



TUGAS AKHIR TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
TEMPERATURE NUTRISI PADA *MINIPLANT*
GREENHOUSE HIDROPONIK DENGAN METODE
LOGIC FUZZY BERBASIS ATMEGA 8535**

**ALEN JAYA WICAHYA
NRP 2413.031.017**

**Dosen Pembimbing:
Hendra Cordova, S.T, M.T
NIPN. 19690530 199412 1 001**

**PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
JURUSAN TEKNIK FISIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**



TUGAS AKHIR TF 145565

***TEMPERATURE CONTROL SYSTEM DESIGN
OF MINIPLANT NUTRITION IN HYDROPONIC
GREENHOUSE USING FUZZY LOGIC BASED
ATMEGA 8535***

**ALEN JAYA WICAHYA
NRP 2413.031.017**

**Supervisor:
Hendra Cordova, S.T, M.T
NIPN. 19690530 199412 1 001**

**DIPLOMA OF METROLOGY AND INSTRUMENTATION ENGINEERING
DEPARTMENT OF ENGINEERING PHYSICS
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2016**

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
TEMPERATURE NUTRISI PADA MINIPLANT
GREENHOUSE HIDROPONIK DENGAN METODE
LOGIC FUZZY BERBASIS ATMEGA 8535**

TUGAS AKHIR

Oleh :

ALEN JAYA WICAHYA
NRP. 2413 031 017

Surabaya, 20 Juli 2016
Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing



Hendra Cordova, ST, M.T
NIP. 19690530 199412 1 001

Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI- ITS

Agus Muhammad Hatta, ST, Mst, Ph.D
NIP. 19780902 200312 1 002

Ketua Program Studi
DIII Metrologi dan Instrumentasi

Dr. Ir. Purwadi Agus D, M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001



**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
TEMPERATURE NUTRISI PADA MINIPLANT
GREENHOUSE HIDROPONIK DENGAN METODE
LOGIC FUZZY BERBASIS ATMEGA 8535**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi
Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
ALEN JAYA WICAHYA
NRP. 2413 031 017

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Hendra Cordova, ST, MT. (Pembimbing)
2. Ir. Tutug Dhanardono, MT. (Ketua Tim Penguji)
3. Ir. Harsono Hadi, M.Sc, Ph.D. (Penguji I)
4. Bagus Tris Atmaja, ST, MT. (Penguji II)
4. Fitri Adi Iskandrianto, ST, MT. (Penguji III)

SURABAYA
20 Juli 2016

**“RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
TEMPERATURE NUTRISI PADA MINIPLANT
GREENHOUSE HIDROPONIK DENGAN METODE LOGIC
FUZZY BERBASIS ATMEGA 8535”**

Nama : Alen Jaya Wicahya
NRP : 2413 031 017
Prodi : D3 Metrologi dan Instrumentasi
Jurusan : Teknik Fisika
Dosen Pembimbing : Hendra Cordova ST, MT

Abstrak

Pada sistem pengendalian *temperature* merupakan suatu rancangan sistem yang mampu mengendalikan *temperature* pada *miniplant greenhouse* hidroponik khususnya pada *temperature reservoir* tangki larutan nutrisi. Plan pengendalian *temperature reservoir* ini menggunakan DS18B20 sebagai sensor suhu, *microcontroller* ATmega8535 sebagai *controller*, LCD berfungsi untuk menampilkan data dan aktuator yaitu *fan* dan pendingin berupa peltier. Cara kerja dari plan pengendalian ini yaitu sensor akan mendeteksi perubahan suhu pada tangki larutan nutrisi *temperature reservoir* yang kemudian diolah oleh *microcontroller* sehingga perubahan suhu dapat ditampilkan melalui LCD. *Error* pada tangki larutan nutrisi dilakukan pengendalian untuk nilai *temperature* yang sesuai dengan menggunakan metode *fuzzy*, kemudian ditentukan nilai *set point* atau nilai *zero* yang sesuai yaitu 20-28°C. Pada hasil pengujian dapat terlihat bahwa nilai *temperature* bergantung pada jam pengambilan, pada pukul 00.00 sampai 23.00 nilai tangki *temperature reservoir* setelah dikontrol yaitu antara 26,1°C sampai 27,6°C, untuk perhitungan akurasi sistem, didapatkan bahwa sistem pengendalian *temperature reservoir* pada tangki larutan nutrisi mempunyai akurasi sebesar 99,4%.

Kata Kunci: Pengendalian temperatur, sensor DS18B20, *Fuzzy*, Mikrokontroler ATmega 8535

**“TEMPERATURE CONTROL SYSTEM DESIGN OF
MINIPLANT NUTRITION IN HYDROPONIC
GREENHOUSE USING FUZZY LOGIC BASED ATMEGA
8535”**

Name : Alen Jaya Wicahya
NRP : 2413 031 017
Study of Program : D3 Metrology and Instrumentation
Department : Engineering physics
Supervisor : Hendra Cordova. ST, MT

Abstract

The temperature control system is a system than can control the temperatur in miniplant of greenhouse hydroponic especially in nutrient tank reservoir. The temperature control system used are DS18B20 as a temperature sensor, microcontroller ATmega8535, LCD as displayed of data, and the actuator that uses by cooling fan and peltier. The work principle of the control plant is beginning from temperature sensor. The sensor will detect a temperature change in the nutrient temperature reservoir tank which is then processed by a microcontroller so that changes in temperature can be displayed on the LCD. In nutrient tank should be controlled to the corresponding temperature values using fuzzy method, then it determined the appropriate set point or zero value of temperature is 20 - 28 ° C. In the test results the temperature values depend on the time, at 00.00 till 23.00 the value of temperature after reservoir tank controlled, the temperature is between 26.1 ° C to 27.6 ° C, it was found in the temperature control system at the reservoir nutrient solution tank has an accuracy of 99,4%.

Keywords: *Temperature control, DS18B20 Sensor, Fuzzy, microcontroller ATmega8535*

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Sistematika Laporan	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Hidroponik.....	5
2.2 Sistem <i>Nutrient Film Technique (NFT)</i>	6
2.3 Sistem Pengendalian.....	7
2.4 Logika <i>Fuzzy</i>	10
2.5 Sensor DS18B20	11
2.6 Mikrokontroler Atmega 8535	13
2.7 LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>).....	15
BAB III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT...19	
3.1 Blok Diagram Perancangan Alat.....	19
3.2 Perancangan Sistem Pengendalian <i>Temperature</i> pada Hidroponik.....	20
3.3 Perancangan <i>Local Control Unit (LCU)</i>	22
3.4 Perancangan <i>Hardware</i>	23
3.4.1 Perancangan <i>Power Supply</i>	23
3.4.2 Perancangan Aktuator.....	23

3.4.3 Perancangan Sensor DS18B20	24
3.4.4 Perancangan Modul Relay	25
3.4.5 Perancangan Atmega8535.....	26
3.5 Perancangan Perangkat Lunak <i>Software</i>	26

BAB IV. ANALISA DATA.....29

4.1 Pengujian Alat.....	29
4.2 Pengujian Sistem	29
4.2.1 Pengujian Sensor DS18B20	31
4.2.2 Pengujian Respon Sistem Untuk Mencapai <i>Set point</i>	32
4.2.3 Pengujian Sistem Setelah Dikontrol	33
4.2.4 Perhitungan Akurasi	36
4.3 Analisa Data	37

BAB V. PENUTUP39

5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A DATA DEFUZZYFIKASI

LAMPIRAN B LISTING PROGRAM

LAMPIRAN C DATASHEET DS18B20

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Data pengukuran sistem sebelum dikontrol	30
Tabel 4.2 Data Pengujian sensor DS18B20.....	32
Tabel 4.3 Data pengujian respon mencapai <i>set point</i> tanpa aktuator.....	32
Tabel 4.4 Data pengujian respon mencapai <i>set point</i> dengan aktuator.....	33
Tabel 4.5 Data temperature plant setelah dikontrol	35
Tabel 4.6 Data perhitungan akurasi.....	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Hidroponik <i>Nutrient Film Technique</i>	6
Gambar 2.2 Diagram Blok Aliran Sistem Pengendalian	9
Gambar 2.3 Sensor DS18B20	12
Gambar 2.4 Data konversi bit sensor DS18B20.....	13
Gambar 2.5 Mikrokontroler ATmega 8535.....	14
Gambar 2.6 Pin Mikrokontroler ATmega 8535.....	15
Gambar 2.7 LCD 16x2	16
Gambar 2.8 Desain rangkaian LCD dengan atmega 8535	17
Gambar 3.1 Blok diagram perancangan dan pembuatan alat	19
Gambar 3.2 Desain <i>miniplant greenhouse</i> hidroponik	20
Gambar 3.3 <i>temperature plant</i> pada <i>greenhouse</i> Hidroponik	20
Gambar 3.4 <i>Fan</i> dan Pendingin Peltier.....	21
Gambar 3.5 Diagram blok pengendalian <i>temperature</i>	22
Gambar 3.6 LCU <i>plant</i> pengendalian <i>temperature</i>	22
Gambar 3.7 <i>Power supply</i>	23
Gambar 3.8 Susunan komponen pendingin menggunakan peltier	24
Gambar 3.9 Penempatan sensor DS18B20	24
Gambar 3.10 Rangkain modul relay	25
Gambar 3.11 Skematik integrasi antar komponen dengan Atmega 8535.....	26
Gambar 3.12 Output waktu dari pengendalian temperatur nutrisi	27
Gambar 3.13 Rule base fuzzy	27
Gambar 3.14 Fungsi keanggotaan temperatur.....	27
Gambar 3.15 Listing program.....	28
Gambar 3.16 Display <i>temperature reservoir</i> pada LCD	28
Gambar 4.1 Grafik perubahan temperatur reservoir sebelum dikontrol	31
Gambar 4.2 Grafik pengujian respon suhu tanpa aktuator.....	33

Gambar 4.3 Grafik pengujian respon suhu dengan aktuator.....	34
Gambar 4.4 Data suhu saat dikontrol	36

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini sistem pertanian di Indonesia masih menggunakan sistem pertanian tradisional dan tergantung pada perubahan iklim yang sewaktu-waktu dapat terjadi. Perubahan iklim yang tidak menentu pada akhir-akhir ini menyebabkan prediksi petani menjadi meleset dan banyak yang mengalami kerugian berupa gagal panen. Selain itu lahan pertanian di kota-kota besar pun mulai menyempit. Hal itu tentunya akan merugikan petani dan menurunkan angka produktifitas pertanian di Indonesia sebagai negara agraris. Oleh karena itu dilakukan berbagai macam upaya untuk mengatasi permasalahan di bidang pertanian. Salah satu upaya dalam mengatasi permasalahan dalam pertanian yaitu dengan mengembangkan metode yang terkait dengan pertanian. Perkembangan ini dapat dilihat dengan adanya metode pertanian yang baru, salah satunya yang dikenal sebagai budi daya sistem hidroponik dalam *greenhouse*.

