

**PEMBUATAN SISTEM PENGONTROLAN TEMPERATUR DAN
KELEMBABAN MENGGUNAKAN SENSOR SHT11 PADA
PROTOTIPE RUMAH KACA**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Kepada Tim Penguji Tugas Akhir Jurusan Físika sebagai Salah Satu
Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



**Oleh
RUMAHARMAN
48410-2004**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2011**

PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

PEMBUATAN SISTEM PENGONTROLAN TEMPERATUR DAN KELEMBABAN MENGGUNAKAN SENSOR SHT11 PADA PROTOTIPE RUMAH KACA

Nama : Rumaharman
NIM : 48410
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 25 April 2012

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Drs. Hufri, M.Si
NIP 19660413 199303 1 003

Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si
NIP 19730702 200312 1 002

PENGESAHAN

**Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika
Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang**

**Judul : Pembuatan Sistem Pengontrolan Temperatur Dan
Kelembaban Menggunakan Sensor SHT11 Pada
Prototipe Rumah Kaca**

Nama : Rumaharman

NIM : 48410

Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 25 April 2012

Tim Penguji

Nama

Tanda Tangan

Ketua : Drs. Hufri, M.Si

Sekretaris : Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si

Anggota : Drs. H. Asrizal, M.Si

Anggota : Pakhrur Razi, S.Pd, M.Si

Anggota : Dra. Hidayati, M.Si

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"...Katakanlah: "adaKah sama orang-orang yang mengetahui dengan orang-orang yang tidak mengetahui?" SeSungguhnya orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran."

(Q.S. Az zumAr :9)

"Sungguh bersama kesukaran pasti ada kemudahan dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan. Karena itu bila selesai suatu tugas mulailah dengan yang lain dengan sungguh-sungguh. " (Q.S Al Ashr : 5-7)

Alhamdulillahirabbil'alamin.....

Subhanallah... Akhirnya aku dapat menyelesaikan karya ini, berkat rahman dan rahimMu ya Allah SWT. Ampuni dan maafkan kesalahan dan dosa- dosa hambamu ini yang zalim lagi bodoh. Salam dan Shalawat kuucapkan untuk pemimpin terbaik yang pernah ada Nabi dan Rasulku Muhammad SAW.

*Kupersembahkan karya ini untuk keluargaku yang selalu memberi dukungan moral, spiritual, dan financial. Buat **Papaku** dah **Mamaku** yang tidak pernah menyerah terhadap hidup ini, agar dapat melihat Aan menjadi sarjana, kata – kata tidak akan mampu untuk membalas kebaikan dan kasih sayang papa dan mama. Untuk my sister **Rani** " Kalau kuliah juga, yang cepat tamatnya ya!....". Tidak lupa pula Ar ucapkan terimakasih untuk **ibuk** dan **pak etek***

Buat bapak **Hufri** dan **Pak Yul**, Ruma ucapkan terimakasih tanpa bantuan dari bapak karya ini tidak akan pernah selesai, dan untuk **dosen penguji** yang memberikan kritik dan saran agar karya ini semakin baik lagi. Serta **dosen – dosen luar biasa dari fisika** yang telah memberikan ilmu dan motivasi, yang amat bermanfaat bagi masa depan Ruma. Serta Untuk pak **Dedet Chandra SSi, Msi** terima kasih atas bantauan dan tempat tinggalnya.

Teman - teman fisika Nan Keren 2004, walau hanya satu setengah semester kebersamaan kita, namun kenangan ini telah menjadi bahagian hidup Ruma ,” **Fuad** yang capek komprenyo!”. Untuk **adik - adik di fisika**, abang ucapkan terimakasih atas bantuan dan kerjasamanya selama kuliah di fisika ini. Tidak lupa pula untuk **geng Sulo** ; Akbar (Capek lah abar, lamo lai ko jadi sarjana?) , Bayu (Yahuu...), Feri (Jan Banyak bana mamahnyo fer), Febi (Lah oke sensor tu mah feb), Apis (Paman kwe, aku telah menjadi sarjana), Uul (capek lah ul, jan lamo bana terancam di accnyo!), Yosep (Marah kwe uang sep...), serta Diki (Bilo wak main bola lai?). Mohon maaf jika ada yang tidak tersebutkan namanya karena waktunya tinggal sedikit untuk mengetik halaman ini, Kebersamaan kita hendaknya selalu terjaga....

