

## SISTEM KENDALI SUHU, KELEMBABAN DAN LEVEL AIR PADA PERTANIAN POLA HIDROPONIK

<sup>[1]</sup>Indra Saputra, <sup>[2]</sup>Dedi Triyanto, <sup>[3]</sup>Ikhwan Ruslianto  
<sup>[1][2][3]</sup>Jurusan Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura  
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak  
Telp./Fax.: (0561) 577963  
e-mail:  
<sup>[1]</sup>indra\_log@yahoo.com, <sup>[2]</sup>dedi.triyanto@siskom.untan.ac.id,  
<sup>[3]</sup>ikhwanruslianto@siskom.untan.ac.id

### Abstrak

*Suhu, kelembaban dan level ketinggian air sangat berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman pada pola cocok tanam sistem hidroponik. Penelitian ini menerapkan sistem kendali untuk mengendalikan suhu, kelembaban dan level air dengan sensor suhu, kelembaban dan ultrasonik. Pengendali yang digunakan adalah mikrokontroler AVR Atmega16. Mikrokontroler berfungsi memproses sinyal masukan dari sensor suhu, kelembaban dan ultrasonik sebagai komponen umpan balik, kemudian menghasilkan keluaran yang ditujukan pada aktuator. Mikrokontroler diterapkan program yang berfungsi sebagai inisialisasi dan konfigurasi perangkat keras serta membaca sinyal masukan dari sensor suhu, kelembaban dan ultrasonik yang kemudian memprosesnya dengan diberikan beberapa kondisi sampai menghasilkan keluaran. Hasil penelitian ini adalah sistem dapat mengendalikan suhu, kelembaban dan level air secara otomatis pada pola cocok tanam sistem hidroponik berdasarkan pengukuran yang di peroleh dari sensor – sensor yang dipasang di dalam model greenhouse. Aktuator akan aktif jika suhu, kelembaban dan level air berada di luar batas yang ditentukan dan sebaliknya aktuator akan mati secara otomatis jika sudah berada di dalam kondisi ideal. Pengujian sistem terhadap tanaman dilakukan selama beberapa hari. Hasil yang didapatkan adalah tanaman dapat tumbuh dengan baik, hal ini dapat dilihat dari keluarnya ruas daun tanaman selama dilakukan pengamatan.*

**Kata kunci:** sistem kendali suhu, kelembaban dan level air, mikrokontroler

### 1. PENDAHULUAN

Sistem hidroponik merupakan pola cocok tanam yang memberdayakan air sebagai dasar pembangunan tubuh tanaman. Air yang dimaksud adalah air yang berisi zat-zat tertentu yang dapat membantu proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Selain air, terdapat beberapa faktor lingkungan antara lain suhu, kelembaban dan jumlah volume air yang dapat mempengaruhi kualitas tanaman.

Cara manual dalam pengendalian suhu, kelembaban dan level air sistem hidroponik sangat rentan terhadap masalah-masalah diantaranya kesalahan manusia (*human error*).

Solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan penerapan *greenhouse*. *Greenhouse* ini dirancang menggunakan prinsip natural ventilasi, yaitu dengan mengatur ukuran dan ventilasi *greenhouse* sehingga dapat dicapai nilai suhu dan

kelembaban yang diinginkan. Namun semua itu masih dilakukan secara manual.

Diansari pada tahun 2008 merealisasikan sistem pengaturan suhu, kelembaban, waktu pemberian nutrisi dan waktu pembuangan air secara otomatis berbasis mikrokontroler. Sistemnya menggunakan sensor suhu (LM35) dan sensor kelembaban (808H5V5). Sensor suhu dan kelembaban sistemnya berjalan otomatis, tetapi pada pemberian nutrisi dan pembuangan air diatur oleh pengatur waktu yang telah ditentukan.[1]

Solusi untuk mengoptimalkan sistem yang telah direalisasikan tersebut, maka dilakukan pengembangan dari sistem tersebut dengan judul “Sistem Kendali Suhu, Kelembaban dan Level Air Untuk Pertanian Pola Hidroponik”. Sistem yang ingin direalisasikan sepenuhnya diatur oleh sensor suhu dan kelembaban serta sensor ultrasonik pada sebuah model *greenhouse* secara otomatis.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Hidroponik

Hidroponik berasal dari kata *hydro* yang berarti air dan *ponos* yang berarti daya, dengan demikian hidroponik dapat diartikan memberdayakan air. Kegunaan air sebagai dasar pembangunan tubuh tanaman dan berperan dalam proses fisiologi tanaman.[2]

Salah satu sistem hidroponik saat ini adalah teknologi hidroponik sistem terapung (THST). Sistem ini menggunakan sterofom sebagai tempat untuk meletakkan tanaman dimana sterofomnya diberi lubang. Tanaman diletakkan pada botol plastik yang sudah dipotong dan di dalamnya diberi *rockwool* serta potongan-potongan sterofom. *Rockwool* digunakan sebagai penopang akar tanaman. Pada bagian mulut botol diberi sumbu agar akar tanaman tergenang pada larutan nutrisi.

Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman hidroponik di dalam *greenhouse* antara lain adalah temperatur dan kelembaban. Hal tersebut harus benar-benar diperhatikan untuk memperoleh hasil yang baik.[3]

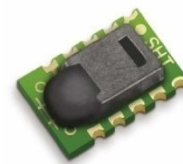
### 2.2 Mikrokontroler AVR Atmega16

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu *chip*. Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa *port* masukan maupun keluaran, dan beberapa *peripheral* seperti pencacah/pewaktu, ADC (*Analog to Digital converter*), DAC (*Digital to Analog converter*) dan serial komunikasi. Mikrokontroler Atmega16 menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (*concurrent*).[4]

### 2.3 Sensor Suhu dan Kelembaban

SHT1x (termasuk SHT10, SHT11 dan SHT15) merupakan keluarga sensirion dari sensor kelembaban relatif dan suhu permukaan. Sensor-sensor ini mengintegrasikan elemen sensor dengan pe-

mrosesan sinyal pada cetakan kaki kecil dan memberikan *output* digital yang sepenuhnya terkalibrasi. Elemen sensor kapasitif yang unik digunakan untuk mengukur kelembaban relatif, sementara temperatur diukur dengan sensor *band-gap*. Teknologi CMOSens® yang diterapkan menjamin reliabilitas yang sangat baik dan stabilitas jangka panjang. Kedua sensor digabungkan dengan analog 14 bit menjadi rangkaian *digital converter* dan *serial interface*. Penggabungan ini menghasilkan kualitas sinyal yang lebih baik, waktu respon yang cepat dan ketidakpekaan terhadap gangguan eksternal.[5]



Gambar 1. Sensor SHT11  
(Sumber : SHT1x Datasheet, 2007)

### 2.4 Sensor Level Air

Sensor ultrasonik adalah alat elektronika yang kemampuannya bisa mengubah dari energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik. Sensor ini terdiri dari rangkaian pemancar gelombang ultrasonik yang dinamakan *transmitter* dan penerima ultrasonik yang disebut *receiver*. Proses pengukuran dengan sensor ultrasonik dilakukan dengan menembakkan sinyal ultrasonik dan menghitung kapan sinyal tersebut diterima kembali oleh sensor.[6]



Gambar 2. Modul Sensor Ultrasonik  
(Sumber : Wicaksono, 2009)

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini mencakup studi pustaka serta riset dan pengembangan, dimana alat yang dibuat mengacu pada referensi yang telah ada dan kemudian dilakukan pengembangan lebih lanjut.

### 3.1 Studi pustaka

Tahap ini dilakukan untuk mencari informasi dengan mengkaji buku-buku yang berkaitan dengan sistem yang akan dirancang. Selain itu, dilakukan juga dengan mengambil referensi dari jurnal ilmiah dan berbagai sumber di internet sebagai acuan untuk melakukan penelitian.

### 3.2 Analisa Kebutuhan

Tahap ini dilakukan agar apa yang akan dibuat atau dirancang sesuai dengan kebutuhan sistem yang berdasarkan data-data pada tahap-tahap perancangan. Analisa kebutuhan meliputi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak.

### 3.3 Perencanaan Penelitian

Tahap perancangan dalam penelitian ini dimulai dengan menentukan sistem kerja alat. Sistem kerja alat ini meliputi keseluruhan cara kerja alat yang dibuat, yaitu menentukan sensitifitas sensor dalam merespon suhu, kelembaban dan ketinggian level air yang diterima, komunikasi perangkat masukan/keluaran dengan mikrokontroler, serta algoritma yang diterapkan pada mikrokontroler.

### 3.4 Integrasi

Tahap ini hasil dari perencanaan dan analisa kebutuhan diproses untuk dijadikan sebuah sistem secara keseluruhan. Tahap ini dilakukan guna merealisasikan alat ini ke dalam bentuk nyata, dengan mengintegrasikan perancangan sistem, perangkat keras dan perangkat lunak. Kemudian alat ini dikembangkan lebih lanjut sampai dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

### 3.5 Pengujian

Tahap ini dilakukan untuk menguji kinerja dari sistem yang meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Setelah diuji dari segi perangkat keras dan perangkat lunak, pada tahap ini juga dilakukan pengujian terhadap kelebihan dan kekurangan keseluruhan sistem, apakah sudah sesuai dengan perancangan awal dan alat dapat bekerja dengan baik.