Namun sistem *greenhouse* sendiri juga perlu penyempurnaan agar sistem berjalan dengan optimal. Untuk *Greenhouse* hidroponik mempunyai beberapa variabel yang dapat mempegaruhi daya tumbuh kembang maupun tumbuhan yang sedang dibudidayakan. Beberapa variabel tersebut adalah pH, temperatur dan kelembaban. Ketiga variabel tersebut harus dikontrol dengan baik agar tumbuhan dapat berkembang dan bertumbuh secara optimal.. Sistem konvensional pada *greenhouse* yang masih menggunakan metode manual dinilai terlalu kurang efektif pada pertumbuhan tanaman, Seperti penambahan dan pengurangan pH dengan berkala secara manual, penyiraman dengan *sprayer* secara manual, dan penurunan temperatur reservoir dengan kipas secara manual. Optimalisasi *greenhouse* tentunya juga memerlukan sistem otomatisasi yang erat kaitannya dengan perkembangan teknologi di bidang elektronika yang dapat membantu manusia secara efektif dan efisien. Oleh karena itu,

dalam pembuatan Greenhouse Hidroponik ini dirancang untuk sistem pengontrolan temperatur. Sehingga temperatur ini dijadikan dasar untuk pembuatan judul sistem pengendalian temperatur nutrisi pada plan hidrponik.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan perancangan sistem pengendalian temperatur pada media tanam berbasis mikrokontroler ATmega 8535. Yang menggunakan sensor DS18B20 sebagai *sensing element*. Sensor DS18B20 yang digunakan pada tangki nutrisi yang terletak pada plan hidroponik. Setelah itu sinyal menuju ke kontroler untuk menghasilkan variable manipulasi. Pengendaliannya terletak pada pengaturan *fan* dan pendingin berupa peltier. Pada saat menjalankan alat tersebut, data yang didapat adalah nilai suhu dari nutrisi yang akan mengaktifkan *fan* dan pendingin berupa peltier. Dari output mikrokontroler yang menggunakan metode kontrol *fuzzy*. Dari mikrokontroler tersebut data akan ditampilkan melalui LCD, yang dapat dilihat suhu dari nutrisi.

1.2 Rumusan Permasalahan

Pada pelaksanaan tugas akhir ini permasalahan yang diangkat adalah bagaimana merancang dan mengontrol temperature pada *Greenhouse* hidroponik yang digunakan untuk menyesuaikan temperature yang dibutuhkan tanaman dengan menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535 sebagai kontrolernya.

1.3 Batasan Masalah

Batasan permasalahan agar pembahasan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan. Adapun batasan permasalahan dari sistem yang dirancang ini adalah

1. Fokus tugas akhir ini membahas tentang *control temperature* nutrisi pada *tank reservoir Greenhouse* hidroponik dengan sensor DS18B20 pada setpoint 20 – 28°C.
2. Menggunakan mikrokontroler atmega 8535 sebagai kontroler pada sistem *Greenhouse* hidroponik.
3. Sistem kontrol sistem ini sudah diuji dan cocok pada tanaman sawi dan bayam.

1.4 Tujuan

Tujuan yang dicapai dalam tugas akhir ini adalah merancang dan mengontrol temperature nutrisi pada *Greenhouse* hidroponik yang digunakan untuk menyesuaikan temperature yang dibutuhkan tanaman dengan menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535 sebagai kontrolernya.

1.5 Sistematika Laporan

Dalam penyusunan tugas akhir ini, sistematika laporan disusun secara sistematis dan terbagi dalam beberapa bab, yaitu dengan perincian sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang penjelasan latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, tugas akhir, metodologi penelitian dan sistematika laporan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisikan tentang teori-teori penunjang tugas akhir, antara lain teori tentang sistem hidroponik, logika *fuzzy*, lampu indikator, LCD dan microcontroller Atmega 8535.

BAB III Perancangan dan Pembuatan Alat

Dalam bab ini akan dijelaskan secara detail mengenai langkah-langkah yang harus dilalui untuk mencapai tujuan dan simpulan akhir dari penelitian. Produk akhir dari tahap ini adalah perancangan dan model yang siap untuk dibuat, diuji, dan dianalisa

BAB IV Pengujian Alat dan Analisa Data

Pada bab ini merupakan tindak lanjut dari bab III, dimana pengujian yang telah dilakukan dan akan didapatkan data, baik data berupa grafik maupun tabulasi, kemudian akan dilakukan analisa dan pembahasan.

BAB V**Kesimpulan dan Saran**

Dalam bab ini adalah berisi mengenai kesimpulan pokok dari keseluruhan rangkaian penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat dijadikan rekomendasi sebagai pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

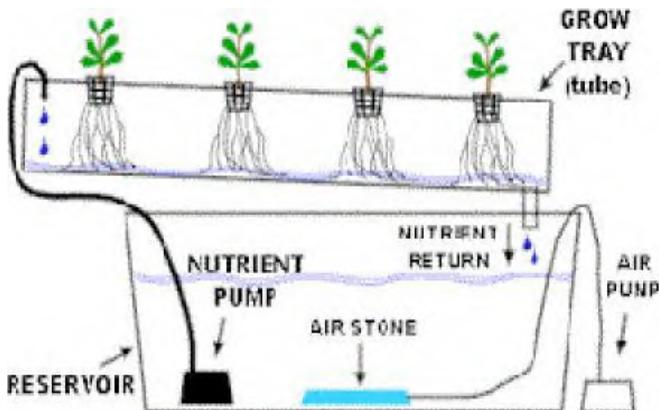
Dalam pengerjaan tugas akhir adapun teori penunjang yang dipakai sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan antara lain : komponen *miniplant* sistem pengendalian *temperature* pada *greenhouseuse* Hidroponik yaitu Hidroponik sistem NFT, *greenhouseuse*, sistem pengendalian, sensor suhu DS18B20, Atmega 8535, metode *fuzzy*, LCD.

2.1 Hidroponik

Hydroponic secara harfiah berarti *Hydro* = air, dan *phonic* = pengerjaan. Sehingga secara umum berarti system budidaya pertanian tanpa menggunakan tanah tetapi menggunakan air yang berisi larutan *nutrient*. Budidaya *hydroponic* biasanya dilaksanakan di dalam rumah kaca (*greenhouseuse*) untuk menjaga supaya pertumbuhan tanaman secara optimal dan benar - benar terlindung dari pengaruh unsur luar seperti hujan, hama penyakit, iklim dan lain-lain. Keunggulan dari beberapa budidaya dengan menggunakan sistem *hydroponic* antara lain: Kepadatan tanaman per satuan luas dapat dapat dilipat gandakan sehingga menghemat penggunaan lahan. Mutu produk seperti bentuk, ukuran, rasa, warna, kebersihan dapat dijamin karena kebutuhan *nutrient* tanaman dipasok secara terkendali di dalam rumah kaca. Tidak tergantung musim/waktu tanam dan panen, sehingga dapat diatur sesuai dengan kebutuhan pasar. Jenis hidroponik dapat dibedakan dari media yang digunakan untuk berdiri tegaknya tanaman. Media tersebut biasanya bebas dari unsur hara (steril), sementara itu pasokan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dialirkan ke dalam media tersebut melalui pipa atau disiramkan secara manual. Media tanam tersebut dapat berupa kerikil, pasir, gabus, arang, zeolite atau tanpa media agregat (hanya air). Yang paling penting dalam menggunakan media tanam tersebut harus bersih dari hama sehingga tidak menumbuhkan jamur atau penyakit lainnya. (Roidah, 2014)

2.2 Sistem *Nutrient Film Technique (NFT)*

NFT merupakan model budidaya dengan meletakkan akar tanaman pada lapisan air yang dangkal. Air tersebut tersirkulasi dan mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Perakaran dapat berkembang didalam larutan nutrisi, karena disekitar perakaran terdapat selapis larutan nutrisi maka sistem dikenal dengan nama NFT. Kelebihan air akan mengurangi jumlah oksigen, oleh sebab itu lapisan nutrisi dalam system NFT dibuat maksimal tinggi larutan 3 mm, sehingga kebutuhan air (nutrisi) dan oksigen dapat terpenuhi. (Roidah, 2014)



Gambar 2.1 Hidroponik *Nutrient Film Technique* ^[1]

Beberapa keuntungan yang diperoleh dari budidaya hidroponik sistem NFT, antara lain:

1. Teknik NFT dapat mempersingkat masa tanam karena tanaman dapat tumbuh lebih cepat dari tanam yang dibudidayakan secara konvensional di tanah, sehingga dapat menambah musim tanam pertahunnya.
2. Pemberian nutrisi lebih mudah dikontrol secara tepat sesuai kebutuhan tanaman.
3. Terhindar dari kekeringan karena nutrisi dan air disirkulasikan secara teratur pada daerah perakaran tanaman.

4. Pengendalian temperature lebih mudah dilakukan dengan cara mengontrol temperature larutan nutrisi pada tingkat yang optimum bagi daerah perakaran tanaman.

2.3 Sistem Pengendalian

Sistem pengendalian adalah susunan komponen-komponen fisik yang dirakit sedemikian rupa sehingga berfungsi untuk mengendalikan sistem itu sendiri atau sistem lain yang berhubungan dengan sebuah proses. Atau dengan pengertian lain sistem pengendalian adalah suatu proses/pengendalian terhadap suatu atau beberapa besaran sehingga berada pada suatu harga atau range tertentu. Hampir semua proses dalam dunia industri membutuhkan peralatan-peralatan otomatis untuk mengendalikan parameter-parameter prosesnya. Otomatisasi tidak saja diperlukan demi kelancaran operasi, keamanan, ekonomi, maupun mutu produk, tetapi lebih merupakan kebutuhan pokok. Kita tidak akan mungkin menjalankan suatu proses industri tanpa sistem pengendalian.

Ada banyak parameter yang harus dikendalikan didalam suatu proses. Di antaranya, yang paling umum, adalah tekanan (*pressure*), aliran (*flow*), suhu (*temperature*), atau ketinggian permukaan zat cair (*level*) dan ada juga beberapa parameter lain diluar keempat parameter diatas bila dibutuhkan dalam suatu pengendalian proses, gabungan serta kerja alat-alat pengendalian otomatis itulah yang dinamakan sistem pengendalian proses (*process control system*). Sedangkan semua peralatannya yang membentuk sistem pengendalian disebut instrumentasi pengendalian proses (*process control instrumentation*). Berikut ini merupakan istilah dan elemen-elemen yang perlu diketahui dalam sistem pengendalian.