The last and the special buat **SMQ** ku, Sulit untuk menggambarkan kesabaran dan ketulusan adek menggunakan rangkaian kata- kata, Kata saja tidak pernah cukup untuk menyatakan besarnya pengorbanan dan pengertian adek. Adek adalah salah satu dari sedikit perempuan luar biasa yang pernah bang temui dalam hidup ini. Sekarang bang uda selesai kuliahnya dek....Semoga Allah SWT merestui kita, karena hanya dialah yang tau bagaimana kita berdua...

WASSALAM...

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 25 April 2012

Yang menyatakan,

Rumaharman

ABSTRAK

RUMAHARMAN : Pembuatan Sistem Pengontrolan Temperatur Dan Kelembaban Menggunakan Sensor SHT11 Pada Prototipe Rumah Kaca

Penggunaan rumah kaca dalam budidaya tanaman merupakan salah satu cara untuk memberikan lingkungan yang lebih mendekati kondisi optimum bagi penanaman tanaman. Pada rumah kaca, parameter lingkungan yang berpengaruh terhadap tanaman seperti temperatur dan kelembaban dapat dikendalikan dengan lebih mudah. Sekarang ini rumah kaca banyak dimanfaatkan untuk mengontrol kedua besaran fisika tersebut. Pengontrolan temperatur dan kelembaban secara manual mengharuskan operator terus menerus mengamati keadaan rumah kaca, Untuk itu perlu dikembangkan sistem pengontrolan temperatur dan kelembaban secara otomatis, sehingga diharapkan temperatur dan kelembaban rumah kaca dapat selalu terjaga. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu sistem pengontrolan temperatur dan kelembaban menggunakan sensor SHT11 pada rumah kaca. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium, Teknik pengukuran dan pengumpulan data dilakukan secara langsung dan tidak langsung.

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan, yaitu untuk pengontrolan temperatur adalah 98.5%, dengan kesalahan rata-rata adalah 1.5%. Sedangkan untuk pengontrolan kelembaban adalah 99.5 % dengan kesalahan rata-rata adalah 0.5%. Ketelitian pada sistem pengontrolan rumah kaca dengan sensor SHT 11 yaitu, untuk 10 kali pengontrolan temperatur adalah 0.988, dengan kesalahan relatif adalah 0.008. Sedangkan untuk pengontrolan 10 kali kelembaban adalah 0.997 dengan kesalahan relatif adalah 0.002.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah yang maha kuasa, karena dengan berkat dan rahmatNya peneliti telah dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk memberikan gambaran tentang Pembuatan Sistem Pengontrolan Temperatur Dan Kelembaban Menggunakan Sensor SHT11 Pada Prototipe Rumah Kaca.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini peneliti banyak menerima bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Hufri, M.Si sebagai Pembimbing I dan Pembimbing Akademik. Bapak Dr. Yulkifli, M.Si sebagai Pembimbing II atas segala bantuannya yang tulus ikhlas memberikan bimbingan, arahan, saran dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Drs. H. Syufrawardi, Drs. H. Asrizal, M.Si, Pakhrur Razi, S.Pd, M.Si sebagai dosen penguji pada tugas akhir.
3. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika FMIPA UNP..
4. Staf administrasi dan Laboran di Laboratorium Fisika FMIPA UNP.
5. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam laporan penelitian masih terdapat beberapa kelemahan atau kekurangan. Adanya saran dan kritikan dari pembaca akan lebih menyempurnakan laporan ini dimasa yang akan datang. Mudah-mudahan hasil laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat kepada seluruh pembaca.

