daya buatan, termasuk sumber daya genetika;
 - d. mengendalikan kegiatan yang mempunyai dampak sosial;
 - e. mengembangkan pendanaan bagi upaya pelestarian fungsi lingkungan hidup sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.
- (3) Ketentuan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) diatur lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah.

Pasal 9

- (1) Pemerintah menetapkan kebijaksanaan nasional tentang pengelolaan lingkungan hidup dan penataan ruang dengan tetap memperhatikan nilai-nilai agama, adat istiadat, dan nilai-nilai yang hidup dalam masyarakat.
- (2) Pengelolaan lingkungan hidup, dilaksanakan secara terpadu oleh instansi pemerintah sesuai dengan bidang tugas dan tanggung jawab masing-masing, masyarakat, serta pelaku pembangunan lain dengan memperhatikan keterpaduan perencanaan dan pelaksanaan kebijaksanaan nasional pengelolaan lingkungan hidup.
- (3) Pengelolaan lingkungan hidup wajib dilakukan secara terpadu dengan penataan ruang, perlindungan sumber daya alam non hayati, perlindungan sumber daya buatan, konservasi sumber daya alam hayati dan ekosistemnya, cagar budaya, keanekaragaman hayati dan perubahan iklim.

Features

- High-performance, Low-power AVR[®] 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- Nonvolatile Program and Data Memories
 - 16K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
 - Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - 512 Bytes EEPROM
 - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
 - 1K Byte Internal SRAM
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels in TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad MLF
- Operating Voltages
 - 2.7 - 5.5V for ATmega16L
 - 4.5 - 5.5V for ATmega16
- Speed Grades
 - 0 - 8 MHz for ATmega16L
 - 0 - 16 MHz for ATmega16



**8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 16K Bytes
In-System
Programmable
Flash**

**ATmega16
ATmega16L**

Preliminary

Rev. 2400E-AVR-10/02



AOSONG

Temp, Humidity & Dew point measurement experts

Data format:

The 8bit humidity integer data + 8bit the Humidity decimal data +8 bit temperature integer data + 8bit fractional temperature data +8 bit parity bit.

○Parity bit data definition

"8bit humidity integer data + 8bit humidity decimal data +8 bit temperature integer data + 8bit temperature fractional data" 8bit checksum is equal to the results of the last eight.

Example 1: 40 data is received:

<u>0011 0101</u>	<u>0000 0000</u>	<u>0001 1000</u>	<u>0000 0000</u>	<u>0100 1101</u>
High humidity 8	Low humidity 8	High temp. 8	Low temp. 8	Parity bit

Calculate;

0011 0101+0000 0000+0001 1000+0000 0000= 0100 1101

Received data is correct;

Humidity: 0011 0101=35H=53%RH

Temperature: 0001 1000=18H=24°C

Example 2: 40 data is received:

<u>0011 0101</u>	<u>0000 0000</u>	<u>0001 1000</u>	<u>0000 0000</u>	<u>0100 1001</u>
High humidity 8	Low humidity 8	High temp. 8	Low temp. 8	Parity bit

Calculate;

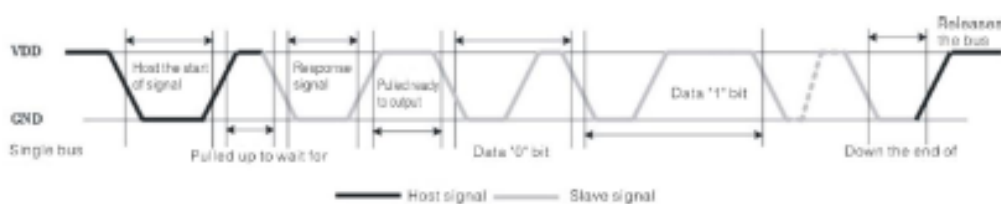
0011 0101+0000 0000+0001 1000+0000 0000 = 0100 1101

01001101 ≠0100 1001

The received data is not correct, give up, to re-receive data.

○Data Timing Diagram

User host (MCU) to send a signal, DHT11 converted from low-power mode to high-speed mode, until the host began to signal the end of the DHT11 send a response signal to send 40bit data, and trigger a letter collection. The signal is sent as shown.



Data Timing Diagram

Note: The host reads the temperature and humidity data from DHT11 always the last measured value, such as twice the measured interval of time is very long, continuous read twice to the second value of real-time temperature and humidity values.

○Peripherals read steps

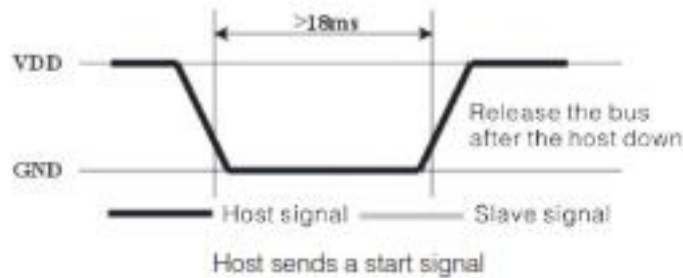
Communication between the master and slave can be done through the following steps (peripherals (such as microprocessors) read DHT11 the data of steps).