- **Process** adalah operasi atau perkembangan alamiah yang berlangsung secara kontinyu yang ditandai oleh suatu deretan perubahan kecil yang berurutan dengan cara yang relative tetap dan menuju kesuatu hasil atau keadaan akhir tertentu.
- **Plant** adalah seperangkat peralatan, mungkin hanya terdiri dari beberapa bagian mesin yang bekerja bersama-sama,

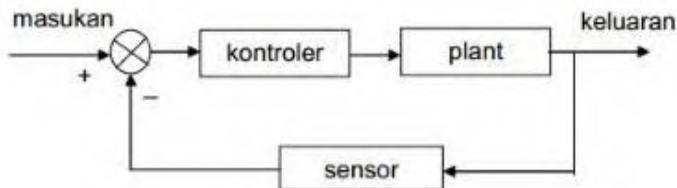
yang dilakukan untuk melakukan suatu operasi tertentu. Atau dengan kata lain *plant* adalah objek yang dikendalikan.

- **System (sistem)** adalah kombinasi dari beberapa komponen yang bekerja bersama sama dan melakukan suatu sasaran tertentu.
- **Controlled Variable** adalah besaran atau variabel yang dikendalikan. Besaran ini pada diagram kotak disebut juga dengan *output* proses atau *process variable*.
- **Manipulated Variable** adalah *input* dari suatu proses yang dapat dimanipulasi atau diubah-ubah besarnya agar *process variable* atau *control variable* besarnya sama dengan *setpoint*.
- **Disturbance** adalah suatu sinyal yang cenderung mempunyai pengaruh yang merugikan pada harga keluaran system.
- **Sensing Element** adalah bagian yang paling ujung suatu sistem pengukuran (*measuring system*), bagian ini juga disebut dengan sensor atau *primary element*.
- **Transducer** adalah unit pengalih sinyal sedangkan **Transmitter** adalah alat yang berfungsi membaca sinyal *sensing element* dan mengubahnya menjadi sinyal yang dapat dimengerti oleh *controller*.
- **Measurement Variable** adalah sinyal yang keluar dari *transmitter*. Besaran ini merupakan cerminan besarnya sinyal sistem pengukuran.
- **Setpoint** adalah besar *process variable* yang dikehendaki. Sebuah *controller* akan selalu berusaha menyamakan *controlled variable* dengan *setpoint*.
- **Error** adalah selisih antara *setpoint* dikurangi dengan *process variable*. *Error* bisa negatif dan bisa juga positif. Bila *setpoint* lebih besar dari *process variable*, maka *error* dikatakan negatif demikian juga sebaliknya.
- **Controller** adalah elemen yang mengerjakan tiga dari empat tahap langkah pengendalian yaitu membandingkan *setpoint* dengan *measurement variable*, menghitung berapa

banyak koreksi yang dilakukan, dan mengeluarkan sinyal koreksi sesuai dengan hasil perhitungan sebelumnya.

- **Feedback (Umpan Balik)** adalah sifat dari suatu sistem untaian tertutup yang memungkinkan keluarannya bisa dibandingkan dengan masukan sistem itu agar tindakan pengendalian yang tepat sebagai fungsi dari keluaran dan masukannya bisa terjadi.
- **Final Control Element** adalah bagian terakhir dari instrumentasi sistem pengendalian. Bagian ini berfungsi untuk mengubah *measurement variable* dengan cara memanipulasi besarnya *manipulated variable*, berdasarkan perintah *controller*.

Dan berikut ini merupakan diagram blok umum sistem pengendalian tertutup.



Gambar 2.2 Diagram Blok Aliran Sistem Pengendalian

Secara garis besar suatu rangkaian pengendalian proses dibagi menjadi empat langkah, yaitu: mengukur – membandingkan – menghitung – mengkoreksi. Langkah pertama yaitu mengukur, merupakan tugas dari sensor. Langkah berikutnya adalah membandingkan apakah hasil pengukuran dari sensor sudah sesuai dengan apa yang dikehendaki. Apabila terjadi ketidaksesuaian antara *setpoint* dengan hasil pengukuran maka akan dilakukan perhitungan untuk menentukan aksi apa yang dilakukan supaya sesuai dengan *setpoint* yang diinginkan. Pada langkah kedua dan ketiga ini adalah tugas dari pengendali. Langkah terakhir adalah melakukan pengkoreksian yang merupakan tugas dari aktuator.

2.4 Logika Fuzzy

logika *fuzzy* adalah: “Sebuah metodologi berhitung dengan variabel kata-kata (*linguistic variable*) sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Kata-kata digunakan dalam *fuzzy logic* memang tidak sepresisi bilangan, namun kata-kata jauh lebih dekat dengan intuisi manusia” Mengenai *logika fuzzy* pada dasarnya tidak semua keputusan dijelaskan dengan 0 atau 1, namun ada kondisi diantara keduanya, daerah diantara keduanya inilah yang disebut dengan *fuzzy* atau tersamar. Secara umum ada beberapa konsep sistem logika *fuzzy* , sebagai berikut dibawah ini:

- a. Himpunan tegas yang merupakan nilai keanggotaan suatu item dalam suatu himpunan tertentu.
- b. Himpunan *fuzzy* yang merupakan suatu himpunana yang digunakan untuk mengatasi kekakuan dari himpunan tegas.
- c. Fungsi keanggotaan yang memiliki interval 0 sampai 1
- d. Variabel *linguistic* yang merupakan suatu variabel yang memiliki nilai berupa kata-kata yang dinyatakan dalam bahasa alamiah dan bukan angka.
- e. Operasi dasar himpunan *fuzzy* merupakan operasi untuk menggabungkan dan atau memodifikasi himpunan *fuzzy*.
- f. Aturan (*rule*) *if-then fuzzy* merupakan suatu pernyataan *if-then*, dimana beberapa kata-kata dalam pernyataan tersebut ditentukan oleh fungsi keanggotaan.

Dalam proses pemanfaatan logika *fuzzy*, ada beberapa hal yang harus diperhatikan salah satunya adalah cara mengolah input menjadi output melalui sistem *inferensi fuzzy*. Metode *inferensi fuzzy* atau cara merumuskan pemetaan dari masukan yang diberikan kepada sebuah keluaran. Proses ini melibatkan fungsi keanggotaan, operasi logika, serta aturan *IF-THEN*. Hasil dari proses ini akan menghasilkan sebuah sistem yang disebut dengan *FIS (Fuzzy Inferensi System)*. Dalam logika *fuzzy* tersedia

beberapa jenis *FIS* diantaranya adalah *Mamdani*, *Sugeno*, dan *Tsukamoto*. (Mahargiyak, 2013)^[2]

Fuzzy metode sugeno merupakan metode inferensi *fuzzy* untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk *IF – THEN*, dimana output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Model Sugeno menggunakan fungsi keanggotaan Singleton yaitu fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai crisp tunggal dan 0 pada nilai crisp yang lain. Untuk Orde 0 dengan rumus:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n) \text{ THEN } z = k,$$

dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke i sebagai antaseden (alasan), \circ adalah operator *fuzzy* (AND atau OR) dan k merupakan konstanta tegas sebagai konsekuen (kesimpulan). Sedangkan rumus Orde 1 adalah:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n)$$

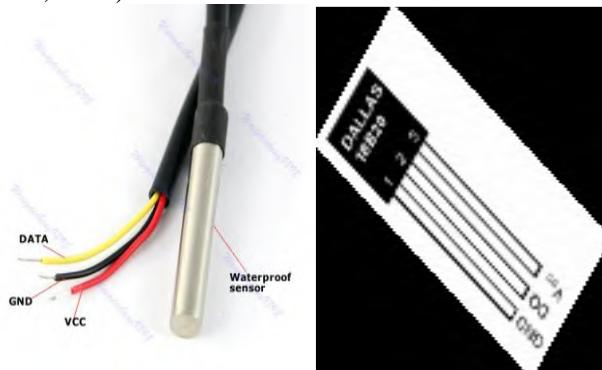
$$\text{THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_n * x_n + q,$$

Dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke i sebagai antaseden, adalah operator *fuzzy* (AND atau OR), p_i adalah konstanta ke i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

2.5 Sensor DS18B20

Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas dingin suatu benda atau lingkungan. Sensor suhu adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor suhu DS18B20 suhu beroperasi dalam kisaran -55°C sampai 125°C , dan memiliki tingkat keakuratan $\pm 0,5^\circ \text{C}$ dalam kisaran -10°C sampai 85°C .

Sensor DS18B20 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian Kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan. menyediakan akses ke 1-byte atas dan bawah dari alarm *register* pemicu (TH dan TL) dan 1-byte *register* konfigurasi. Konfigurasi daftar memungkinkan pengguna untuk mengatur resolusi dari suhu ke digital konversi ke 9, 10, 11, atau 12 bit. TH, TL, dan konfigurasi *register* adalah nonvolatile (EEPROM), sehingga mereka akan menyimpan data saat perangkat dimatikan. (Fanny Astria, 2014)



Gambar 2.3 Sensor DS18b20^[3]

Sensor DS18B20 menggunakan sebuah kabel protokol bus eksklusif maxim yang menerapkan komunikasi bus menggunakan satu sinyal kontrol. Garis kontrol memerlukan resistor pull up lemah karena semua perangkat yang terhubung ke bus melalui 3 bagian atau open-drain port (pin DQ pada sensor DS18B20). Dalam sistem bus ini, mikroprosesor (perangkat master) mengidentifikasi dan mengamati perangkat pada bus menggunakan kode unik 64-bit dari masing-masing perangkat. Karena masing-masing perangkat memiliki kode unik, jumlah perangkat yang dapat diatasi pada satu DS18B20 bus hampir tak terbatas. Sebuah kabel protokol bus, termasuk penjelasan rinci

tentang perintah dan slot waktu, tertutup di bagian kabel sistem bus.

