

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

Naskah Publikasi Jurnal



Pulung Alfatoni

5215101617

PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2016

NASKAH PUBLIKASI JURNAL

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

Diajukan Oleh:

Pulung Alfatoni

5215101617

Disetujui Oleh:

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

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

Pulung Alfatoni

Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Jakarta
e-mail: pulungalfatoni@outlook.co.id

ABSTRAK

Silo beras adalah struktur bangunan yang digunakan untuk menyimpan beras. Pengendalian kadar air di udara diperlukan dan disesuaikan dengan kadar air kesetimbangan bahan jika menginginkan waktu penyimpanan yang lama. 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 maupun perangkat lunak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe silo beras telah berhasil dirancang dan direalisasikan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe silo beras 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

Rice silo is a building used to store rice. For a long storage time, humidity control is required and adjusted with moisture of material. The aims of this study is measure and regulate temperature and humidity 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. Results showed that the prototype of silo based on microcontroller ATmega16 has successfully 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 between 15⁰ – 43⁰ Celcius.

Keywords: silo, rice, temperature, humidity, ATmega16

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris dengan luas lahan pertanian 39.594.536,91 Ha (Kementerian Pertanian, 2013). 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). Menurut Badan Pusat Statistik tahun 2014 pula, 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. Dari luas lahan pertanian yang tersebar di Indonesia mampu menghasilkan macam-macam komoditas, salah satu macam komoditas bahan pangan adalah komoditas sereal. Contoh dari komoditas pangan sereal ini adalah beras, gandum, dan jagung.

Menurut data yang diambil dari Badan Pusat Statistik tahun 2013, komoditas sereal menempati peringkat teratas dalam hal konsumsi pangan masyarakat Indonesia (Kementerian Pertanian RI). Ini mengartikan bahwa komoditas pangan sereal (nasi/beras) adalah makanan pokok bagi warga negara Indonesia.

Mengamati semua hal tersebut yang telah dijelaskan pemerintah melakukan tindakan-tindakan yang dianggap dapat melestarikan hasil bumi ibu pertiwi, seperti mengeluarkan UU No. 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman dan UU No. 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Untuk menangani hasil pertanian Indonesia, pemerintah membagi 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.

Penyimpanan hasil pertanian termasuk ke dalam rumusan Proses Pengolahan Hasil Pertanian dan Perikanan. 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.

Silo

Silo adalah struktur yang digunakan untuk menyimpan bahan curah (*bulk materials*) (id.wikipedia.org). Silo umumnya digunakan di bidang pertanian sebagai penyimpan komoditas sereal, biji-bijian hasil pertanian, dan pakan ternak. Bahan untuk pembuatan silo adalah dari logam, aluminium, karet, atau beton.

Beras

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 (SNI 6128: 2015). Beras dipertimbangkan sangat penting kehadirannya di dunia, karena beras merupakan pangan pokok bagi lebih dari setengah penduduk dunia (Lu, 1999). Oleh karena itu, penanganan terhadap beras perlu diperhatikan agar kebutuhan pangan manusia dapat terpenuhi secara maksimal.

Suhu dan Kelembaban

Suhu adalah ukuran kuantitatif terhadap temperatur; panas dan dingin, diukur dengan termometer (KBBI *online*). 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. 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. kelembaban relatif tidak lebih dari 70%.

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 mengijinkan memori program untuk diprogram ulang dalam system menggunakan hubungan serial SPI (Kurniawan: 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).

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. Instrumen ini biasa digunakan sebagai pendingin atau pemanas. Instrumen ini juga dapat digunakan sebagai pengatur suhu dingin atau panas.

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 1. Dimensi panjang x lebar x tebal *Thermoelectric cooler* TEC1-12706 adalah 40 mm x 40 mm x 3.9 mm.

Tabel 1. Spesifikasi *Thermoelectric Cooler* TEC1-12706.

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

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° – 43° Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk merancang, membangun, serta menguji adalah penelitian dan pengembangan (*research and development*).

Analisis Kebutuhan

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*.