### 3.6 Penerapan

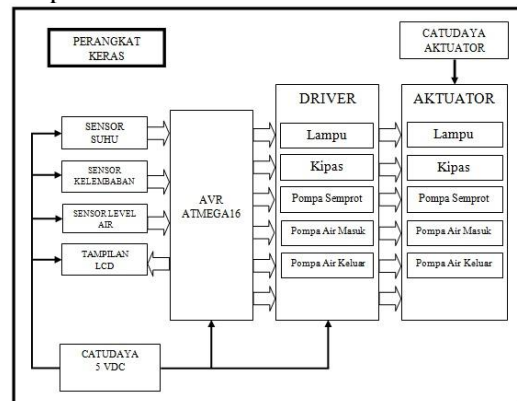
Tahap penerapan merupakan tahap terakhir setelah melakukan serangkaian pengujian terhadap alat. Tahap ini

dilakukan setelah alat yang telah bekerja dengan baik diterapkan pada tanaman yang diinginkan.

## 4. PERANCANGAN SISTEM

### 4.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan dan realisasi perangkat keras sistem kendali suhu, kelembaban dan level air untuk pola cocok tanam hidroponik terdiri dari beberapa subsistem yaitu subsistem sensor yang terdiri dari 2 buah sensor, subsistem pengendali, subsistem *driver*, subsistem aktuator, subsistem catudaya (*power supply*) yang terdiri dari 2 buah catudaya dan subsistem tampilan LCD.



Gambar 3. Blok diagram perangkat keras sistem

#### 1. Sensor SHT11

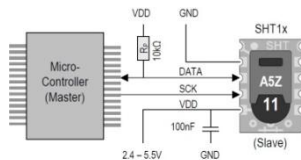
Sistem sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban adalah SHT11 dengan sumber tegangan 5 volt, sistem sensor ini mempunyai 1 jalur data yang digunakan untuk perintah pengalamatan dan pembacaan data. Pengambilan data masing-masing pengukuran dilakukan dengan memberikan perintah pengalamatan oleh mikrokontroler. Komunikasi yang digunakan menggunakan antarmuka *two-wire serial*. Jenis komunikasi ini memerlukan kaki SCK sebagai sumber *clock* dan DATA sebagai jalur mengirim dan menerima data.

Kaki – kaki serial data yang terhubung dari mikrokontroler memberikan perintah pengalamatan pada pin DATA SHT11. Ada 4 pin yang digunakan pada sensor suhu dan kelembaban relatif SHT11, yaitu : VDD, GND, DATA dan SCK. Pin VDD dan pin GND merupakan pin catudaya untuk

SHT11. Catudaya yang dapat digunakan adalah antara 2,4 V sampai 5,5 V. Pin SCK dan pin DATA adalah sebagai antarmuka dengan perangkat lain.

Tabel 1. Pin sensor SHT11

No. Pin	Nama	Perintah
VCC	+5V	Supply untuk tegangan positif
6	SCK	Serial Clock masukkan
7	DATA	Serial Data untuk mengirimkan data
GND	GND	Ground



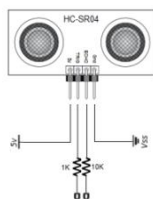
Gambar 4. Rangkaian sensor SHT11

## 2. Sensor HC-SR04

Pengukuran jarak sensor ultrasonik HC-SR04 dimulai pada saat *transmitter* memancarkan gelombang bunyi dengan frekuensi 40 kHz sebanyak 8 *cycle*, kemudian gelombang tersebut mengenai bidang pantul di permukaan air. Gelombang yang terpantul akan diterima oleh *receiver* sensor ultrasonik. Selama *receiver* menerima pantulan gelombang, pin *echo* sensor ultrasonik akan bernilai *high* dan berlogika *low* apabila *receiver* tidak lagi menerima pantulan gelombang. Lamanya logika *high* ini yang kemudian digunakan untuk mendapatkan nilai lebar pulsa. Nilai lebar pulsa kemudian di konversi ke dalam satuan sentimeter dengan cara mengkalibrasi nilai lebar pulsa dengan penggaris. Hasil kalibrasi lebar pulsa dengan penggaris ini kemudian menjadi ukuran level air.

Tabel 2. Pin sensor ultrasonik HC-SR04

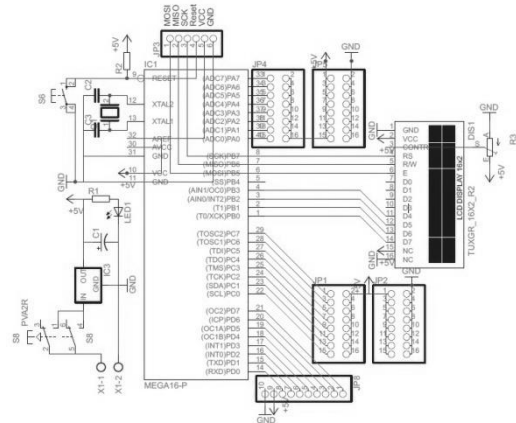
No. Pin	Nama	Perintah
VCC	VCC	Masukkan tegangan catudaya
1	TRIG	Masukkan pemicu sensor
0	ECHO	Gelombang keluaran dari sensor
GND	GND	Ground



Gambar 5. Rangkaian sensor ultrasonik HC-SR04

## 3. Mikrokontroler Atmega16

Mikrokontroler Atmega16 berdaya rendah dan tahan terhadap *noise*. Arsitektur pada mikrokontroler ini merupakan pengembangan dari arsitektur Harvard yang mana memiliki memori dan bus data terpisah dan sudah menerapkan *single level pipelining* dimana proses eksekusi instruksi dapat dijalankan secara bersamaan pada tahap yang berbeda untuk setiap instruksi.