Step 1:

After power on DHT11 (DHT11 on after power to wait 1S across the unstable state during this period can not send any instruction), the test environment temperature and humidity data, and record the data, while DHT11 the DATA data lines pulled by pull-up resistor has been to maintain high; the DHT11 the DATA pin is in input state, the moment of detection of external signals.

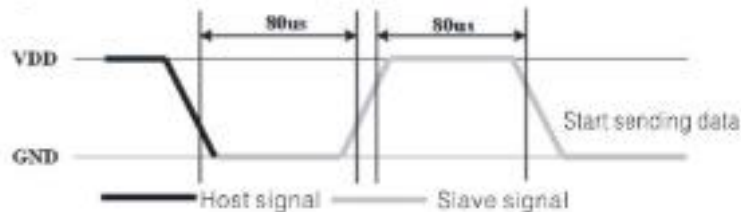
Step 2:

Microprocessor I / O set to output at the same time output low, and low hold time can not be less than 18ms, then the microprocessor I / O is set to input state, due to the pull-up resistor, a microprocessor/ O DHT11 the dATA data lines also will be high, waiting DHT11 to answer signal, send the signal as shown:



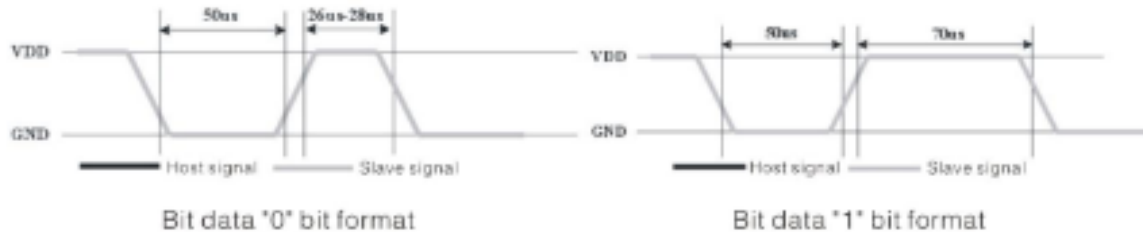
Step 3:

DATA pin is detected to an external signal of DHT11 low, waiting for external signal low end the delay DHT11 DATA pin in the output state, the output low of 80 microseconds as the response signal, followed by the output of 80 micro-seconds of high notification peripheral is ready to receive data, the microprocessor I / O at this time in the input state is detected the I / O low (DHT11 response signal), wait 80 microseconds high data receiving and sending signals as shown:



Step 4:

Output by DHT11 the DATA pin 40, the microprocessor receives 40 data bits of data '0' format: the low level of 50 microseconds and 26-28 microseconds according to the changes in the I / O level level, bit data '1' format: the high level of low plus, 50 microseconds to 70 microseconds. Bit data '0', '1' signal format as shown:



End signal:

Continue to output the low 50 microseconds after DHT11 the DATA pin output 40 data, and changed the input state, along with pull-up resistor goes high. But DHT11 internal re-test environmental temperature and humidity data, and record the data, waiting for the arrival of the external signal.

8、 Application of information

1. Work and storage conditions

Outside the sensor the proposed scope of work may lead to temporary drift of the signal up to 300%RH. Return to normal working conditions, sensor calibration status will slowly toward recovery. To speed up the recovery process may refer to "resume processing". Prolonged use of non-normal operating conditions, will accelerate the aging of the product.

Avoid placing the components on the long-term condensation and dry environment, as well as the following environment.

A, salt spray

B, acidic or oxidizing gases such as sulfur dioxide, hydrochloric acid

Recommended storage environment

Temperature: 10 ~ 40 °C Humidity: 60% RH or less

2. The impact of exposure to chemicals

The capacitive humidity sensor has a layer by chemical vapor interference, the proliferation of chemicals in the sensing layer may lead to drift and decreased sensitivity of the measured values. In a pure environment, contaminants will slowly be released. Resume processing as described below will accelerate this process. The high concentration of chemical pollution (such as ethanol) will lead to the complete damage of the sensitive layer of the sensor.

3. The temperature influence

Relative humidity of the gas to a large extent dependent on temperature. Therefore, in the measurement of humidity, should be to ensure that the work of the humidity sensor at the same temperature. With the release of heat of electronic components share a printed circuit board, the installation should be as far as possible the sensor away from the electronic components and mounted below the heat source, while maintaining good ventilation of the enclosure. To reduce the thermal conductivity sensor and printed circuit board copper plating should be the smallest possible, and leaving a gap between the two.

4. Light impact

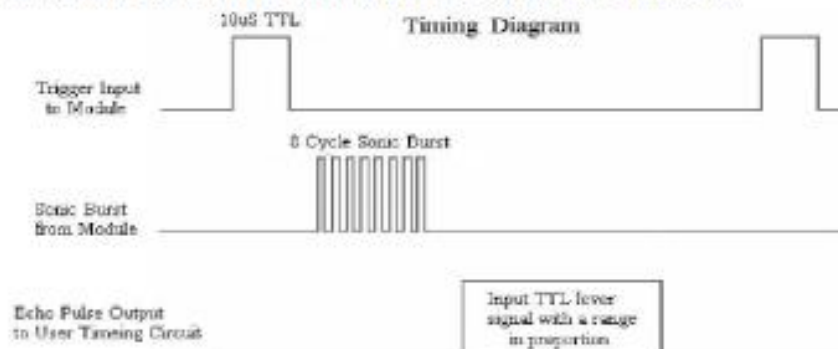
Prolonged exposure to sunlight or strong ultraviolet radiation, and degrade performance.