Padang, April 2012

Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masalah.....	3
C. Pembatasan Masalah.....	4
D. Pertanyaan Penelitian.....	4
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	6
A. Pengertian Prototipe.....	6
B. Tinjauan Rumah Kaca.....	6
C. Temperatur Dan Kelembaban.....	7
D. Tanaman Stroberi.....	8
E. Rangkaian Elektronika Pada Sistem.....	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20

A. Tempat Dan Waktu Penelitian.....	20
B. Jenis Penelitian.....	20
C. Peralatan Komponen dan Bahan.....	21
D. Desain Penelitian.....	22
BAB IV HASIL PENELITIAN.....	32
A. Analisa Data.....	32
B. Pembahasan.....	66
BAB V PENUTUP.....	69
A. Kesimpulan.....	69
B. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. SHT1x/7x	9
2. Grafik Akurasi Temperatur dan Kelembaban	11
3. Rangkaian Catu Daya Teregulasi	12
4. Pin-Out Mikrokontroler AT89S52	14
5. Bentuk LCD	17
6. Blok diagram sistem pengontrolan	22
7. Flowchart Program Sistem Pengontrolan Temperatur Dan Kelembaban	24
8. Rancangan Mekanik	26
9. Foto Rangkaian	33
10. Foto Desain	34
11. Foto Prototipe Rumah Kaca	35
12. Foto Kipas Angin dan Lampu	35
13. Foto Motor Stepper dan Pompa Air	36
14. Foto <i>Sprayer</i>	37

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Fungsi Pin-Pin Port 3	15
2. Fungsi Pin Pada LCD	18
3. Data Statistik Pengukuran Temperatur Sistem Pengontrolan Rumah Kaca	38
4. Data Statistik Pengukuran Kelembaban Sistem Pengontrolan Rumah Kaca	39
5. Data Statistik Ketelitian Pengukuran Temperatur Sistem Pengontrolan Rumah Kaca	40
6. Data Statistik Ketelitian Pengukuran Kelembaban Sistem Pengontrolan Rumah Kaca	41
7. Data Statistik Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Pada Hari yang Pertama	42
8. Data Statistik Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Pada Hari yang Kedua	43
9. Data Statistik Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Pada Hari yang Ketiga	44
10. Data Statistik Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Pada Hari yang Keempat	45
11. Data Statistik Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Pada Hari yang Kelima	46
12. Data Statistik Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Pada Hari yang Keenam	47
13. Data Statistik Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Pada Hari Ketujuh	48

Tabel	Halaman
14. Data Statistik Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca Pada Hari Pertama	49
15. Data Statistik Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca Pada Hari yang Kedua	50
16. Data Statistik Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca Pada Hari yang Ketiga	50
17. Data Statistik Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca Pada Hari yang Keempat	51
18. Data Statistik Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca Pada Hari yang Kelima	52
19. Data Statistik Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca Pada Hari yang Keenam	53
20. Data Statistik Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca Pada Hari yang Ketujuh	54
21. Data Statistik Ketelitian Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Pada Hari Pertama	55
22. Data Statistik Ketelitian Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Pada Hari Kedua	56
23. Data Statistik Ketelitian Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Pada Hari Ketiga	57
24. Data Statistik Ketelitian Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Pada Hari Keempat	58

Tabel	Halaman
25. Data Statistik Ketelitian Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Pada Hari Kelima.	58
26. Data Statistik Ketelitian Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Pada Hari Keenam.	59
27. Data Statistik Ketelitian Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Pada Hari Ketujuh.	60
28. Data Statistik Ketelitian Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca Pada Hari Pertama.	61
29. Data Statistik Ketelitian Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca Pada Hari Kedua.	61
30. Data Statistik Ketelitian Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca Pada Hari Ketiga.	62
31. Data Statistik Ketelitian Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca Pada Hari Ketiga.	63
32. Data Statistik Ketelitian Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca Pada Hari Keempat.	64
33. Data Statistik Ketelitian Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca Pada Hari Kelima.	64
34. Data Statistik Ketelitian Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca Pada Hari Keenam.	65
35. Data Statistik Ketelitian Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca Pada Hari Keenam.	66