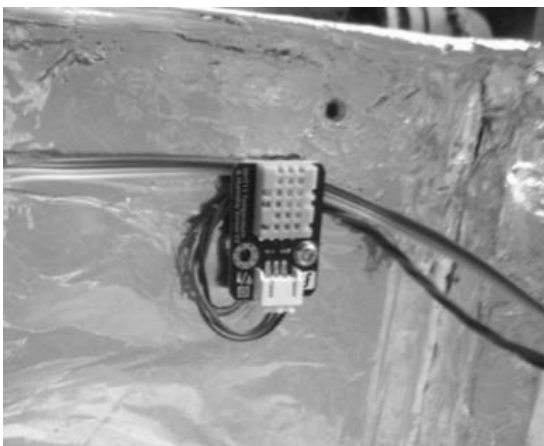
Sensor suhu dan kelembaban yang digunakan dalam penelitian ini adalah DHT11. Penentuan pemilihan sensor ini dikarenakan sensor yang dapat mengukur besaran suhu dan kelembaban sekaligus dalam satu komponen serta komunikasi digital tingkat TTL sehingga lebih mudah untuk diakses menggunakan mikrokontroler 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.

Perancangan Sistem

Sesuai dengan kebutuhan yang telah dianalisis, *Prototipe Silo Beras Dengan Tingkat Kelembaban Kurang Dari 70% dan Suhu 15⁰ – 43⁰ Celcius Berbasis Mikrokontroler Atmega16* difokuskan pada sistem yang dapat mengukur dan mengatur suhu, kelembaban, serta daya tampung silo.

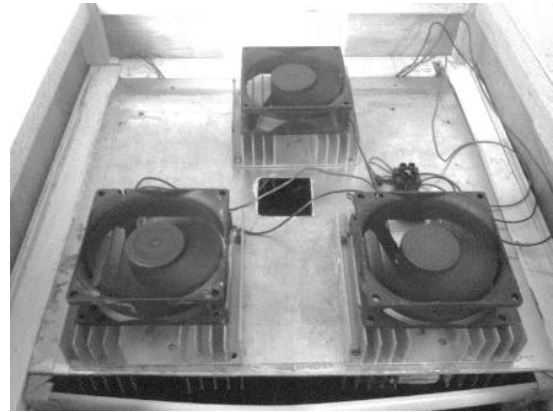
Temperatur dan kelembaban di dalam silo diukur oleh sensor DHT11. Sensor DHT11 ditempatkan di bagian atas silo seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Posisi Sensor Suhu 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.

Pengatur suhu dan kelembaban dari silo dihasilkan dari komponen *thermoelectric cooler*. *Thermoelectric cooler* diapit oleh *heatsink* di masing-masing sisi *thermoelectric cooler* seperti Gambar 2. Pemakaian *heatsink* di kedua sisi *thermoelectric cooler* dimaksudkan agar suhu dingin dan panas *thermoelectric cooler* dapat disimpan lebih lama.



Gambar 2. Pengatur Suhu pada Prototipe 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.



Gambar 3. Posisi Sensor Ultrasonik

Prototipe Silo Beras Dengan Tingkat Kelembaban Kurang Dari 70% dan Suhu 15⁰ – 43⁰ 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 15⁰ – 43⁰ Celcius Berbasis Mikrokontroler

Atmega16 ini memberikan informasi berupa peringatan yang akan muncul di layar LCD.

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.

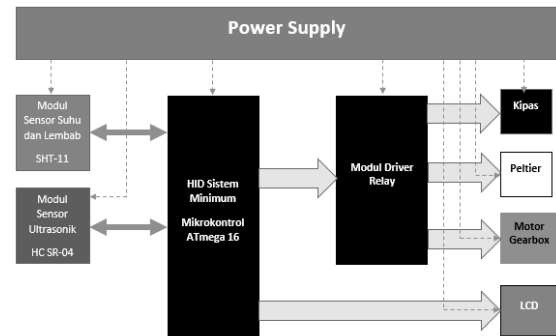
Prototipe silo pada penelitian ini dilapisi oleh alumunium foil dan papan triplek. Pelapisan ini dimaksudkan untuk meminimalisasi pengaruh kondisi udara luar silo terhadap kondisi udara di dalam silo, dalam kasus ini adalah temperatur dan kelembaban. Pelapisan ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Prototipe Silo