Gambar 6. Skematik sistem minimum mikrokontroler Atmega16

Komunikasi perangkat keras pada penelitian ini menggunakan 3 buah *port* I/O yang telah tersedia pada mikrokontroler yaitu *port* B, *port* C dan *port* D. Masing-masing *port* akan dikonfigurasi sesuai dengan fungsi yang diperlukan.

Realisasi dari skematik sistem minimum AVR Atmega16 yang menggunakan *port* B, *port* C dan *port* D yang mana *port*-*port* ini dihubungkan dengan sub-sub sistem kendali suhu, kelembaban dan level air.

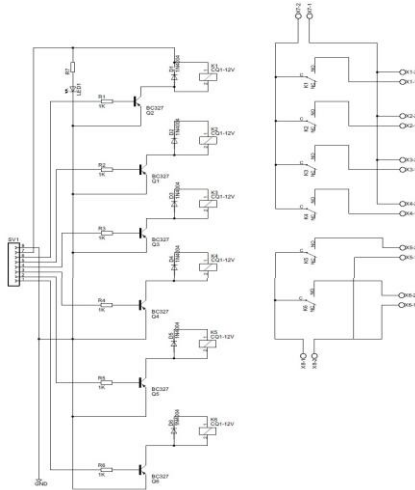


Gambar 7. Realisasi skematik minimum sistem AVR Atmega16



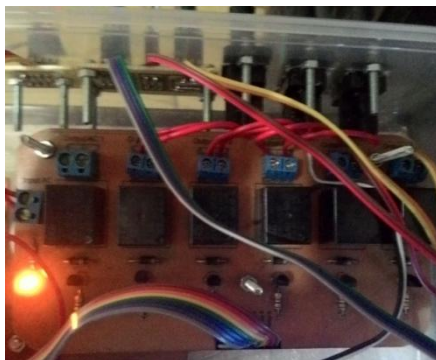
#### 4. Subsistem *driver*

*Driver* digunakan untuk menggerakkan aktuator-aktuator sesuai dengan program yang telah dibuat. *Driver* ini terdiri atas komponen *resistor*, *dioda*, *transistor* dan *relay*.



Gambar 8. Rangkaian *driver* sistem

Gambar berikut merupakan realisasi dari rangkaian *driver* yang di-hubungkan dengan *port D*.



Gambar 9. Realisasi rangkaian *driver*

#### 5. Subsistem aktuator

Aktuator-aktuator yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Pompa air masuk menggunakan *submersible pump* akuarium yang digunakan untuk mengalirkan air ke dalam model *greenhouse* dengan catudaya 220 Vac.
2. Pompa air keluar menggunakan *submersible pump* akuarium yang digunakan untuk mengalirkan air keluar model *greenhouse* dengan catudaya 220 Vac.

3. Pompa semprot menggunakan pompa air pada mobil yang digunakan untuk menyemprotkan air dengan catudaya 12 VDC.

4. Kipas yang biasa digunakan untuk *Personal Computer* (PC) dengan catudaya 12 VDC/0,3 A.

5. Lampu yang berfungsi sebagai pemanas dengan catudaya 220 Vac.

*Input* dari aktuator – aktuator ini masuk ke *output* dari *driver* yang telah dirancang sebelumnya sesuai dengan spesifikasi dari aktuator – aktuator tersebut.



Gambar 10. Realisasi aktuator-aktuator

#### 6. Subsistem catudaya

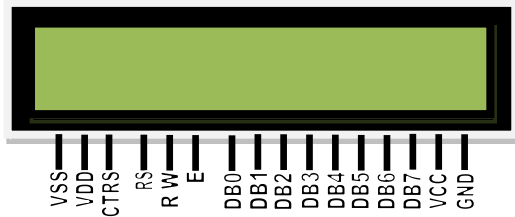
Catudaya yang digunakan pada penelitian ini menggunakan 2 mode, yaitu mode tegangan untuk *input* tegangan listrik PLN di atas 900 Watt dan 450 Watt. Jika daya listriknya 900 Watt, maka tegangan *input* rangkaian catudaya untuk *relay* yang digunakan adalah 9 VAC. jika daya listriknya 450 Watt, maka tegangan *input* rangkaian catudaya untuk *relay* yang digunakan adalah 12 VAC. Untuk tegangan *supply* sistem minimum digunakan tegangan *input* sebesar 7.5 VAC.