TEMPERATURE	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+125°C	0000 0111 1101 0000	07D0h
+85°C	0000 0101 0101 0000	0550h*
+25.0625°C	0000 0001 1001 0001	0191h
+10.125°C	0000 0000 1010 0010	00A2h
+0.5°C	0000 0000 0000 1000	0008h
0°C	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.5°C	1111 1111 1111 1000	FFF8h
-10.125°C	1111 1111 0101 1110	FF5Eh
-25.0625°C	1111 1110 0110 1111	FF6Fh
-55°C	1111 1100 1001 0000	FC90h

Gambar 2.4 Data konversi bit sensor DS18B20^[4]

Sensor suhu DS18B20 ini merupakan sensor suhu dengan kemampuan tahan air sehingga cocok digunakan untuk mengukur suhu pada air. Karena output data dari sensor DS18B20 merupakan data digital, sehingga tidak perlu khawatir terhadap degradasi data ketika digunakan untuk jarak yang jauh

2.6 Mikrokontroler Atmega 8535

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*) memiliki arsitektur 8bit, dimana semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. Berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock, karena kedua jenis mikrokontroler tersebut memiliki arsitektur yang berbeda. AVR berteknologi RISC (*Reduce instruction Set Computing*), sedangkan seri MCS51 berteknologi CISC (*Complex Instruction Set Computing*), AVR dapat dikelompokkan menjadi empat kelas, yaitu keluarga AT-tiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memory, peripheral dan fungsinya. (Sugiartowo, 2014) Di dalam Mikrokontroler ATmega 8535 sudah terdiri dari :

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D.
2. ADC (Analog Digital Converter) 10 bit sebanyak 8 channel.

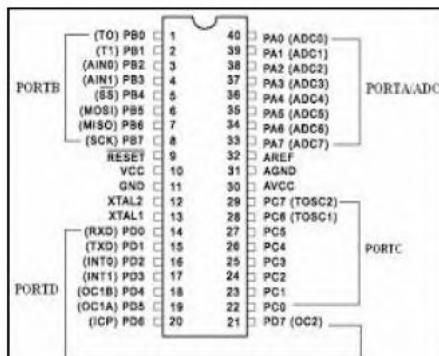
3. Tiga buah timer/ counter dengan kemampuan perbandingan.
4. CPU yang terdiri dari 32 *register*.
5. Watchdog timer dengan osilator internal.
6. SRAM sebesar 512 byte.
7. Memory flash sebesar 8kb dengan kemampuan read while write.
8. Unit interupsi internal dan eksternal.
9. Port antarmuka SPI.
10. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
11. Antarmuka komperator analog.
12. Port USART untuk komunikasi serial.



Gambar 2.5 Mikrokontroler ATMega 8535^[5]

1. Vcc merupakan pin masukan positif catu daya. Setiap peralatan elektronika digital tentunya butuh sumber catu daya yang umumnya sebesar 5V, karena itu biasanya di PCB kit mikrokontroler selalu ada IC regulator 7805.
2. GND sebagai pin ground.
3. Port A (PA0..PA7) merupakan pin I/O dua arah dan dapat di program sebagai pin masukan ADC.
4. Port B (PB0..PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu time/ counter, komperator analog, dan SPI.

5. Port C (PC0..PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komperator analog, dan timer osilator.
6. Port D (PD0..PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komperator analog, interupsi eksternal dan komunikasi serial.
7. *Reset* merupakan pin yang digunakan untuk me-*reset* mikrokontroler.
8. XTAL 1 dan XTAL 2 sebagai pin masukan clock eksternal. Suatu mikrokontroler membutuhkan sumber detak (clock) agar dapat mengeksekusi instruksi yang ada di memori. Semakin tinggi nilai kristalnya, maka semakin cepat mikrokontroler tersebut.
9. AVCC sebagai pin masukan tegangan untuk ADC.
10. AREF sebagai pin masukan tegangan referensi.



Gambar 2.6 Pin Mikrokontroler ATmega 8535^[5]

2.7 LCD (*Liquid Cristal Display*)

LCD adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan data, baik karakter, huruf ataupun grafik. Di pasaran LCD sudah tersedia dalam bentuk modul yaitu tampilan LCD beserta rangkaian pendukungnya termasuk ROM dan lain-lain. LCD mempunyai pin DATA, kontrol catu daya, dan

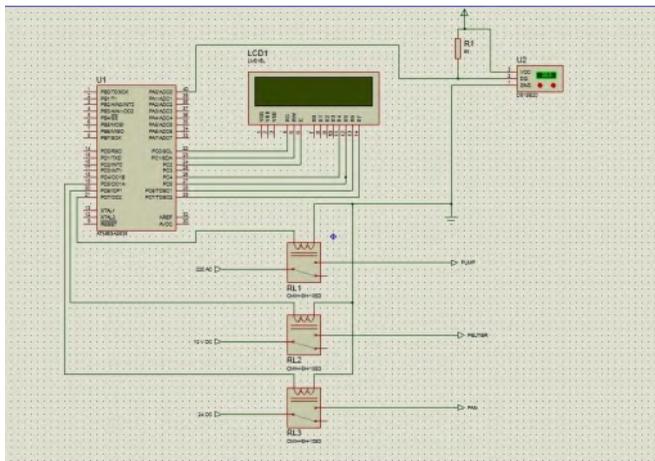
pengatur kontras tampilan. Fungsi dari pin-pin pada konfigurasi dari LCD yaitu:

1. Kaki 1 (GND) : Kaki ini berhubungan dengan tegangan 0 volt (Ground) dari LCD.
2. Kaki 2 (VCC) : Kaki ini berhubungan dengan tegangan +5 volt yang merupakan tegangan untuk sumber daya dari HD44780.
3. Kaki 3 (VEE/VLCD) : Tegangan pengatur kontras LCD, kaki ini terhubung pada V5. kontras mencapai nilai maksimum pada saat kondisi kaki ini pada tegangan 0 volt.
4. Kaki 4 (RS) : *Register Select*, kaki pemilih *register* yang akan diakses. Untuk akses ke *Register Data*, logika dari kaki ini adalah 1 dan untuk akses ke *Register Perintah*, logika dari kaki ini adalah 0.
5. Kaki 5 (R/W) : Logika 1 pada kaki ini menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode pembacaan dan logika 0 menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode penulisan. Untuk aplikasi yang tidak memerlukan pembacaan data pada Modul LCD, kaki ini dapat dihubungkan langsung ke Ground.
6. Kaki 6 (E) : Enable Clock LCD, kaki mengaktifkan clock LCD. Logika 1 pada kaki ini diberikan pada saat penulisan atau pembacaan data.
7. Kaki 7-14 (D0-D7) : Data Bus, kedelapan kaki Modul LCD ini adalah bagian di mana aliran data sebanyak 4 bit ataupun 8 bit mengalir saat proses penulisan maupun pembacaan data.
8. Kaki 15 (Anoda) : Berfungsi untuk tegangan positif data Backlight modul LCD sekitar 4,5 volt.
9. Kaki 16 (Katoda) : Tegangan negatif backlight modul LCD sebesar 0 volt.



Gambar 2.7 LCD 16x2^[6]

LCD telah dilengkapi dengan *microcontroller* HD44780 yang berfungsi sebagai pengendali. LCD ini juga mempunyai CGROM (*Character Generator Read Only Memory*), CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) dan DDRAM (*Display Data Random Access Memory*). (Pratama Johansah Endaryono, 2014)



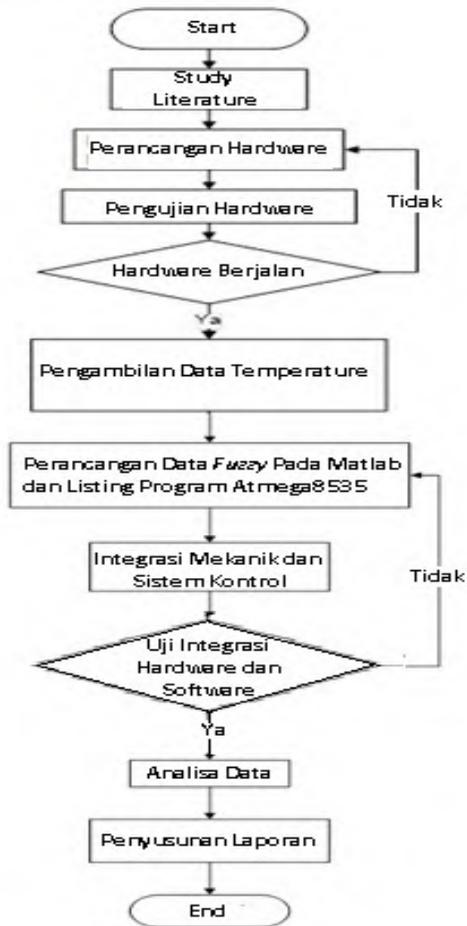
Gambar 2.8 Desain rangkaian LCD dengan atmega 8535

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Blok Diagram Perancangan Alat

Konsep dasar perancangan dan pembuatan sistem pengendalian *temperature* dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut.



Gambar 3.1 Blok diagram perancangan dan pembuatan alat

3.2 Perancangan Sistem Pengendalian *Temperature* pada Hidroponik

Pada perancangan sistem kontrol *plant temperature* pada *greenhouse* hidroponik, mengatur variabel kontrol yaitu *temperature*.

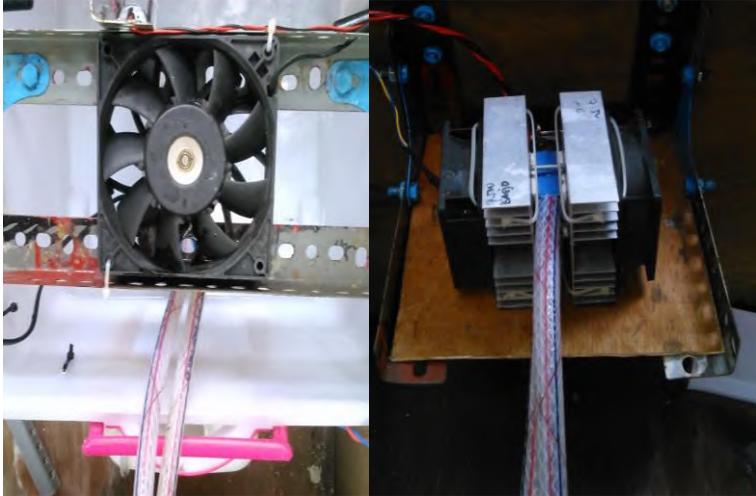


Gambar 3.2 Desain *miniplant greenhouse* hidroponik



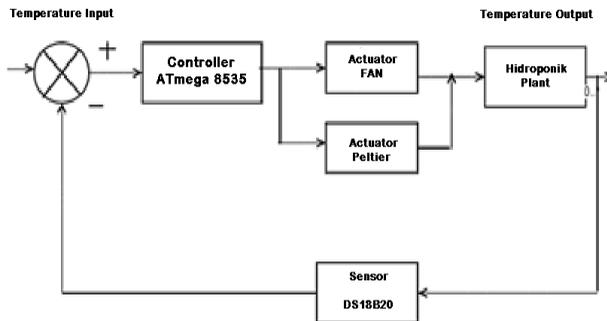
Gambar 3.3 *temperature plant* pada *greenhouse* Hidroponik

rePada *plant greenhouse* hidroponik *temperature* pada *reservoir* akan dideteksi oleh sensor DS18B20. Sensor pada *plant* ini berfungsi untuk menampilkan *temperature* pada tangki *reservoir* serta untuk mengontrol kinerja *fan* dan *peltier*.