Tabel	Halaman
36. Data Variasi Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca	74
37. Data Variasi Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca	74
38. Data Variasi Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Hari Pertama	75
39. Data Variasi Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Hari Kedua	75
40. Data Variasi Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Hari Ketiga	75
41. Data Variasi Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Hari Keempat	76
42. Data Variasi Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Hari Kelima	76
43. Data Variasi Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Hari Keenam	76
44. Data Variasi Pengontrolan Temperatur Prototipe Rumah Kaca Hari Ketujuh	76
45. Data Variasi Pengontrolan Kelembaban Prototipe Pada Hari Pertama	77
46. Data Variasi Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca Hari Kedua	77

Tabel	Halaman
47. Data Variasi Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca Hari Ketiga	77
48. Data Variasi Pengontrolan Kelembaban Prototipe Hari Keempat	78
49. Data Variasi Pengontrolan Kelembaban Prototipe Rumah Kaca Hari Kelima	78
50. Data Variasi Pengontrolan Kelembaban Prototipe Hari Keenam	78
51. Data Variasi Pengontrolan Kelembaban Prototipe Hari Ketujuh	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Pengujian Rangkaian	53
2. Data Variasi Pengontrolan Temperatur Dan kelembaban Pada Prototipe Rumah Kaca	48
3. Data Variasi Pengontrolan Temperatur Pada Prototipe Rumah Kaca Untuk Tujuh Hari	75
4. Data Variasi Pengontrolan Kelembaban Pada Prototipe Rumah Kaca Untuk Tujuh Hari	77
5. Karakteristik Sensor SHT1x / SHT7x	80
6. Program Sistem Pengontrolan Temperatur Dan Kelembaban Menggunakan SHT11 Pada Prototipe Rumah Kaca	81

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembangunan rumah kaca di Indonesia dilatarbelakangi oleh kegiatan penelitian yang dilakukan lembaga penelitian maupun dunia pendidikan. Rumah kaca yang digunakan sebagian besar untuk penelitian percobaan budidaya, percobaan pemupukan, percobaan ketahanan tanaman terhadap hama maupun penyakit, percobaan kultur jaringan, percobaan persilangan atau pemuliaan, percobaan hidroponik dan percobaan penanaman tanaman diluar musim oleh para mahasiswa, para peneliti, para pengusaha dan praktisi disemua bidang pertanian.

Rumah kaca pada prinsipnya adalah sebuah bangunan yang terbuat dari bahan kaca atau plastik yang menutup seluruh permukaan bangunan. Rumah kaca diharapkan mampu menciptakan kondisi lingkungan yang dapat membuat tanaman berproduksi tanpa kenal musim serta menghindarkan tanaman dari serangan hama dan penyakit. Hal ini berbeda dengan percobaan yang dilakukan di luar rumah kaca, dimana dalam waktu yang sangat singkat hama dan penyakit dapat cepat menyebar karena terbawa angin maupun serangga.

Penggunaan rumah kaca dalam budidaya tanaman merupakan salah satu cara untuk memberikan lingkungan yang mendekati kondisi optimum bagi penanaman tanaman. Pada Rumah kaca dapat dilakukan modifikasi terhadap lingkungan yang tidak sesuai bagi pertumbuhan tanaman. Didalam rumah

kaca, parameter lingkungan yang berpengaruh terhadap tanaman seperti temperatur dan kelembaban dapat dikendalikan dengan lebih mudah.

Temperatur dan kelembaban merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap kehidupan makhluk hidup termasuk tanaman. Temperatur berpengaruh terhadap fisiologi tanaman yaitu dengan memengaruhi kerja enzim. Bila suhu terlalu tinggi, enzim akan rusak, dan bila suhu terlalu rendah enzim menjadi tidak aktif. Suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan menghambat proses pertumbuhan tanaman. Kelembaban juga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Stroberi adalah salah satu contoh tanaman yang sensitif terhadap perubahan temperatur dan kelembaban, hal ini dikarenakan stroberi yang disimpan pada lingkungan luar, jika temperatur dan kelembabannya tidak sesuai dengan yang dibutuhkan maka buah stroberi yang dihasilkan oleh petani tidak sesuai yang diharapkan karena banyak buah yang busuk atau kering. Adapun temperatur yang diperlukan oleh stroberi yaitu berkisar antara 22°C – 28°C, dan kelembaban yang dibutuhkan yaitu berkisar 80% - 90%. (Ari: 2007).