Gambar 11. Realisasi catudaya

#### 7. Subsistem tampilan LCD

LCD digunakan untuk menampilkan data yang diberikan oleh mikrokontroler melalui program yang dibuat.



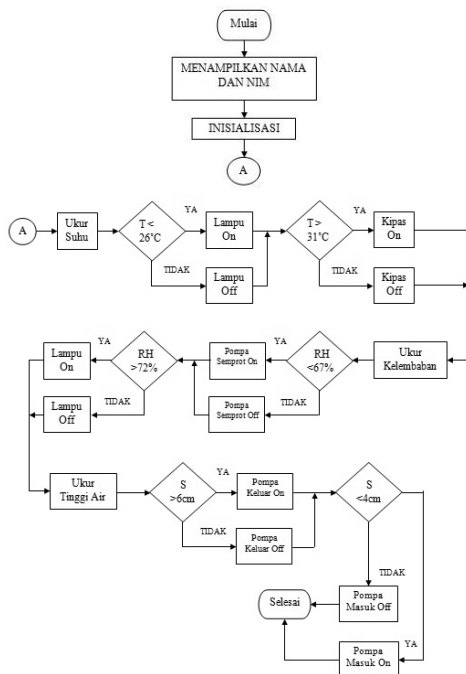
Gambar 12. Konfigurasi pin LCD

#### 4.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak berfungsi untuk mengatur kinerja mikrokontroler Atmega16, dimana mikrokontroler Atmega16 merupakan otak subsistem pengendali. Perangkat lunak direalisasikan me-ngacu pada sistem kerja alat, dimana program ini memungkinkan mikrokontroler untuk melakukan pengendalian seluruh subsistem.

Spesifikasi perangkat lunak yang akan dirancang adalah sebagai berikut :

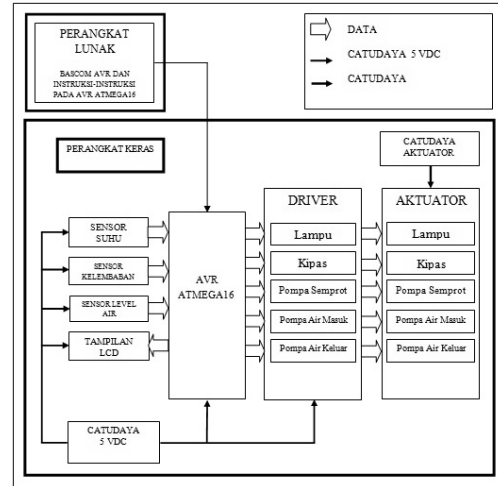
1. Perangkat lunak dibuat dengan bahasa *BASCOM AVR*.
2. Program-program yang dibuat menggunakan instruksi-instruksi mikrokontroler Atmega16.
3. Perangkat lunak yang digunakan untuk menuliskan program adalah *BASCOM AVR*.



Gambar 13. Diagram alir sistem

#### 4.3 Implementasi Sistem

Implementasi dari perangkat lunak dan perangkat keras yang telah dirancang digambarkan dan dijelaskan pada alur diagram sistem.



Gambar 14. Blok diagram sistem

Cara kerja sistem secara umum berdasarkan pada blok diagram sistem adalah sebagai berikut :

1. Seluruh kinerja dari sistem dikendalikan oleh mikrokontroler sesuai dengan perintah yang telah diatur oleh perangkat lunak.
2. Pada saat sistem diaktifkan, maka sistem melakukan inisialisasi terhadap seluruh aktuator, menampilkan nama pembuat sistem beserta nimnya. Setelah itu sistem akan membaca besaran-besaran fisis berupa suhu, kelembaban dan tinggi level air melalui sensor-sensor. Data yang diperoleh akan ditampilkan di layar LCD.
3. Jika data suhu yang diambil  $< 26^{\circ}\text{C}$ , maka sistem akan mengaktifkan lampu sampai suhu di dalam model *greenhouse*  $> 26^{\circ}\text{C}$ . Demikian juga, jika suhu  $> 31^{\circ}\text{C}$ , maka sistem akan menyalakan kipas yang akan mengalirkan udara dari ke luar dan ke dalam model *greenhouse* sampai suhu di dalam model *greenhouse*  $< 31^{\circ}\text{C}$ .
4. Jika data kelembaban yang diambil  $< 67\%$ , maka sistem akan menyalakan pompa semprot yang akan menyemprotkan air ke bawah sampai mencapai kelembaban ideal. Sebaliknya, jika kelembaban  $> 72\%$ ,

maka secara otomatis sistem akan mengaktifkan lampu sampai dicapai nilai kelembaban udara (RH) = 67% ≤ RH ≤ 72%.