Gambar 3.4 *Fan* dan Pendingin *Peltier*

Dari sensor DS18B20 akan mengirimkan sinyal menuju Atmega8535 yang berfungsi sebagai *controller*. Dari Atmega8535 data dari sensor akan diolah. Jika data yang masuk ke Atmega8535 lebih dari *set point* (28°C) maka Atmega8535 akan memerintahkan *fan* atau *peltier* untuk bekerja (on) selama waktu yang ditentukan sesuai metode *fuzzy* yang telah dibuat pada listing program Atmega8535. Rangkaian yang menyambungkan dari *controller* menuju *fan* dan *peltier* yaitu modul *relay* untuk menggerakkan *fan*. dan *peltier*. Selain itu, peningkatan *temperature* yang terjadi pada *reservoir* akan ditampilkan melalui LCD 4 x 20. Sensor DS18B20 diletakan di PIN di Atmega8535, kemudian LCD diletakan di PIN di Atmega8535, serta modul relay yang nantinya akan tersambung ke relay dan akan menggerakkan *fan* dan *peltier* diletakan di PIN. Berikut merupakan diagram blok pengendalian *temperature*.



Gambar 3.5 Diagram blok pengendalian *temperature*

3.3 Perancangan *Local Control Unit (LCU)*

Perancangan LCU ini terdiri dari perancangan *hardware*. Untuk perancangan *hardware* dimulai dari rancangan *plant* pengendalian *temperature*, *power supply*, rancangan sensor pada *plant* pengendalian *temperature*, *minimum system* Atmega8535 sebagai *controller*, rangkaian *modul relay*, dan penampilan data pada LCD. Berikut merupakan gambar LCU pada pengendalian *temperature* pada *plant* hidroponik.



Gambar 3.6 LCU *plant* pengendalian *temperature*

3.4 Perancangan *Hardware*

Dalam pembuatan *plant* pengendalian *temperature* pada tangki perlu adanya perancangan *hardware* meliputi *power supply*, sensor, aktuator, *microcontroller*, rangkaian *driver relay*, dan LCD.

3.4.1 Perancangan *power supply*

Pada *power supply* pada plan pengendalian *temperature* nutrisi pada hidroponik ini menggunakan beberapa *power supply*, seperti *power supply* 24 V 2 A, 5V 2A, dan 12 V 10 A. Masing masing dari supply digunakan untuk menghidupkan beberapa rangkaian, seperti pada aktuator fan menggunakan 24 V 2 A, pada *supply* 5 V 2 A digunakan untuk menyalakan kontroler Atmega 8535, sedangkan *supply* 12 V 10 A digunakan untuk mengaktifkan dua buah *peltier* pendingin yang membutuhkan daya masing masing 12V 6.

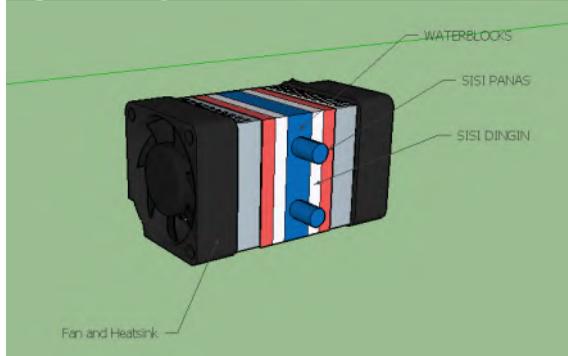


Gambar 3.7 *Power supply*

3.4.2 Perancangan Aktuator

Pada *plant* ini menggunakan dua buah aktuator pendingin yaitu fan dan sistem pendingin *peltier*. Pendingin fan digunakan untuk mendinginkan nutrisi pada *range* suhu 28,1 – 30 °C. Sedangkan pada sistem pendingin *peltier* akan ikut aktif pada suhu 30,1 - 40 °C. Sistem pendingin pada *peltier* membutuhkan

bantuan pompa untuk mendorong air nutrisi masuk kedalam *waterblocks* yang nantinya air nutrisi pada *range* suhu tersebut akan disirkulasi didalam *waterblocks* yang didinginkan oleh *peltier*, sedangkan suhu panas akan diisolasikan ke heatsink.



Gambar 3.8 Susunan komponen pendingin menggunakan *peltier*

3.4.3 Perancangan Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 bekerja dengan cara sensor akan melakukan *sensing* pada saat perubahan *temperatur*. Setiap kenaikan *temperature*, sensor akan mengirimkan bilangan berbentuk bit ke Atmega8535 Untuk memperjelas rangkaian sensor DS18B20 dapat dilihat gambar dibawah ini.



Gambar 3.9 Penempatan sensor DS18B20

Sensor DS18B20 berfungsi sebagai pendeteksi *temperature reservoir* pada tangki *reservoir* sehingga *user* mengetahui peningkatan dan penurunan *temperature* setiap detik atau menit. Selain itu, sensor DS18B20 berfungsi sebagai parameter kerja *fan* dan *peltier*. *Output* dari sensor DS18B20 akan masuk ke *port I wire* yang sudah ditentukan pada Atmega8535 sebagai *input*.

3.4.4 Perancangan Modul Relay

Pada sistem pengendalian *temperature* pada *greenhouse hidroponik* ini membutuhkan rangkaian *modul relay* yang berfungsi untuk menggerakkan atau mengaktifkan relay 24 V, 12V, dan Fasa. *Output* dari Atmega8535 hanya bernilai 0 dan 5 V tidak dapat langsung masuk ke *relay* sehingga membutuhkan rangkaian *driver relay*. Pada rangkaian *driver relay* membutuhkan komponen IC optocoupler, led.

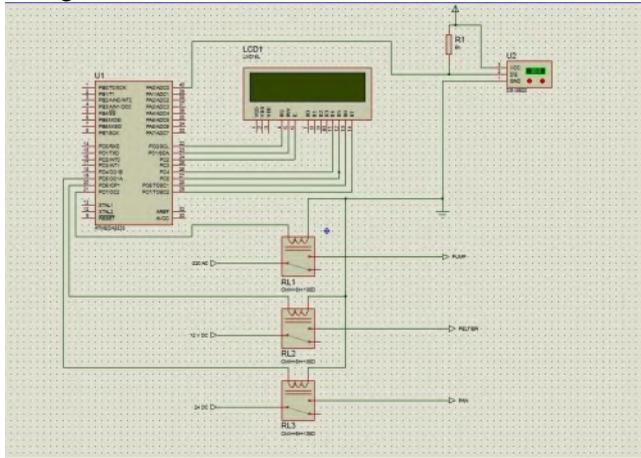
Cara kerja rangkaian *modul relay* ini yaitu rangkaian *modul relay* diberi *input* 5 V dan *output* dari Atmega8535. Jika kontroler memberikan masukan *high* rangkaian *modul relay* maka kaki *input* modul relay akan memberikan tegangan sebesar 5 V yang akan masuk ke IC optocoupler yang nantinya tegangan 5 V akan diteruskan ke kaki relay dan dapat mengaktifkan relay dari NC ke No dan mengaktifkan aktuator



Gambar 3.10 Rangkaian modul relay

3.4.5 Perancangan Atmega8535

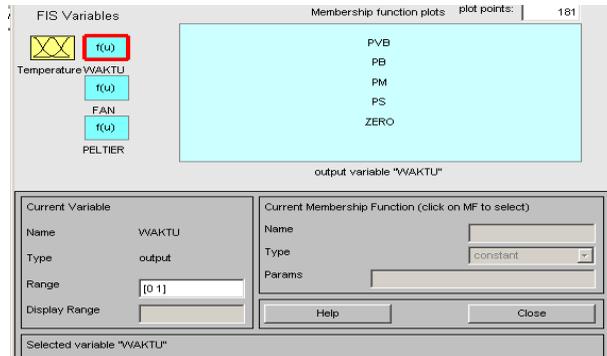
Pada mikrokontroler ini atmega digunakan sebagai pembaca sensor 1 *wire* DS18B20, mengontrol apa yang ditampilkan pada LCD pada *port C*, sedangkan *output* pada *port D* dihubungkan pada *input relay* untuk mengaktifkan *coil* agar dapat mengaktifkan aktuator.



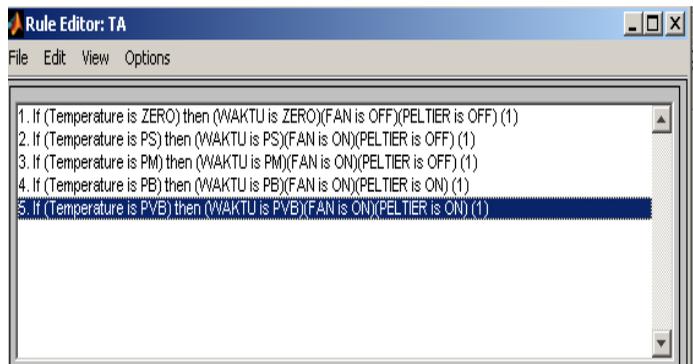
Gambar 3.11 Skematik integrasi antar komponen dengan Atmega8535

3.5 Perancangan Perangkat Lunak *Software*

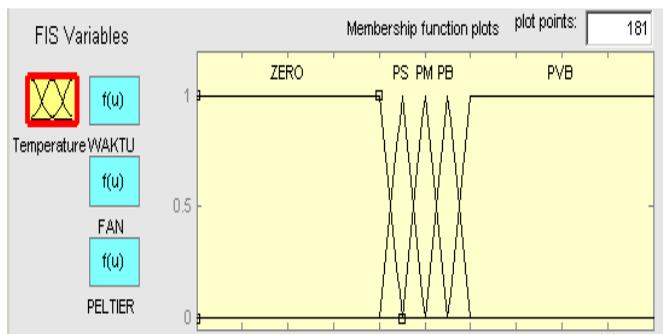
Pada tahap ini melakukan perancangan elemen pengondisian sinyal dan pemrosesan sinyal pada mikrokontroler. Pada sistem monitoring ini pengondisian sinyal dan pemrosesan sinyal dilakukan di dalam perangkat kontrol menggunakan metode *fuzzy* dengan menggunakan mikrokontroler Atmega8535. Pada metode pengendalian *temperature* nutrisi hidroponik menggunakan aktuator *fan* dan sistem pendingin *peltier* yang waktu aktifnya diatur oleh metode *fuzzy*, sedangkan kondisi dimana aktuator aktif juga diatur oleh metode ini. Berikut adalah fungsi keanggotaan dari *fuzzy* yang digunakan pada pengendalian *temperature* ini.