Lampiran 9: Datasheet HC SR-04



Timing diagram

The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10 μ s pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasound at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion. You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula: $\mu\text{s} / 58 = \text{centimeters}$ or $\mu\text{s} / 148 = \text{inch}$; or: the range = high level time * velocity (340M/S) / 2; we suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.





Hebei I.T. (Shanghai) Co., Ltd.

**Thermoelectric
Cooler**

TEC1-12706

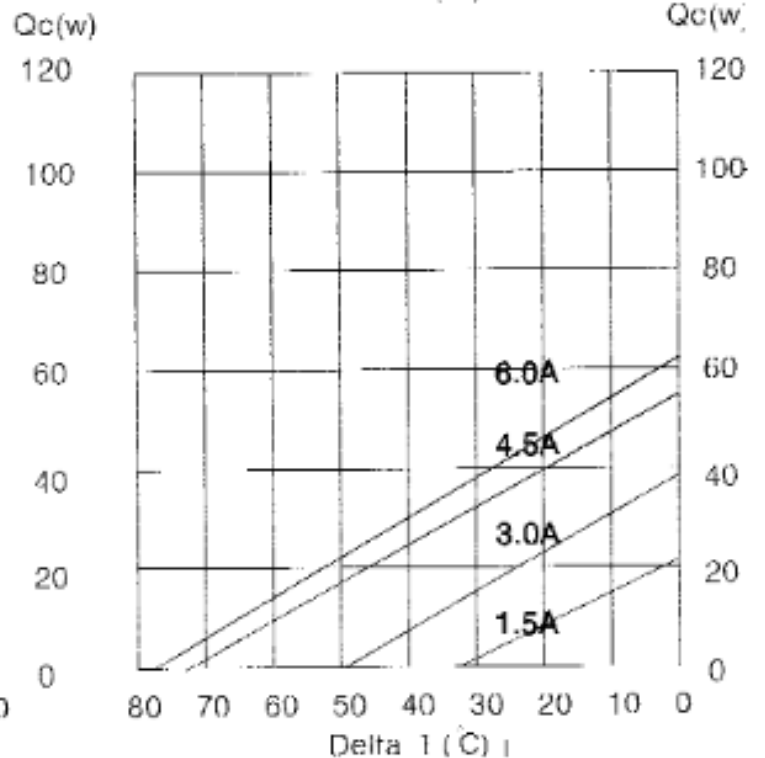
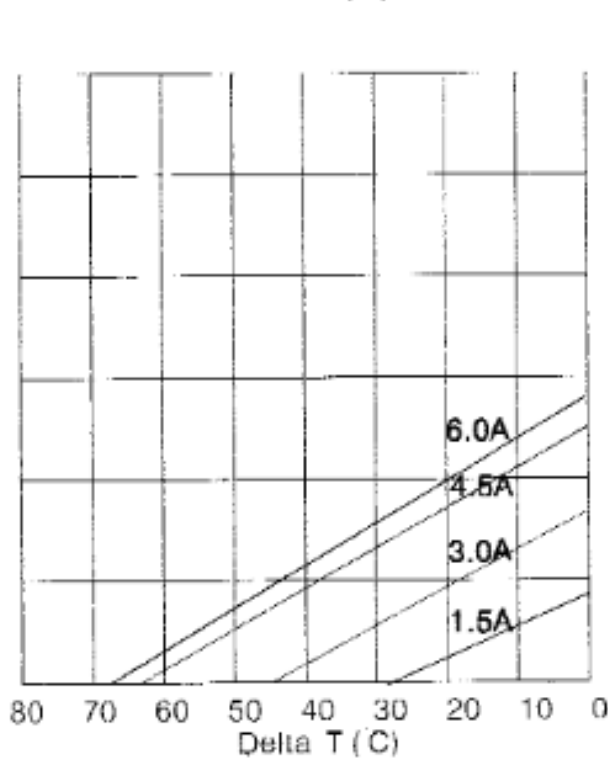
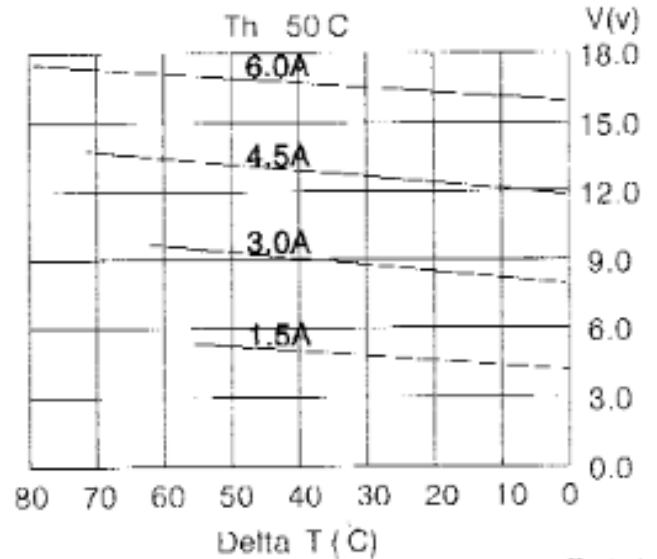
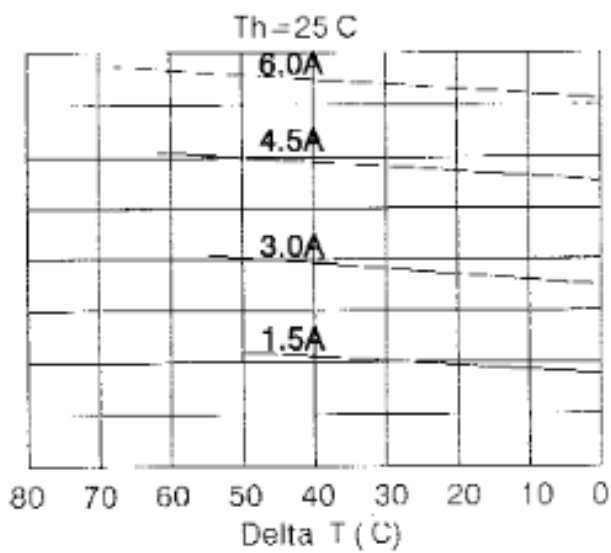
Performance Specifications