5. Jika data sensor ultrasonik yang diambil kurang dari 4 cm, maka sistem akan menyalakan pompa air sampai mencapai ketinggian air yang telah ditentukan, yaitu 4 cm sampai dengan 6 cm. Sebaliknya, jika ketinggian air lebih dari 6 cm, maka sistem akan menyalakan pompa air untuk mengurangi volume air sampai mencapai parameter yang ditentukan.
6. Sistem akan kembali ke langkah 3 secara berulang-ulang.

## 5. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian alat ini meliputi pengujian perangkat keras, perangkat lunak dan pengujian alat secara keseluruhan. Pengujian perangkat keras meliputi pengujian subsistem sensor dan subsistem *driver*. Pengujian perangkat lunak dilakukan terhadap program yang telah dibuat.

### 5.1 Pengujian Perangkat Keras

#### 1. Sensor suhu dan kelembaban

Pengujian kinerja sensor SHT11 dilakukan dengan memaparkan sensor pada keadaan lingkungan yang sebenarnya, kemudian hasil pembacaan sensor SHT11 dibandingkan dengan *thermohygrometer*. *Thermohygrometer* merupakan alat ukur suhu dan kelembaban ruangan yang diproduksi oleh *Dekko* dengan akurasi kelembaban ±6% dan suhu 1°C.

Tabel 3. Hasil Pengukuran *thermohygrometer* dan sensor SHT11

Pengamatan	Thermohygrometer		Sensor SHT11	
	Suhu	Kelembaban	Suhu	Kelembaban
1	28,1°C	74%	28,7°C	80,2%
2	28,0°C	74%	28,9°C	79,6%
3	28,1°C	74%	28,8°C	80,1%
4	28,0°C	74%	28,7°C	80,3%
5	28,0°C	74%	28,7°C	80,2%

Hasil pengamatan pengukuran suhu dan kelembaban antara *thermohygrometer* dengan sensor SHT11, menunjukkan bahwa sensor SHT11 bekerja dengan baik, karena %*error* di bawah 10%.

#### 2. Sensor level air

Pengujian sensor level air dilakukan dengan cara mengkalibrasi jarak baca dalam sentimeter dengan penggaris. Jika hasil baca sensor level air mendekati atau sama dengan hasil pengukuran menggunakan penggaris maka diasumsikan sensor bekerja dengan baik.

Tabel 4. Hasil nilai ukur sensor HC-SR04 dan penggaris

Pengujian	Nilai Ukur Sensor	Nilai Ukur Penggaris
1	4 cm	4 cm
2	6 cm	6 cm
3	2 cm	2 cm
4	7 cm	7 cm
5	10 cm	10 cm

Hasil pengukuran sensor ultrasonik HC-SR04 dengan alat ukur penggaris menunjukkan nilai yang sama, hal ini mengindikasikan bahwa sensor bekerja dengan baik dan akurat.

#### 3. Subsistem *driver*

Pengujian subsistem *driver* dilakukan dengan cara memberikan logika *high* atau *low* dari mikrokontroler ke *driver relay*. Kemudian diuji kondisi dari *relay* dengan mengatur multimeter pada posisi pengecekan kontinuitas. *Relay* aktif dengan meletakkan kaki hitam multimeter pada kaki *common relay* dan kaki merah multimeter diletakkan pada kaki *normaly open relay*. Jika *relay* bekerja dengan baik maka pada saat mendapat logika *high* maka *buzzer* pada multimeter akan aktif.

Tabel 5. Hasil Pengujian subsistem *driver*

Relay	Signal	Buzzer Relay
1	Low	Tidak Aktif
	High	Aktif
2	Low	Tidak Aktif
	High	Aktif
3	Low	Tidak Aktif
	High	Aktif
4	Low	Tidak Aktif
	High	Aktif
5	Low	Tidak Aktif
	High	Aktif

Hasil pengamatan yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa *relay* bekerja sesuai dengan kondisi yang diinginkan.

### 5.2 Pengujian Perangkat Lunak

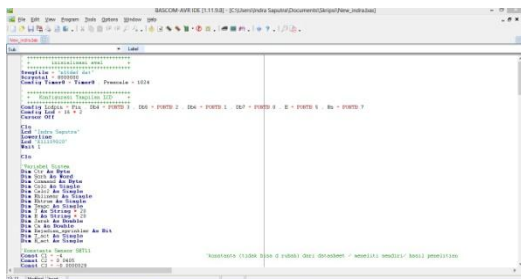
Pengujian program dilakukan dengan cara menanamkan program ke perangkat keras kemudian mengamati perilaku perangkat keras setelah program ditanamkan, hal ini guna mengetahui apakah konfigurasi program terhadap perangkat keras melalui *port-port* mikrokontroler dapat berjalan. Serta untuk memastikan perangkat keras tersebut sudah bekerja sesuai dengan perancangan cara kerja alat dan algoritma pemrograman.