Gambar 3.12 Output waktu dari pengendalian temperatur nutrisi.



Gambar 3.13 Rule base fuzzy



Gambar 3.14 Fungsi keanggotaan temperatur input

Pada fungsi keanggotaan ini membagi beberapa variabel seperti *Zero*, *Positive Small*, *Positive Big*, dan *Positive Medium* dan *Positive Very Big*. yang akan mengaktifkan aktuatur pada selang waktu tertentu pada PS, dan PM hanya *fan* yang akan aktif sedangkan PB dan PVB akan mengaktifkan sistem pendingin *peltier* dan *fan*. Masing masing variabel memiliki waktu aktif yang berbeda sesuai fungsi keanggotaan yang telah dibuat. Fungsi keanggotaan didapat dari percobaan waktu respon suhu nutrisi yang diberikan gangguan saat mencapai set point yang akan dibahas di bab iv.

```

while (1)
{
temp=ds1920_temperature_10(4rom_codes[0][0]);
lcd_clear();
y=((float)temp/02.6);

if (y<=20)
{
error = 0;
}

if (y>28)
{
error = ((float) y-28);
}

if (y>=20 && y<=28)
{
fuzzy=0;
}

if (y>28 && y<=29)
{
fuzzy=error*20;
}
}

```

Gambar 3.15 Listing program

Ketika *listing* program sudah selesai maka dilakukan pengintegrasian antara *hardware* dengan *software*. Untuk melakukan proses *uploading* program yang ada ke mikrokontroler Atmega 8535. Kemudian hasil program dapat dilihat pada LCD pada panel.



Gambar 3.16 Display *temperature reservoir* pada LCD

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

4.1 Pengujian Alat

Pada bab ini menjelaskan tentang pengujian alat pada *miniplant greenhouse* hidroponik. Setelah dilakukan perancangan dan pembuatan sistem pengendalian temperatur pada tangki *reservoir* maka perlu dilakukan pengujian terhadap *hardware* dan *software* yang telah dibuat. Selanjutnya dilakukan analisa secara menyeluruh terhadap hasil pengujian. *Pengujian ini perlu dilakukaperangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software).*

Sistem kerja pada pengendalian temperatur tangki *reservoir* pada *plant miniplant greenhouse* hidroponik bertujuan untuk menjaga temperatur dalam tangki *reservoir* sesuai dengan kondisi zero yaitu pada suhu 20 – 28°C. Pada pengendalian temperatur ini mengggun untuk mengetahui performansi alat secara keseluruhan yaitu pada

nakan sensor DS18B20 (temperatur sensor) untuk mendeteksi suhu nutrisi pada tangki *reservoir miniplant greenhouse* hidroponik. Keluaran DS18B20 berupa output serial dalam bilangan 1 dan 0 yang akan masuk ke *port A one wire* yang akan diolah Atmega 8535 sebagai kontroler dari sistem pengendalian *temperature* nutrisi, hal inilah yang memberikan perintah *on/off* ke actuator pada waktu yang ditentukan. Ketika temperatur dalam *reservoir* melebihi *set point* suhu sekitar 28°C maka kontroler akan mengaktifkan aktuator. Sebaliknya ketika temperatur kurang dari *set point* maka kontroler akan mematikan *fan* dan sistem pendingin peltier.

4.2 Pengujian Sistem

Pada pengujian *temperature* nutrisi pada *reservoir* ini dilakukan dengan 2 tahap yaitu pengujian sistem sebelum dikontrol dan pengujian sistem setelah dikontrol dengan diberikan nilai *set point*. Pengujian sistem menggunakan *set point* yang berbeda-beda untuk mengetahui lama waktu proses untuk

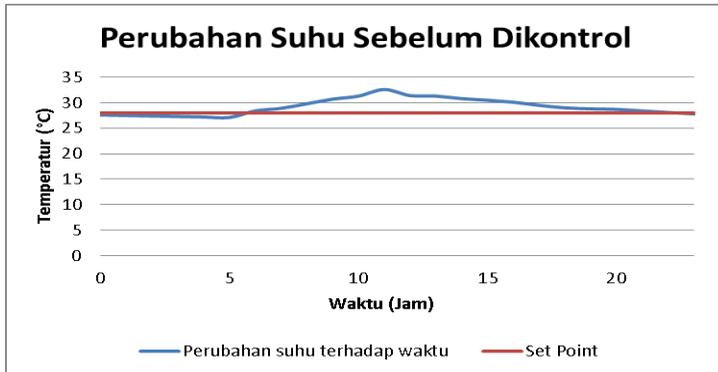
temperatur mencapai *set point* yang ditentukan. Berikut adalah pengujian sistem yang belum di *control* pada *plant miniplant greenhouse* hidroponik dengan pengukuran perubahan suhu yang terjadi pada tangki *reservoir*.

Tabel 4.1 Data pengukuran sistem sebelum dikontrol

No	Temperatur (°C)	Waktu (jam)
1	27,6	00.00
2	27,5	1.00
3	27,4	2.00
4	27,3	3.00
5	27,2	4.00
6	27,1	5.00
7	28,4	6.00
8	28,9	7.00
9	29,8	8.00
10	30,7	9.00
11	31,3	10.00
12	32,6	11.00
13	31,4	12.00
14	31,3	13.00
15	30,8	14.00
16	30,5	15.00
17	30,1	16.00
18	29,5	17.00
19	29,0	18.00
20	28,8	19.00
21	28,7	20.00
22	28,4	21.00
23	28,1	22.00
24	27,8	23.00

Dari tabel di atas telah dilakukan pengujian pada *plant* tangki *reservoir* larutan nutrisi *miniplant greenhouse* hidroponik yang belum dikontrol. Dengan cara mengukur perubahan

temperatur terhadap waktu dengan menggunakan sensor DS18B20 sebagai pendeteksi temperatur dalam tangki *reservoir* dengan waktu tempuh 24 jam (1 hari). Dengan begitu akan mudah mengatur actuator



Gambar 4.1 Grafik perubahan temperatur *reservoir* sebelum dikontrol

4.2.1 Pengujian Sensor DS18B20

Pada pengujian sensor DS18B20 ini dilakukan dengan memberikan gangguan panas pada sensor menggunakan heater dengan memperhatikan suhu dan dibandingkan. Dari data tersebut diperoleh σ sebesar 0,292489. Untuk data perhitungan dapat dilihat pada Lampiran D sedangkan data hasil pengujian sensor DS18B20 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data Pengujian sensor DS18B20

No	Temperatur (°C)	Rata – Rata DS18B20 (°C)	Termometer Standar (°C)
1	50	50,15	50,0
2	45	45,2	45,0
3	40	40,39	40,0
4	35	34,95	35,0
5	30	29,7	30,0

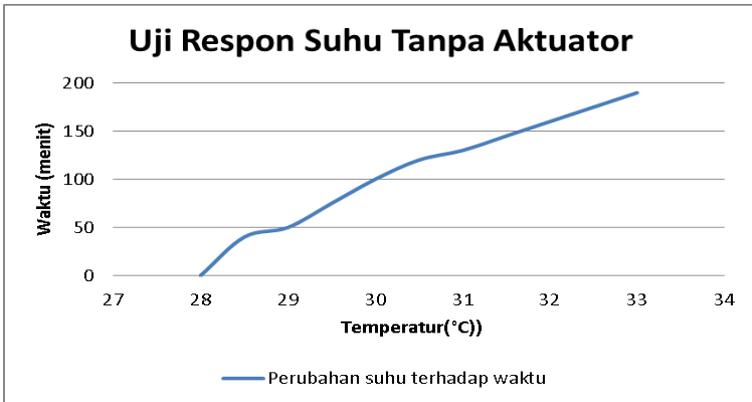
4.2.2 Pengujian Respon Sistem Untuk Mencapai *Set point*

Pada pengujian dibawah ini adalah pengujian temperatur *reservoir* hingga mencapai *set point* 28C dari suhu yang ditentukan. Percobaan ini dilakukan dengan mengamati perubahan temperatur pada *reservoir* tiap 1 detik dari temperatur 40°C hingga menncapai *set point* yaitu 33°C. data hasil pengujian adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Data pengujian respon mencapai *set point* tanpa aktuator

No	Temperatur (°C)	Waktu mencapai 28°C (menit)
1	33	190
2	32,5	175
3	32	160
4	31,5	145
5	31	130
6	30,5	120
7	30	100
8	29,5	75
9	29	50
10	28,5	40

Pada data diatas merupakan data respon sensor DS18B20 untuk mencapai *set point*. Pada pengujian dimulai pada suhu 33°C hingga mencapai *set point* 28°C. Grafik pengujian respon sistem pada *set point* 33°C adalah sebagai berikut :



Gambar 4.2 Grafik pengujian respon suhu tanpa aktuator

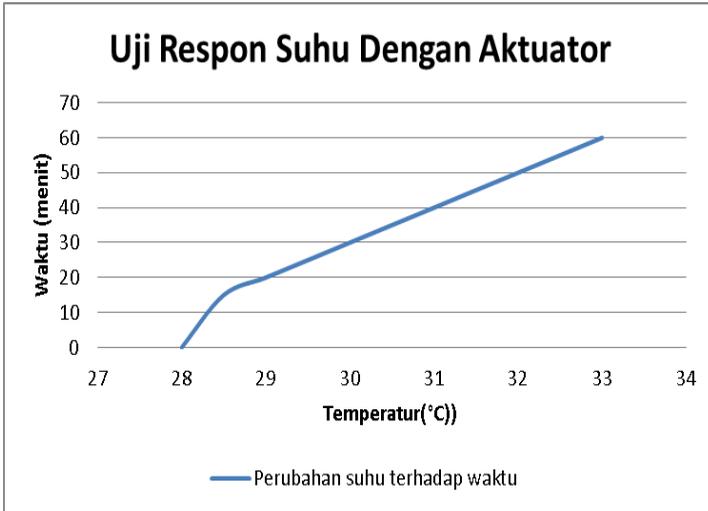
4.2.3 Pengujian Sistem Setelah Dikontrol

Pada pengujian dibawah ini adalah pengujian temperatur *reservoir* yang telah dikontrol menggunakan DS18B20 Percobaan dilakukan dengan mengamati perubahan *temperature* yaitu temperatur yang melebihi *set point* akan diturunkan suhunya menggunakan aktuator, berikut adalah tabel respon kecepatan penurunan suhu menggunakan aktuator.