Rumah kaca sekarang ini hanya bisa menstabilkan temperatur dan kelembaban secara manual dengan bantuan manusia yaitu apabila cuaca panas maka dihidupkan kipas angin dan jika cuaca dingin maka dimatikan kipas angin oleh operator yang menjaga rumah kaca. Sedangkan saat kelembaban dalam rumah kaca terlalu rendah maka disemprotkan air melalui *sprayer*, namun saat kelembaban tinggi maka jendela pada rumah kaca akan dibuka. Kelalaian operator dalam menjaga tanaman dalam rumah kaca akan menyebabkan tanaman cepat

rusak dan mati. Rumah kaca yang didesain secara baik dapat menghasilkan tanaman yang baik dan bertahan lama. Hal tersebut dapat tercapai jika kelalaian operator dapat dihindari. Serta temperatur dalam rumah kaca dapat dijaga sesuai dengan kebutuhan tanaman didalamnya.

Berdasarkan permasalahan ini perlu dilakukan perbaikan terhadap sistem pengontrolan temperatur dan kelembaban pada rumah kaca. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan sistem pengontrolan otomatis tanpa bantuan menggunakan tenaga manusia. Hal ini bertujuan untuk menjaga kestabilan temperatur dan kelembaban dengan meminimalisir kelalaian yang dapat dilakukan oleh operator yang menjaga rumah kaca..

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini, bidang elektronika juga mengalami perkembangan yang sangat pesat. Hal ini ditandai dengan terciptanya komponen elektronika berupa IC digital serta sensor untuk mengindra temperatur dan kelembaban. Salah satu sensor yang digunakan untuk mengindra temperatur dan kelembaban adalah sensor SHT 11, menurut Erwin (2010;23) menyatakan bahwa sensor ini merupakan pilihan yang tepat untuk mengindra temperatur dan kelembaban dalam rumah kaca, karena sistem integrasi yang mudah dan cepat, bentuknya yang kecil dan konsumsi powernya yang hemat. Dengan adanya IC digital dan sensor SHT 11 maka dapat dirancang suatu sistem pengontrolan temperatur dan kelembaban yang bisa bekerja secara otomatis tanpa bantuan tenaga manusia.

Pengembangan sistem pengontrolan temperatur dan kelembaban ini penting dilakukan untuk menjaga dan meningkatkan kualitas tanaman yang

terdapat di dalam rumah kaca. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mendesain sistem pengontrolan rumah kaca dengan judul **”Pembuatan Sistem Pengontrolan Temperatur Dan Kelembaban Menggunakan Sensor SHT11 Pada Prototipe Rumah Kaca”**.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah di uraikan, maka dapat dikemukakan rumusan masalah dari penelitian ini, yaitu ”Bagaimana hasil desain dan ketepatan serta ketelitian dari sistem pengontrolan temperatur dan kelembaban rumah kaca dengan pengindra sensor SHT11?”

C. Pembatasan Masalah

1. Pada sistem ini yang dikontrol adalah temperatur dan kelembaban rumah kaca dengan menggunakan lampu, kipas angin, pompa air dan motor stepper.
2. Sensor yang digunakan untuk mengindra temperatur dan kelembaban dalam penelitian ini adalah sensor SHT11.
3. Sistem yang dibuat dalam bentuk prototipe rumah kaca.
4. Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah stroberi.
5. Nilai set poin pada prototipe rumah kaca ini adalah dengan nilai temperatur (22 – 28)°C, sedangkan untuk kelembaban yaitu dengan nilai (80 – 90) %.

D. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana deskripsi sistem pengontrolan temperatur dan kelembaban pada prototipe rumah kaca ?.