Tahapan yang dilakukan untuk pengujian program adalah sebagai berikut :

1. Mengkompilasi program yang telah dibuat ke dalam *file* berekstensi *.hex* dengan menggunakan BASCOM AVR.
2. Menghubungkan mikrokontroler dengan komputer menggunakan USB ASP *downloader* kemudian mengunduh program yang telah dikompilasi ke mikrokontroler.
3. Menghubungkan sensor, LCD dan *driver* ke mikrokontroler melalui *port* yang telah ditentukan.
4. Setelah semua perangkat terhubung dengan tepat, kemudian dilakukan pengujian terhadap program.

Beberapa hal yang menjadi indikator pada saat pengujian terhadap program apakah berjalan dengan baik atau tidak adalah sebagai berikut :

1. LCD menampilkan nilai resistansi dalam desimal.
2. Batas nilai untuk menyalakan *relay* sudah ditentukan sesuai dengan batas-batas sensor masing-masing.



Gambar 15. Pengujian program

Dari hasil pengujian, program dapat berjalan dengan baik. Konfigurasi perangkat keras pada program sudah tepat, perangkat keras seperti masukkan pada *port C* dan keluaran pada *port B* dan *port D* dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.

### 5.3 Pengujian Seluruh Sistem

Pengujian sistem dilakukan di dalam sebuah model *greenhouse* dengan ukuran 60 cm x 40 cm x 40 cm dan sudah dipasang sensor-sensor serta aktuator-aktuator.



Gambar 16. Model *greenhouse* menggunakan kotak kaca

Pengujian sistem ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat bekerja dengan baik. Data yang dicatat adalah data aktifnya aktuator dari kesembilan kondisi untuk mencapai kondisi suhu ideal hidroponik yaitu 26°C-31°C dan kelembaban 67%-72%.

Tabel 6. Hasil pengujian suhu dan kelembaban sistem

Kondisi		Aktuator		
Suhu (C)	Kelembaban (%)	Pompa Semprot	Kipas	Lampu
< 26	< 67	Aktif	Tidak Aktif	Aktif
< 26	67 – 72	Tidak Aktif	Tidak Aktif	Aktif
< 26	> 72	Tidak Aktif	Tidak Aktif	Aktif
26 – 31	< 67	Aktif	Tidak Aktif	Tidak Aktif
26 – 31	67 – 72	Tidak Aktif	Tidak Aktif	Tidak Aktif
26 – 31	> 72	Tidak Aktif	Tidak Aktif	Aktif
> 31	< 67	Aktif	Aktif	Tidak Aktif
> 31	67 – 72	Tidak Aktif	Aktif	Tidak Aktif
> 31	>72	Tidak Aktif	Aktif	Aktif

Pengujian dilakukan terhadap jarak ketinggian air apakah aktuator-aktuator aktif jika kondisi ketinggian air berada di luar batas-batas yang telah ditentukan.



Tabel 7. Hasil pengujian ketinggian level air sistem

Jarak Ketinggian Air	Aktuator	
	Pompa Air Masuk	Pompa Air Keluar
< 4 cm	Aktif	Tidak Aktif
4 cm – 6 cm	Tidak Aktif	Tidak Aktif
> 6 cm	Tidak Aktif	Aktif

Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem bekerja dimana keluaran dari seluruh kondisi bekerja sesuai dengan kondisi yang diinginkan.

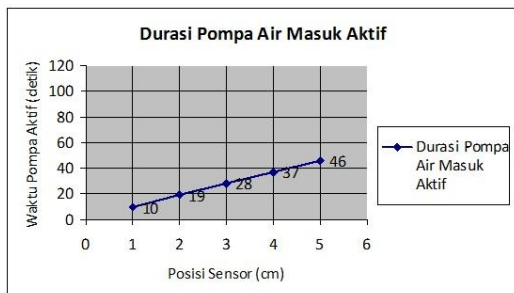
Pengujian sistem terhadap suhu dan kelembaban dilakukan selama 8 jam pengamatan, selama waktu tersebut dihitung jumlah kejadian lampu aktif, jumlah kejadian kipas aktif dan jumlah kejadian pompa semprot aktif.



Gambar 16. Grafik perbandingan jumlah kejadian lampu, kipas dan pompa semprot aktif

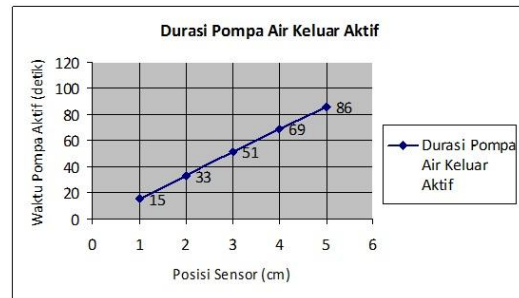
Lampu lebih sering aktif karena kondisi kelembaban di dalam model *greenhouse* lebih dari 72%, kemudian kipas aktif disebabkan suhu naik karena lampu hidup pada saat menurunkan kelembaban. Serta pompa semprot tidak aktif, karena kelembaban selalu di atas 72%.