Hot Side Temperature (°C)	25° C	50° C
Qmax (Watts)	50	57
Delta Tmax (°C)	66	75
I _{max} (Amps)	6.4	6.4
V _{max} (Volts)	14.4	16.4
Module Resistance (Ohms)	1.98	2.30

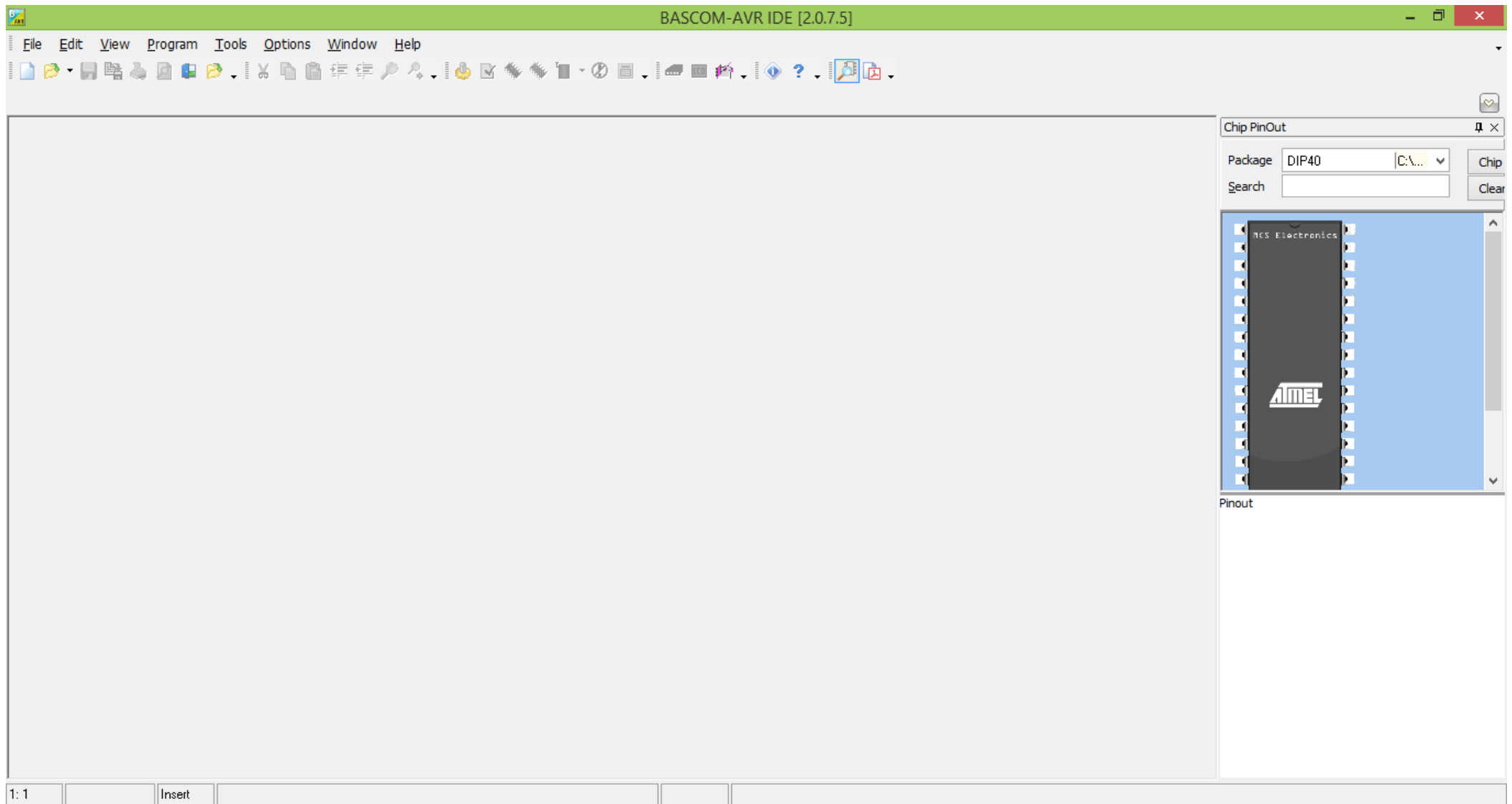




Performance curves:



Lampiran 11: Tampilan IDE Bascom AVR



Lampiran 12: Program Mikrokontroler

Program Mikrokontroler

```
'Last Update = 13 Des 2015 @ 07:11 -----
'-----
$regfile = "m16def.dat"
$crystal = 11750000
'-----
'Konfigurasi
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
xxxxxxxxxxxxx
'-----
Config Lcdpin = Pin , Rs = Portb.5 , E = Portb.4 , Db4 = Portb.3 ,
Db5 = Portb.2 , Db6 = Portb.1 , Db7 = Portb.0
Config Lcd = 16 * 2
Cursor Off

'Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc
Config Serialin = Buffered , Size = 128
Config Serialout = Buffered , Size = 128

Ddra = 255
Ddrb.6 = 1
Ddrb.7 = 0
Ddrc.0 = 0
Ddrc.1 = 0
Ddrc.2 = 0
Ddrc.3 = 0
Ddrc.4 = 1
Ddrc.5 = 1
Ddrc.6 = 1
Ddrc.7 = 1
'-----
'Deklarasi Variabel
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
xxxxx
'-----
Deflcdchar 0 , 31 , 31 , 31 , 31 , 31 , 31 , 31 , 31
Deflcdchar 1 , 2 , 5 , 2 , 32 , 32 , 32 , 32 , 32

Declare Sub Standby()
Declare Sub Array()
Declare Sub Pengosongan()
Declare Sub Loading()
Declare Sub Dht11()
Declare Sub Hcsr04()
Declare Sub Pengatur suhu()
Declare Sub Kipas()

Pel1 Alias Porta.0
1pel Alias Porta.1
Pel2 Alias Porta.2
2pel Alias Porta.3
Pel3 Alias Porta.4
3pel Alias Porta.5
Kdal Alias Porta.6
Kon Alias Porta.7
Kbua Alias Portc.7
Von Alias Portc.6
Klua Alias Portc.5
Voff Alias Portc.4

Dataout Alias Portd.0
Datain Alias Pind.0
Ddrdata Alias Ddrd.0
```

```
Loa Alias Pinc.0
Emp Alias Pinc.1
Sby Alias Pinc.2
Ary Alias Pinc.3
```

```
Trig Alias Portb.6
Eco Alias Pinb.7
```

```
Dim A As Byte
Dim B As Byte
Dim I As Byte
Dim F As Integer
Dim S As Integer
Dim U As Integer
Dim T As Integer
Dim W As Word
Dim Lcell As Single
Dim Suhu As Byte
Dim Lemb As Byte
Dim Crc As Byte
Dim Mybyte As Byte
Dim Sensor_data As String * 40
Dim Tmp_str8 As String * 8
Dim Count As Byte
Dim Romg As Byte
Dim Romk As Byte
Dim Roml As Byte
Dim Romq As Byte
Dim Romw As Byte
Dim Romx As Byte
Dim Romy As Byte
Dim Romz As Byte
```

```
Enable Interrupts
```

```
$eeprom
$data
```

```
'Pra Program
```

```
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
xxxxxxxxxxxxx
```

```
A = 0
Romw = 0
Romx = 2
Romy = 4
```

```
Portc.0 = 1           'Pull-up pin tombol
Portc.1 = 1
Portc.2 = 1
Portc.3 = 1
Kon = 1               'Konveyor mati
Von = 0               'mati
Voff = 0              'mati
Pel1 = 1              'mati
1pel = 1              'mati
Pel2 = 1              'mati
2pel = 1              'mati
Pel3 = 1              'mati
3pel = 1              'mati
Klua = 1              'nyala
Kbua = 1              'nyala
Kdal = 1              'mati
```

```

'Program utama
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXX
'-----
Utama:
Call Standby()
Cls
Lcd "On"
Wait 1
Cls
Do
  U = 0
  F = 0
  Do
    Call Array()
    Call Pengosongan()
    Call Loading()
    Call Hcsr04()
    Call Dht11()
    Call Pengatur suhu()
    Call Kipas()
    Incr U
    Incr F
    Gosub Tampil
    Gosub Tampilisi
    If Sby = 0 Then
      Goto Utama
    End If
    If U = 3600 Then
      Gosub Simpanarray
    End If
    Wait 1
  Loop Until U = 3600
Loop
End
'-----
Sub Array()
'-----
If Ary = 1 Then
  Exit Sub
End If
Cls
Lcd "Please wait..."
Wait 1
Incr U
Incr F
Wait 1
Gosub Tampil
A = 1
Romg = 0
Romk = 2
Roml = 4
Do
  Readeeprom Suhu , Romg
  Readeeprom Lemb , Romk
  Readeeprom S , Roml
  Locate 1 , 13
  Lcd " "
  Locate 1 , 13
  Lcd A
  Gosub Tampilisi
  Romg = Romg + 10
  Romk = Romk + 10
  Roml = Roml + 10
  Incr A
  Incr U
  Incr F
  Wait 1
Loop Until Romg > 240 Or Sby = 0