2. Berapakah ketepatan dan ketelitian sensor SHT11 pada sistem pengontrolan rumah kaca ?

E. Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan membuat suatu sistem pengontrolan temperatur dan kelembaban menggunakan sensor SHT11. Secara khusus tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendeskripsikan hasil sistem pengontrolan temperatur dan kelembaban pada prototipe rumah kaca.
2. Menyelidiki ketepatan dan ketelitian dari hasil pengukuran pada pengontrolan temperatur dan kelembaban prototipe rumah kaca.

F. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian sistem pengontrolan ini diharapkan dapat memberikan manfaat pada :

1. Kelompok bidang kajian elektronika dan instrumentasi dalam pengembangan instrumen elektronik khususnya pada pengembangan sistem pengontrolan temperatur dan kelembaban menggunakan sensor berbasis mikrokontroler AT89S52.
2. Jurusan Fisika, untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan dalam bidang kajian Elektronika dan dalam upaya pengembangan instrumentasi berbasis Elektronika khususnya pada sistem pengukuran pengontrolan.
3. Peneliti lain, sebagai sumber ide dan referensi dalam pengembangan penelitian tentang instrumentasi.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Pengertian Prototipe

Prototipe adalah model mula-mula yang menjadi contoh (Hasan: 2007). Dari pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa prototipe adalah bentuk atau model pertama sebelum menciptakan model yang lebih kompleks. Prototipe dibuat sebagai contoh standar awal yang sederhana dan seterusnya dilakukan penyempurnaan prototipe hingga terciptanya suatu model yang diinginkan.

Berdasarkan etimologi kata sistem berasal dari kata *System* yang berarti cara atau susunan. Terdapat dua kelompok pendekatan didalam definisi sistem, yaitu yang menekankan pada prosedurnya dan yang menekankan pada komponen atau elemennya. Pendekatan sistem melalui pendekatan prosedur yaitu: suatu sistem adalah suatu jaringan kerja dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan atau untuk menyelesaikan suatu sasaran tertentu (Jerry: 1981).

B. Tinjauan Rumah Kaca

Rumah kaca pada prinsipnya adalah sebuah bangunan yang terbuat dari bahan kaca atau plastik yang sangat tebal dan menutupi seluruh permukaan bangunan. Temperatur meningkat karena radiasi elektromagnetik yang datang dari matahari memanaskan tumbuhan, tanah, dan benda lain didalam bangunan rumah kaca. Bahan yang digunakan untuk membuat rumah kerja bekerja sebagai medium transmisi yang dapat memilih frekuensi spektral yang berbeda-beda, dan efeknya

adalah untuk menangkap energi didalam rumah kaca yang akan memanaskan tumbuhan, udara dan tanah. Oleh karena itu rumah kaca bekerja dengan menangkap radiasi elektromagnetik dan mencegah konveksi.

Rumah kaca sering digunakan untuk mengembangbiakkan bunga, buah dan tanaman tembakau. Selain tanaman tembakau banyak sayuran dan bunga juga dikembangkan di rumah kaca pada akhir musim dingin atau awal musim semi. Memproduksi tanaman di dalam Ruangan yang tertutup mempunyai kelebihan dibandingkan dengan di luar ruangan rumah kaca. Hama, penyakit, temperatur dan kelembaban pada rumah kaca dapat dikontrol. Rumah kaca melindungi tanaman dari panas dan dingin yang berlebihan, melindungi tanaman dari badai dan mencegah hama menyerang tanaman. Pengontrolan kelembaban dan temperatur dapat mengubah tanah yang tidak subur menjadi lebih subur. Rumah kaca dapat memberikan negara yang mengalami kelaparan persediaan bahan makanan, di mana tanaman tak dapat tumbuh di negara tersebut karena keganasan lingkungan (Wikipedia, 2011).