Tabel 4.4 Data pengujian respon mencapai *set point* dengan aktuator

No	Temperatur(°C)	Waktu mencapai 28°C (menit)
1	33	60
2	32,5	55
3	32	50
4	31,5	45
5	31	40
6	30,5	35
7	30	30
8	29,5	25
9	29	20
10	28,5	15

Pada data diatas merupakan data *temperature reservoir* yang sudah dikontrol, dimana ketika temperatur *reservoir* melebihi *set point* yaitu 28°C. maka kontroler akan mengaktifkan aktuator. Dari data tersebut dapat digunakan sebagai fungsi keanggotaan dari *fuzzy*. Untuk tabel waktu yang dihasilkan dari *defuzzyfikasi* terlampir pada bab lampiran.

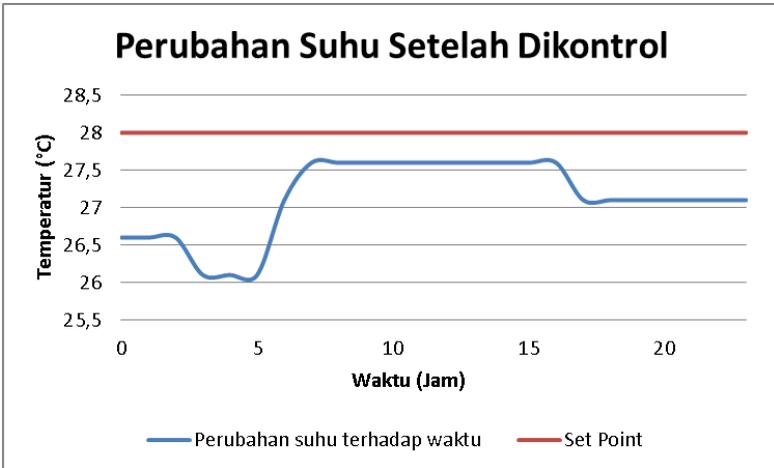


Gambar 4.3 Grafik pengujian respon suhu dengan aktuator

Setelah uji respon, sistem diuji pada pengendalian suhu nutrisi selama 24 jam. Data yang dicatat adalah data perubahan suhu per jam setelah *temperature plant* dikendalikan menggunakan sistem pengendalian *temperature* menggunakan logika *fuzzy*, dengan menggunakan logika *fuzzy* waktu aktif dari aktuator diatur berdasarkan dari fungsi keanggotaan yang telah diinput sebelumnya maka didapat hasil data suhu sebagai berikut:

Tabel 4.5 Data *temperature plant* setelah dikontrol

No	Temperatur (°C)	Waktu (jam)
1	26,6	00.00
2	26,6	1.00
3	26,6	2.00
4	26,1	3.00
5	26,1	4.00
6	26,1	5.00
7	27,1	6.00
8	27,6	7.00
9	27,6	8.00
10	27,6	9.00
11	27,6	10.00
12	27,6	11.00
13	27,6	12.00
14	27,6	13.00
15	27,6	14.00
16	27,6	15.00
17	27,6	16.00
18	27,1	17.00
19	27,1	18.00
20	27,1	19.00
21	27,1	20.00
22	27,1	21.00
23	27,1	22.00
24	27,1	23.00



Gambar 4.4 Perubahan suhu setelah dikontrol

Pada grafik diatas dapat diketahui setelah dikontrol, suhu nutrisi pada *tank reservoir* berada dibawah 28°C, sesuai dengan *set point* atau zero 20 - 28°C.

4.2.4 Perhitungan Akurasi

Akurasi yaitu kedekatan hasil pengukuran alat ukur terhadap harga sebenarnya. Perhitungan akurasi menggunakan rumus sebagai berikut :

$$A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\%$$

dengan :

- A = Akurasi
- Y_n = Nilai Sebenarnya
- X_n = Nilai Pengukuran

Tabel 4.5 Data perhitungan akurasi

No	DS18B20 (°C)	Termometer Standar (°C)	Perhitungan Akurasi (%)
1	50,15	49,9	99,4
2	45,2	45,5	99,3
3	40,39	40,7	99,2
4	34,95	34,9	99,8
5	29,7	29,5	99,3
Rata-rata akurasi relatif			99,4%

4.3 Analisa Data

Pada Rancang Bangun pengendalian temperatur *reservoir* pada *Miniplant greenhouse* hidponik ini pengujian sistem menggunakan *set point zero* pada *fuzzy* yang telah ditentukan sesuai dengan temperatur nutrisi *miniplant greenhouse* yaitu pada temperatur 20-28°C, hal ini agar kondisi temperatur pada *miniplant greenhouse* tetap terjaga agar pertumbuhan tanaman sesuai yang diharapkan.

Pada tahap pengujian *temperatur reservoir* pada tangki larutan nutrisi dilakukan untuk pengambilan data untuk mengetahui temperatur pada *reservoir* sebelum dilakukan pengendalian dengan sensor, dan didapatkan nilai temperatur yang berbeda pada setiap jam serta kondisi cuaca. Pengambilan data sebelum dikontrol dilakukan mulai pukul 00.00 dan selesai pada pukul 23.00. setelah diamati temperatur pada jam 00.00 – 23.00 temperatur *reservoir* antara 27°C sampai 32°C.

Pada pengujian respon sistem dilakukan pengambilan data dari temperatur 33°C hingga mencapai *set point zero* 20-28°C untuk mengetahui respon dari sensor dan kerja aktuator ketika temperatur melebihi *set point* maka kontroler akan mengaktifkan aktuator untuk mendinginkan nutrisi sesuai dengan metode *fuzzy* ketika temperatur 29°C maka waktu *fuzzy* yang digunakan adalah 20 menit, 30°C aktif selama 30 menit, 31°C aktif selama 40 menit, dan 32°C akan aktif selama 50 menit, waktu pada fungsi

keanggotaan *fuzzy* didapat dari data percobaan pendinginan menggunakan aktuator. Selain itu pada *range* suhu 28,1-30°C hanya satu aktuator yang aktif yaitu fan, sedangkan pada range suhu 30,1-32°C akan mengaktifkan dua aktuator yaitu *fan* dan sistem pendingin peltier.

Untuk perhitungan akurasi sistem didapatkan bahwa sistem mempunyai akurasi 99,4 %. Kendala yang didapatkan dalam pengujian data yaitu pengambilan data secara manual dan otomatis yang memiliki beberapa perbedaan dari data dan uji sensor.

LAMPIRAN A
DATA DEFUZZYFIKASI

Tabel A. Data defuzzyfikasi waktu berdasarkan MATLAB

No	Temperatur (°C)	Waktu(Menit)
1	28,1	2
2	28,2	4
3	28,3	6
4	28,4	8
5	28,5	10
6	28,6	12
7	28,7	14
8	28,8	16
9	28,9	18
10	29	20
11	29,1	21
12	29,2	22
13	29,3	23
14	29,4	24
15	29,5	25
16	29,6	26
17	29,7	27
18	29,8	28
19	29,9	29
20	30	30
21	30,1	31
22	30,2	32
23	30,3	33
24	30,4	34
25	30,5	35
26	30,6	36
27	30,7	37
28	30,8	38
29	30,9	39
30	31	40

Tabel A.1 Lanjutan

No	Temperatur (°C)	Waktu (Menit)
31	29,1	41
32	29,2	42
33	29,3	43
34	29,4	44
35	29,5	45
36	29,6	46
37	29,7	47
38	29,8	48
39	29,9	49
40	30	50

Keterangan :

-  = Fungsi Anggota PS
-  = Fungsi Anggota PM
-  = Fungsi Anggota PB
-  = Fungsi Anggota PVB

LAMPIRAN B LISTING PROGRAM

/******
*

This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>

Project :
Version :
Date : 17/06/2016
Author : ALENJW
Company :
Comments:

Chip type : ATmega8535
Program type : Application
AVR Core Clock frequency: 4,000000 MHz
Memory model : Small
External RAM size : 0
Data Stack size : 128

/

```
#include <mega8535.h>
```

```
// 1 Wire Bus interface functions
```

```
#include <1wire.h>
```

```
#include <stdlib.h>
```

```
#include <stdio.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
// DS1820 Temperature Sensor functions
```

```

#include <ds1820.h>

// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>
#define MAX_DEVICES 9
unsigned char rom_codes[MAX_DEVICES][9];
unsigned char devices, x[16],z[16],w[16];
unsigned int a=0;
float y,error,temp,fuzzy;
int b,i;

// Timer 0 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
// Reinitialize Timer 0 value
TCNT0=0xFC;
// Place your code here
a++;
}

// Declare your global variables here
void tunda(unsigned int waktu)
{
TIMSK=0x01; //inisialisasi untuk mengaktifkan interrupt timer0
while (a<waktu){} //pada saat nilai x lebih kecil dari waktu maka
tidak melakukan apa-apa
a=0; //jika nilai x lebih besar dari waktu maka nilai x reset jadi 0
(nol)
TIMSK=0x00; //inisialisasi untuk menon aktifkan interrupt
timer0
}

void main(void)
{
// Declare your local variables here

```

```
// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x00;

// Port C initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;

// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T
State1=T State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0xff;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 3,906 kHz
```

```
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x05;
TCNT0=0xFC;
OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
```

```
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x01;

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=0x00;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC disabled
ADCSRA=0x00;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

// 1 Wire Bus initialization
```

```

// 1 Wire Data port: PORTA
// 1 Wire Data bit: 0
// Note: 1 Wire port settings are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|1 Wire menu.
w1_init();

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD
// menu:
// RS - PORTC Bit 0
// RD - PORTC Bit 1
// EN - PORTC Bit 2
// D4 - PORTC Bit 4
// D5 - PORTC Bit 5
// D6 - PORTC Bit 6
// D7 - PORTC Bit 7
// Characters/line: 16
lcd_init(16);

// Global enable interrupts
#asm("sei")
devices=w1_search(0xf0,rom_codes);
printf("%-u DEVICE(S) DETECTED\n\r",devices);
if (devices==0)
{ while (1);}

while (1)
{
temp=ds1820_temperature_10(&rom_codes[0][0]);
lcd_clear ();
y=((float)temp/82.6);

if (y<=28)
{
error = 0;
}
}