```

```

Cls
Lcd "Please wait..."
Wait 1
Incr U
Incr F
End Sub
'-----
Sub Pengosongan()
'-----
If Emp = 1 Then
  Exit Sub
End If
Cls
Home
Lcd "Emptying Lev.1"
Locate 2 , 1
Lcd "Pgres:"
Gosub Emptying
Lcd Chr(0) ; Chr(0) ; Chr(0)
Gosub Emptying
Lcd Chr(0) ; Chr(0) ; Chr(0)
Gosub Emptying
Lcd Chr(0) ; Chr(0) ; Chr(0) ; Chr(0)
Wait 1
Incr U
Incr F
Cls
End Sub
'-----
Emptying:
'-----
A = 0
Do
  Set Von
  Reset Voff
  Incr A
  Wait 1
  Incr U
  Incr F
Loop Until A = 3
Reset Von
Reset Voff
Wait 1
Incr U
Incr F
A = 0
Do
  Reset Von
  Set Voff
  Incr A
  Wait 1
  Incr U
  Incr F
Loop Until A = 3
Reset Von
Reset Voff
Wait 1
Incr U
Incr F
Return
'-----
Sub Loading()
'-----
If Loa = 1 Then
  Exit Sub
End If
Cls
Home
Lcd "Load to the silo"

```

```

Locate 2 , 1
Lcd "Pgres:"
If S > 0 Or W < 100000 Then
  Set Kon
Elseif S = 0 Or W > 100000 Then
  Reset Kon
End If
End Sub
'-----
Sub Dht11()
'-----
  Count = 0
  Sensor_data = ""
  Set Ddrdata
  Reset Dataout
  Waitms 25

  Set Dataout
  Waitus 40
  Reset Ddrdata
  Waitus 40
  If Ddatain = 1 Then
    Lemb = 1
    Exit Sub
  End If

  Waitus 80
  If Ddatain = 0 Then
    Lemb = 2
    Exit Sub
  End If

  While Ddatain = 1 : Wend
  Do
    While Ddatain = 0 : Wend
    Waitus 30
    If Ddatain = 1 Then
      Sensor_data = Sensor_data + "1"
      While Ddatain = 1 : Wend
    Else
      Sensor_data = Sensor_data + "0"
    End If
    Incr Count
  Loop Until Count = 40

  Set Ddrdata
  Set Dataout

  Tmp_str8 = Left(sensor_data , 8)
  Lemb = Binval(tmp_str8)

  Tmp_str8 = Mid(sensor_data , 17 , 8)
  Suhu = Binval(tmp_str8)

  Tmp_str8 = Right(sensor_data , 8)
  Crc = Binval(tmp_str8)

  Mybyte = Suhu + Lemb
  If Mybyte <> Crc Then
    Lemb = 3
  End If
End Sub
'-----
Sub Pengatur suhu()
'-----
  If Suhu > 25 Then
    Set Pel1
    Reset 1pel
    Set Pel2
    Reset 2pel
    Set Pel3
    Reset 3pel
  Elseif Suhu < 20 Then
    Reset Pel1
    Set 1pel
    Reset Pel2
    Set 2pel
    Reset Pel3
    Set 3pel
  Else
    Set Pel1
    Set 1pel
    Set Pel2
    Set 2pel
    Set Pel3
    Set 3pel
  End If
End Sub
'-----
Sub Kipas()
'-----
  If Suhu > 25 Then
    If F >= 900 And Kdal = 1 Then
      Kdal = 0
      F = 0
      Exit Sub
    Elseif F >= 900 And Kdal = 0 Then
      Kdal = 1
      F = 0
      Exit Sub
    End If
  Elseif Suhu < 20 Then
    Kdal = 0
    F = 0
  Else
    Kdal = 1
    F = 0
  End If
End Sub
'-----
Sub Hcsr04()
'-----
  T = 0
  Reset Trig
  Waitus 2
  Set Trig
  Waitus 10
  Reset Trig
  Bitwait Eco , Set
  Do
    Waitus 1
    Incr T
  Loop Until Eco = 0
  S = T / 15
End Sub
'-----
Sub Standby()
'-----
  Cls
  Lcd "Standby"
  Reset Von
  Set Voff
  Wait 4
  Do
    Loop Until Sby = 0
  Cls
  Wait 1
End Sub
'mengatur katup off
'mengatur katup off