Diagram Blok Sistem

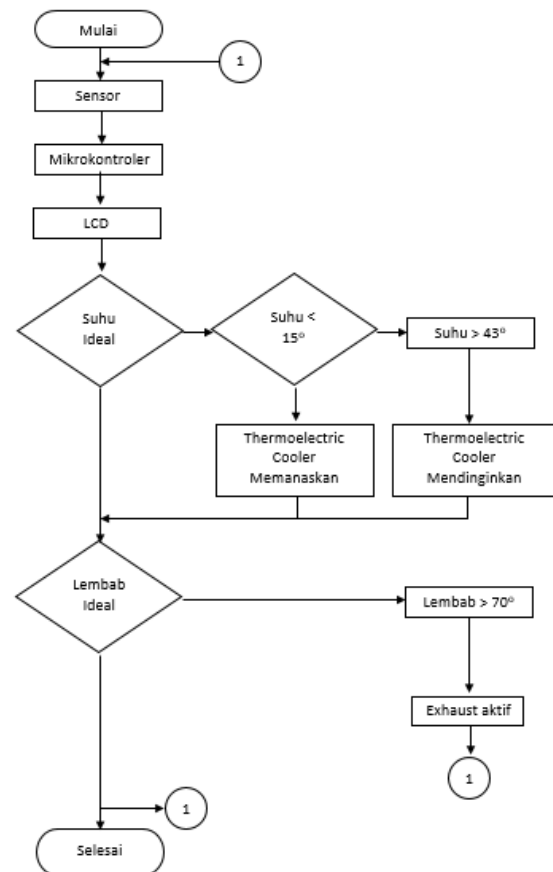
Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 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.

Flowchart Sistem



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 berbasis mikrokontroler ATmega16.

1. Jika suhu ruang silo berada di atas 43° Celcius maka pengatur suhu pada prototipe silo beras Setra Ramos berbasis mikrokontroler ATmega16 akan mendinginkan ruang silo hingga pada rentang suhu 15° – 43° Celcius;
2. Jika suhu ruang silo berada di bawah 15° Celcius maka pengatur suhu pada prototipe silo beras Setra Ramos berbasis mikrokontroler ATmega16 akan berubah fungsi menjadi pemanas dan memanaskan ruang silo hingga pada rentang suhu 15° – 43° Celcius;
3. Jika kelembaban ruang silo berada di atas 70% Rh maka exhaust pada prototipe silo beras Setra Ramos berbasis mikrokontroler ATmega16 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 Setra Ramos berbasis mikrokontroler ATmega16 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 Setra Ramos berbasis mikrokontroler ATmega16 adalah 12 – 15 Vdc.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Takaran Beras

Tabel 2 merupakan tabel pengujian takaran beras. Dalam Tabel 2 diuji sejumlah variabel di antaranya adalah hasil takaran prototipe silo, hasil timbangan, dan selisih antara hasil takaran prototipe silo dengan hasil timbangan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Takaran Beras

Variabel	Unit	Sampel	Hasil Takaran Prototipe Silo	Hasil Timbangan	Selisih
		2	300	300	0
		3	450	450	0
		4	600	600	0
		5	750	750	0
		6	900	900	0

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

Pengujian Suhu

Tabel 3 merupakan tabel pengujian suhu. Dalam Tabel 3 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 3. Hasil Pengujian Suhu

Variabel	Kriteria Pengujian	Sampel	Hasil Ukur Sensor (°Celcius)		Kondisi Pengatur Suhu	Δ_{fi}	Δ_{fe}
			Silo	Luar Silo			
			Suhu	Rentang target suhu dalam ruang silo adalah 15° – 43° Celcius			
		2	30	31	Off	Ideal	-1
		3	29	30	Off	Ideal	-1
		4	28	30	Off	Ideal	-2
		5	28	29	Off	Ideal	-1
		6	28	30	Off	Ideal	-2
		7	28	30	Off	Ideal	-2
		8	28	29	Off	Ideal	-1
		9	29	29	Off	Ideal	0
		10	29	29	Off	Ideal	0

Kesepuluh sampel menunjukkan bahwa suhu silo sudah berada pada suhu ideal. Ini membuktikan prototipe silo beras berbasis mikrokontroler ATmega16 telah dapat mencapai suhu ideal. Dengan demikian berdasarkan uji sepuluh sampel pada waktu yang berbeda tersebut menunjukkan bahwa prototipe silo beras berbasis mikrokontroler ATmega16 dapat mempertahankan suhu ruang penyimpanan dengan rata-rata suhu 28° Celcius.