```

```
}

if (y>28)
{
error =((float) y-28);
}

if (y>=20 && y<=28)
{
fuzzy=0;
}

if (y>28 && y<=29)
{
fuzzy=error*20;
PORTD.7 = 0;
PORTD.6 = 0;
PORTD.5 = 1;
}

if (y>29 && y<=30)
{
fuzzy=20+((error-1)*10);
PORTD.7 = 0;
PORTD.6 = 0;
PORTD.5 = 1;
}

if (y>30 && y<=31)
{
fuzzy=30+((error-2)*10);
PORTD.7 = 1;
PORTD.6 = 1;
PORTD.5 = 1;
}
```

```
if (y>31 && y<=32)
{
fuzzy=40+((error-3)*10);
ftoa (fuzzy,1,w);
PORTD.7 = 1;
PORTD.6 = 1;
PORTD.5 = 1;
}
```

```
if (y>32 && y<40)
{
fuzzy=50;
PORTD.7 = 1;
PORTD.6 = 1;
PORTD.5 = 1;
}
```

```
i=fuzzy*60;
b=0;
ftoa (error,1,z);
ftoa (y,1,x);
ftoa (fuzzy,1,w);
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_clear ();
lcd_putsf("SUHU =");
lcd_puts(x);
lcd_putchar (0xdf);
lcd_putsf("C");
lcd_gotoxy (0,1);
lcd_putsf ("E=");
lcd_puts (z);
lcd_putsf (" F=");
lcd_puts (w);
lcd_putsf (" m");
```

```
for (b=0; b<i; b++)  
{  
  tunda(1000);  
}  
  
PORTD.7 = 0;  
PORTD.6 = 0;  
PORTD.5 = 0;  
  
}  
}
```

LAMPIRAN C

DATASHEET DS18B20

PRELIMINARY



DS18B20

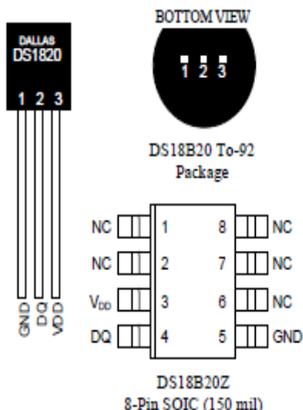
Programmable Resolution 1-Wire® Digital Thermometer

www.dalsemi.com

FEATURES

- Unique 1-Wire interface requires only one port pin for communication
- Multidrop capability simplifies distributed temperature sensing applications
- Requires no external components
- Can be powered from data line. Power supply range is 3.0V to 5.5V
- Zero standby power required
- Measures temperatures from -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$. Fahrenheit equivalent is -67°F to $+257^{\circ}\text{F}$
- $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ accuracy from -10°C to $+85^{\circ}\text{C}$
- Thermometer resolution is programmable from 9 to 12 bits
- Converts 12-bit temperature to digital word in 750 ms (max.)
- User-definable, nonvolatile temperature alarm settings
- Alarm search command identifies and addresses devices whose temperature is outside of programmed limits (temperature alarm condition)
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system

PIN ASSIGNMENT



PIN DESCRIPTION

- GND - Ground
DQ - Data In/Out
V_{DD} - Power Supply Voltage
NC - No Connect

DESCRIPTION

The DS18B20 Digital Thermometer provides 9 to 12-bit (configurable) temperature readings which indicate the temperature of the device.

Information is sent to/from the DS18B20 over a 1-Wire interface, so that only one wire (and ground) needs to be connected from a central microprocessor to a DS18B20. Power for reading, writing, and performing temperature conversions can be derived from the data line itself with no need for an external power source.

Because each DS18B20 contains a unique silicon serial number, multiple DS18B20s can exist on the same 1-Wire bus. This allows for placing temperature sensors in many different places. Applications where this feature is useful include HVAC environmental controls, sensing temperatures inside buildings, equipment or machinery, and process monitoring and control.

DETAILED PIN DESCRIPTION Table 1

PIN 8PIN SOIC	PIN TO92	SYMBOL	DESCRIPTION
5	1	GND	Ground.
4	2	DQ	Data Input/Output pin. For 1-Wire operation: Open drain. (See "Parasite Power" section.)
3	3	V _{DD}	Optional V_{DD} pin. See "Parasite Power" section for details of connection. V _{DD} must be grounded for operation in parasite power mode.

DS18B20Z (8-pin SOIC): All pins not specified in this table are not to be connected.

OVERVIEW

The block diagram of Figure 1 shows the major components of the DS18B20. The DS18B20 has four main data components: 1) 64-bit lasered ROM, 2) temperature sensor, 3) nonvolatile temperature alarm triggers TH and TL, and 4) a configuration register. The device derives its power from the 1-Wire communication line by storing energy on an internal capacitor during periods of time when the signal line is high and continues to operate off this power source during the low times of the 1-Wire line until it returns high to replenish the parasite (capacitor) supply. As an alternative, the DS18B20 may also be powered from an external 3 volt - 5.5 volt supply.

Communication to the DS18B20 is via a 1-Wire port. With the 1-Wire port, the memory and control functions will not be available before the ROM function protocol has been established. The master must first provide one of five ROM function commands: 1) Read ROM, 2) Match ROM, 3) Search ROM, 4) Skip ROM, or 5) Alarm Search. These commands operate on the 64-bit lasered ROM portion of each device and can single out a specific device if many are present on the 1-Wire line as well as indicate to the bus master how many and what types of devices are present. After a ROM function sequence has been successfully executed, the memory and control functions are accessible and the master may then provide any one of the six memory and control function commands.

One control function command instructs the DS18B20 to perform a temperature measurement. The result of this measurement will be placed in the DS18B20's scratch-pad memory, and may be read by issuing a memory function command which reads the contents of the scratchpad memory. The temperature alarm triggers TH and TL consist of 1 byte EEPROM each. If the alarm search command is not applied to the DS18B20, these registers may be used as general purpose user memory. The scratchpad also contains a configuration byte to set the desired resolution of the temperature to digital conversion. Writing TH, TL, and the configuration byte is done using a memory function command. Read access to these registers is through the scratchpad. All data is read and written least significant bit first.

LAMPIRAN D PERHITUNGAN DATA SENSOR DS18B20

Tabel D. Pembacaan Sensor

NO	STD (°C)	Pembacaan Ke- (°C)										AVG (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	50	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	50,15
2	45	45,5	45,5	45,5	45,5	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,2
3	40	40,7	40,7	40,3	40,3	40,4	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,39
4	35	35,4	34,9	34,9	34,9	34,9	34,9	34,9	34,9	34,9	34,9	34,95
5	30	30	30	30	30	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,7

Tabel 4 Perhitungan Ketidakpastian Hasil Pengukuran

T	\bar{x}	y	$y_i - \bar{y}$	$(y_i - \bar{y})^2$
50	50,15	-0,15	0,24	0,0576
45	45,2	-0,2	-0,2	0,04
40	40,39	-0,39	-0,39	0,1521
35	34,95	0,05	0,05	0,0025
30	29,7	0,3	0,3	0,09
AVG = 40	AVG = 40,078	$\Sigma = -0,39$		$\Sigma = 0,3422$

koreksi (y) = pemb. Standar (t) – pemb. Alat (x)

$$\bar{y} = \frac{\Sigma y}{5} = -0,39$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,3422}{5-1}} = 0,292489$$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan tahap perancangan alat yang kemudian dilakukan analisa data, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Telah dirancang alat pengendalian temperature reservoir pada *miniplant greenhouse hidroponik* menggunakan sensor suhu DS18B20, mikrokontroler Atmega 8535 serta *fan* dan sistem pendingin peltier sebagai aktuator
2. Pada uji sensor DS18B20 untuk *temperature* nutrisi *greenhouse* hidroponik diperoleh nilai σ sebesar 0,292489.
3. Pada uji respon waktu atau *settling time* sensor menggunakan temperature 33°C sebagai gangguan dan diturunkan ke nilai *set point* yaitu 20 - 28°C. Hasil yang didapatkan yaitu untuk kembali ke set poin 28°C dengan *fan* membutuhkan waktu sekitar 50 menit.
4. Setelah dilakukan pengontrolan pada *set point* 20 - 28°C yang diambil selama 24 jam maka temperature reservoir larutan nutrisi pada hidroponik tetap terjaga pada batas set poin tersebut. Nilai pembacaan terhadap pengendalian tersebut pada rentang ukur 26,1°C sampai 27,6°C.
5. Untuk perhitungan akurasi sistem didapatkan bahwa sistem pengendalian *temperature miniplant greenhouse* hidroponik mempunyai akurasi 99,4%.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan pada tugas akhir kali ini adalah :

Pada tugas akhir pengendalian *temperature reservoir miniplant Greenhouse* hidroponik, tidak digunakan aktuator yang menaikan suhu dari nutrisi ketika kurang dari 20°C, maka untuk saran, selanjutnya dapat digunakan *heater* sebagai penaik suhu nutrisi jika suhu kurang dari 20°C.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Roidah, I. S. 2014. Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan. *Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo.*
- [2]Mahargiyak, E. 2013. Penerapan Logika Fuzzy Metode Sugeno untuk Sistem Pendukung Keputusan Prakiraan Cuaca.
- [3]Fanny Astria, M. S. 2014. Rancang Bangun Alat Ukur Ph Dan Suhu Berbasis Short Message. *Jurnal MEKTRIK Vol. 1 No. 1.*
- [4]Anonim. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire® Digital Thermometer Datasheet
- [5]Sugiartowo. 2014. Aplikasi Mikrokontroler Atmega 8535 Untuk Menghitung Jumlah Danpanjang Produk Yang Dihasilkan Mesin Rollforming Secara Otomatis (Studi Kasus Di Aulia Engineering). *Seminar Nasional Sains dan Teknologi.*
- [6]Pratama Johansah Endaryono, H. M. 2014. Rancang Bangun Sistem Pembayaran Mandiri Pada Wahana Permainan. *Journal of Control and Network Systems.*

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis Alen Jaya Wicahya dilahirkan di Madiun pada tanggal 19 September 1996. Pada saat ini bertempat tinggal di Jl. Kedondong Blok C9 No.11 perumahan Kompas Indah, Tambun Selatan. Pada tahun 2007, penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN Mekarsari 04. Pada Tahun 2010 menyelesaikan pendidikan tingkat menengah di SMPN 1 Tambun Selatan. Pada tahun

2013 menyelesaikan pendidikan tingkat menengah di SMAN 1 Tambun Selatan. Pada tahun 2016 ini, penulis mampu menyelesaikan pendidikan Diploma di Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi, Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis dapat dihubungi melalui alamat email berikut:

alen.jaya@gmail.com