```

```

'-----
Simpanarray:
'-----
Writeeprom Suhu , Romw
Writeeprom Lemb , Romx
Writeeprom S , Romy
Romw = Romw + 10
Romx = Romx + 10
Romy = Romy + 10
If Romw > 240 Then
  Romw = 0
  Romx = 0
  Romy = 0
End If
Return
'-----
Tampil:
'-----
Cls
Locate 1 , 1
Lcd "T" ; Chr(1)

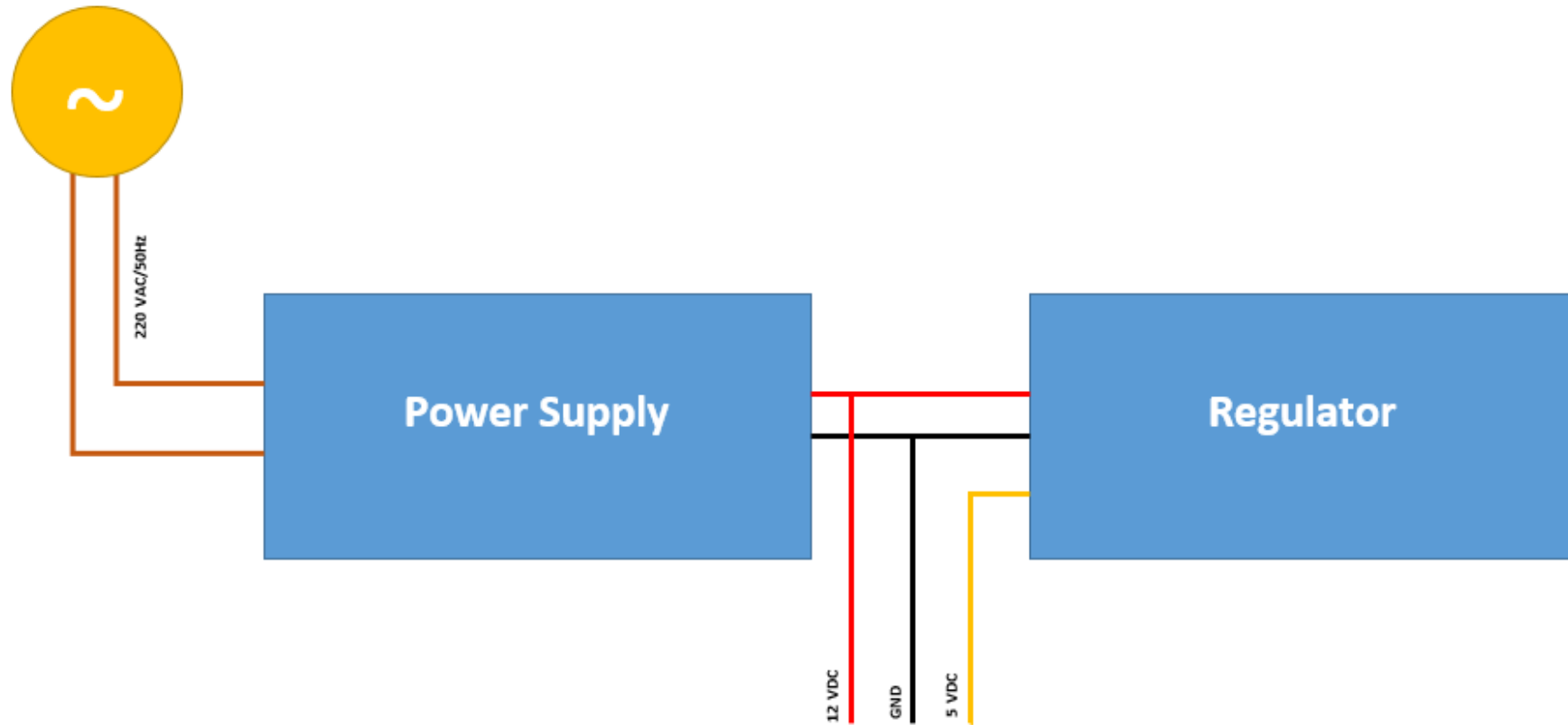
```