Percobaan dilakukan dengan cara menaikkan posisi sensor ultrasonik beberapa sentimeter dari posisi awal secara manual.



Gambar 17. Grafik durasi pompa air masuk aktif

Percobaan dilakukan dengan cara menurunkan posisi sensor ultrasonik beberapa sentimeter dari posisi awal secara manual.





Gambar 18. Grafik durasi pompa air keluar aktif

#### 5.4 Pengujian Kondisi Sistem Dengan Tanaman

Pengujian sistem dengan sampel tanaman dilakukan agar diketahui apakah tanaman tumbuh dengan baik dengan sistem yang telah dibuat. Tanaman yang dijadikan sampel dalam pengujian adalah tanaman sayur sawi hijau. Pengujian dilakukan dengan cara mengamati pertumbuhan tanaman selama beberapa hari. Setiap perubahan pertumbuhan tanaman diamati dengan cara mengambil gambar dari tanaman tersebut kemudian dilakukan analisa terhadap hasil dari pengamatan yang telah dilakukan.

Tabel 8. Hasil penelitian sistem dengan tanaman

No.	Gambar Pengamatan	Keterangan Gambar
1		Pengamatan pertama, tanaman mengalami pertumbuhan secara perlahan – lahan.
2		Pada pengamatan yang kedua, tanaman perlahan – lahan mengeluarkan ruas daun.
3		Pada pengamatan yang ketiga, ruas daun mulai tampak, walaupun hanya sedikit perubahannya.

4		Pada pengamatan yang keempat, setelah selama 10 hari tanaman dikontrol oleh sistem yang telah dibuat, tanaman sudah memiliki ruas daun sebanyak 6 ruas.
5		Pada pengamatan yang terakhir, tanaman masih tumbuh dengan baik dan mengeluarkan ruas daun yang baru.

Dari hasil pengamatan diatas dapat disimpulkan bahwa tanaman tumbuh dengan baik di dalam sistem yang telah dibuat. Sistem yang telah dibuat ini menggunakan nutrisi khusus untuk tanaman hidroponik, yaitu pupuk A dan pupuk B yang telah dicampur dengan air masing-masing sebanyak 5 liter.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

1. Alat ini dapat bekerja menyalakan aktuator-aktuator secara otomatis dengan mengukur dan membandingkan suhu, kelembaban dan level ketinggian air. Kemudian terdapat *relay* sebagai aktuator yang berfungsi memutus dan menyambung arus listrik berdasarkan masukan dari sensor suhu dan kelembaban serta sensor level air.
2. Kendalian pada alat ini menggunakan 4 buah kipas, 2 buah pompa air akuarium, 1 pompa semprot dan 1 lampu. Masing-masing aktuator tersebut dapat beroperasi secara terpisah. Setiap aktuator dikendalikan oleh sensor sehingga actuator-aktuator tersebut tidak akan menyala secara bersamaan, hal ini tergantung hasil dari pengukuran suhu, kelembaban dan level ketinggian air oleh masing-masing sensor.

3. Komunikasi antara mikrokontroler dengan komponen lainnya dihubungkan melalui *port-port* yang terdapat pada mikrokontroler. Terdapat 3 buah *port* yang dapat dimanfaatkan untuk menghubungkan perangkat keras I/O dengan mikrokontroler. Untuk konfigurasi fungsi masing-masing *port* dapat dilakukan melalui pemrograman.
4. Pengontrolan suhu, kelembaban dan level air dapat mengoptimalkan tanaman. Hal ini dapat dilihat dari tabel hasil pengamatan terhadap tanaman.

### 6.2 Saran

Pengembangan untuk sistem ini, dapat ditambahkan memori untuk menyimpan hasil bacaan sensor dan status aktif aktuator, data yang disimpan dapat dijadikan acuan pengembangan sistem dengan metode logika *fuzzy*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Diansari, M. (2008). *Pengaturan Suhu, Kelembaban, Waktu Pemberian Nutrisi dan Waktu Pembuangan Air Untuk Pola Cocok Tanam Hidroponik Berbasis Mikrokontroler AVR Atmega 8535*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- [2] Gumnizar, A. (2007). *Rancang Bangun Greenhouse Untuk Tanaman Buah dan Sayur*. Bandung : Swasembada.
- [3] Suhardiyanto, Herry., dkk. 2008. *Aplikasi PCL untuk Mengendalikan Lingkungan Pertumbuhan Tanaman Krisan pada Sistem Ebb and Flow*. Ilmiah Ilmu Komputer.
- [4] Fanst. (2011). *Dasar Teori Mikrokontroler ATMEGA16*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- [5] Sensirion. (2007). *Datasheet SHT1x*. Switzerland.
- [6] Budiharto, W. (2008). *Membuat Sendiri Robot Cerdas*, Jakarta : Elex Media Komputindo.