Pengujian Kelembaban

Tabel 4 merupakan tabel pengujian kelembaban. Dalam Tabel 4 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. Hasil Pengujian Kelembaban

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

Kesepuluh sampel menunjukkan bahwa kelembaban silo mayoritas masih lebih tinggi dari pada kelembaban ideal yang hendak dicapai. Ini

membuktikan prototipe silo beras berbasis mikrokontroler ATmega16 dalam waktu yang berbeda belum dapat menjaga kelembaban ideal. Namun berdasarkan uji sepuluh sampel pada waktu yang berbeda tersebut menunjukkan bahwa prototipe silo beras berbasis mikrokontroler ATmega16 dapat mencapai kelembaban ideal pada waktu-waktu tertentu.

Pengujian Tegangan Listrik

Tabel 5 merupakan tabel pengujian tegangan listrik. Dalam Tabel 5 diuji sejumlah variabel di antaranya adalah tegangan keluaran *power supply* dan regulator serta tegangan *supply* sensor DHT11, sensor HC-SR04, dan Mikrokontroler.

Tabel 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	Tegangan supply masukan komponen	Volt dc	Sensor DHT11	5,63
			Sensor HC-SR04	5,63
			Mikrokontroler	5,63

Berdasarkan tabel 5 dapat dijelaskan bahwa semua variabel yang diujikan telah memenuhi syarat kebutuhan tegangan listrik prototipe silo beras berbasis mikrokontroler ATmega16. Dengan demikian tidak terdapat kekurangan daya yang dikhawatirkan mempengaruhi kinerja sensor, mikrokontroler, dan aktuator.

Pengujian Ketinggian

Tabel 6 merupakan tabel pengujian ketinggian tumpukan beras. Dalam Tabel 6 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 6. 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 ke tumpukan beras yang berada tepat di bawah sensor	1	3	4	-1	0
		2	6	7	-1	3
		3	10	11	-1	15
		4	13	14	-1	24
		5	17	18	-1	36
		6	20	21	-1	45
		7	24	25	-1	58
		8	27	28	-1	67
		9	31	32	-1	79
		10	34	35	-1	88

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.

Pembahasan

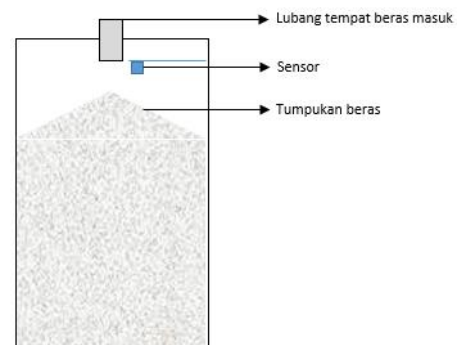
Tabel 3 dan 4 merupakan hasil pengujian utama yang menjadi pokok penelitian, yaitu pengujian terhadap suhu dan kelembaban ruang di dalam prototipe silo beras Setra Ramos berbasis mikrokontroler ATmega16. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa masih ada kondisi yang belum mencapai tujuan penelitian 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 mengkonsisikan 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 Setra Ramos berbasis mikrokontroler ATmega16 ini mampu meminimalkan pengaruh suhu dan kelembaban dari luar.

Tabel 5 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 6.



Gambar 6. Ilustrasi Tumpukan Beras

KESIMPULAN

Hasil pengujian dari penelitian *Prototipe Silo Beras Dengan Tingkat Kelembaban Kurang Dari 70% dan Suhu 15⁰ – 43⁰ 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 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 16⁰ - 43⁰ Celcius.

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