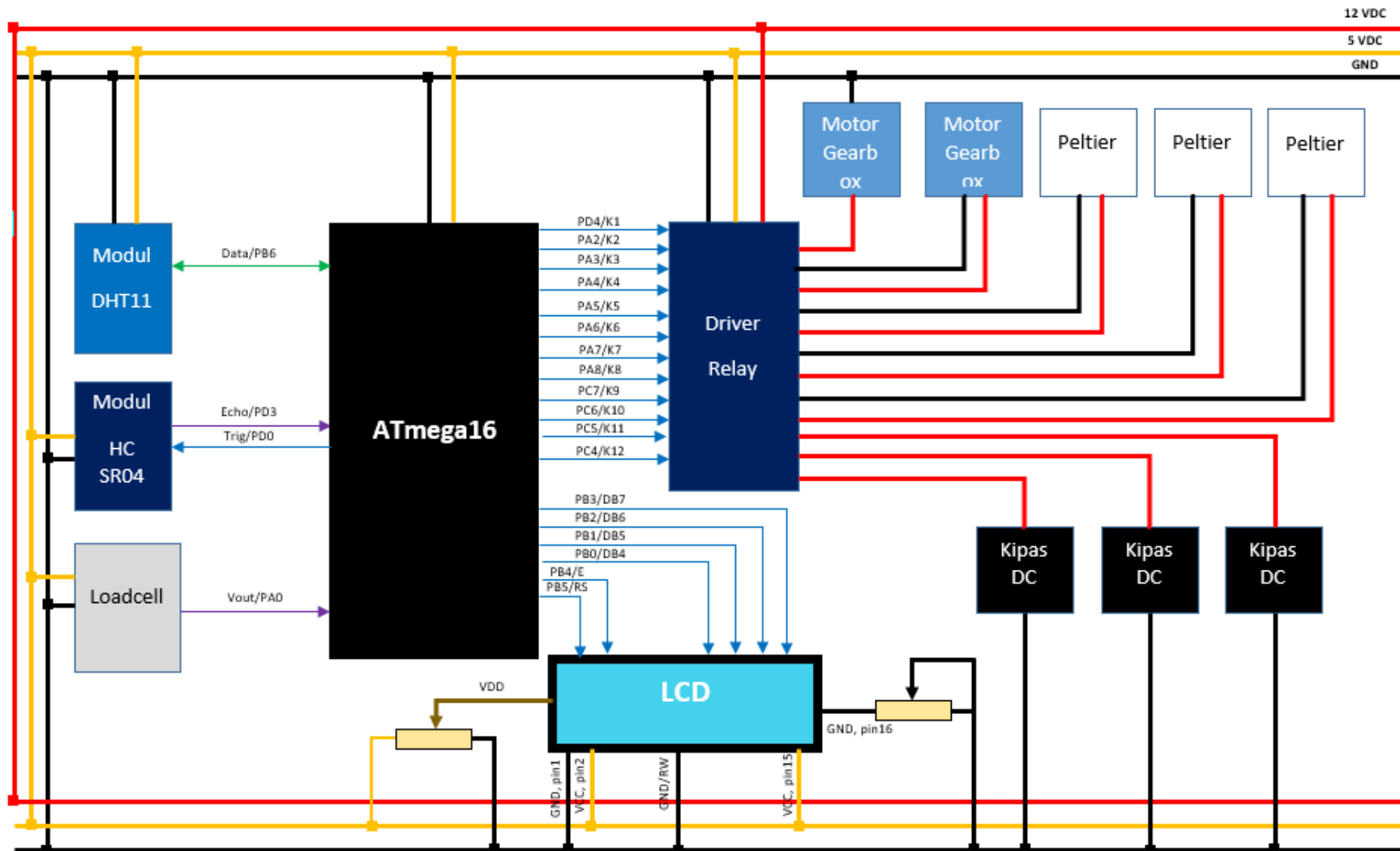
```

Locate 1 , 5
Lcd "H%"
Locate 1 , 9
Lcd "C%"
Locate 1 , 13
Lcd " "
Locate 1 , 13
Lcd U
Return
'-----
Tampilisi:
'-----
Locate 2 , 1
Lcd " "
Locate 2 , 1
Lcd Suhu
Locate 2 , 5
Lcd Lemb
Locate 2 , 9
Lcd S
Return

```

Lampiran 13: Wiring Diagram Prototipe Silo Beras Dengan Tingkat Kelembaban Kurang Dari 70% dan Suhu 15⁰ – 43⁰ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16

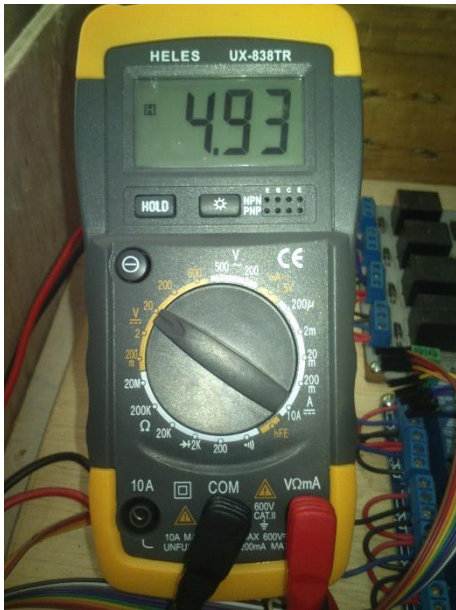




Lampiran 14: Hasil Takaran Beras



Lampiran 15: Hasil Pengukuran Tegangan





DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Pulung Alfatoni, lahir di Jakarta 25 Oktober 1992. Anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan bapak Renoto Wahyu dan ibu Sumaryani. Riwayat pendidikan formal yang pernah ditempuh oleh Peneliti, Pendidikan Dasar di SDN Bedahan 01 (1998 – 2004), Pendidikan Menengah di SMPN 2 Depok (2004-2007) dan Pendidikan Menengah Atas SMAN 5 Depok (2007-2010) dan Melanjutkan ke jenjang

Universitas Negeri Jakarta, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektronika, Konsentrasi Peminatan Instrumentasi Kendali.

Selama Kuliah, peneliti juga aktif di organisasi kemahasiswaan Himpunan Mahasiswa Ujian (HMJ) Teknik Elektro sebagai staf kaderisasi untuk menjadi Ketua KPUJTE Tahun 2013.