C. Temperatur dan Kelembaban

Temperatur dapat didefinisikan secara mikroskopisk berkaitan dengan gerakan molekul sedemikian rupa sehingga makin besar kecepatan molekul makin tinggi temperatur. Secara makroskopik temperatur suatu benda dapat didefinisikan sebagai tingkat atau derajat kepanasan benda tersebut. Menurut Sudaryono (2004 : 57), temperatur udara disekitar tanaman sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman terutama asimilasi dan respirasi.

Temperatur dalam meteorologi di beberapa negara dinyatakan dengan satuan Celcius yang menggunakan lambang $^{\circ}\text{C}$. Namun di beberapa negara lain untuk keperluan meteorologis masih digunakan satuan derajat Fahrenheit dengan lambang $^{\circ}\text{F}$. Untuk keperluan pertukaran pelaporan internasional secara resmi telah disepakati digunakan skala Celcius. Skala suhu Celcius dan skala suhu Fahrenheit masing-masing didefinisikan dengan menggunakan skala suhu Kelvin, yang merupakan skala suhu dasar didalam ilmu pengetahuan.

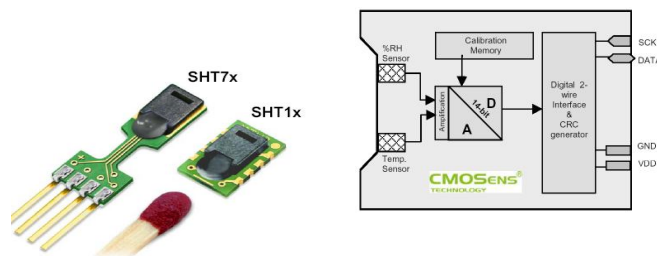
Kelembaban udara adalah tingkat kebasahan udara karena dalam udara air selalu terkandung dalam bentuk uap air. Kandungan uap air dalam udara hangat lebih banyak dari pada kandungan uap air dalam udara dingin. Kalau udara banyak mengandung uap air didinginkan maka temperaturnya turun dan udara tidak dapat menahan lagi uap air sebanyak itu. Uap air berubah menjadi titik-titik air. Udara yang mengandung uap air sebanyak yang dapat dikandungnya disebut udara jenuh. Kelembaban udara dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman karena dapat mempengaruhi proses fotosintesis. Laju fotosintesis meningkat dengan meningkatnya kelembaban udara sekitar tanaman (Libria, 2004 : 38).

Kelembaban relatif merupakan ukuran kelembaban udara yang paling populer, karena mudah dimengerti dan mudah diukur. Disamping itu kelembaban relatif menunjukkan derajat kejenuhan udara. Akan tetapi kelembaban relatif amat dipengaruhi oleh temperature udara. Makin kecil nilai temperatur makin besar nilai dari kelembaban relatif, dan sebaliknya makin tinggi nilai temperatur maka makin rendah nilai dari kelembaban relatif.

D. Rangkaian Elektronika Pada Sistem

1. Sensor Temperatur dan Kelembaban SHT 11

SHT1x / SHT7x merupakan multi sensor untuk kelembaban dan temperatur secara *digital*. Produk ini mulai dipasarkan Februari 2002 yang diproduksi oleh SENSIRION Company di Zurich (Switzerland). Bentuk dan blok diagram dari SHT11 dapat dilihat pada Gambar 1.



(Sumber : SHT1x / SHT7x Datasheet)

Gambar 1. SHT1x/7x

SHT1x/SHT7x menggunakan teknologi CMOS (*Complementary metal oxide semiconductor*) yang telah dipatenkan, sehingga menjamin kestabilan dan *reability* yang tinggi. CMOS adalah sebuah jenis utama dari rangkaian terintegrasi. Teknologi CMOS digunakan di mikroprosesor, pengontrol mikro, RAM statis, dan sirkuit logika digital lainnya. Teknologi CMOS juga digunakan dalam banyak sirkuit analog, seperti sensor gambar, pengubah data, dan trimancar terintegrasi untuk berbagai jenis komunikasi.

Dalam sensor SHT11 terdapat *chip* yang terdiri dari *capacitive polymer sensing element* untuk *relative humidity* sensor dan *bandgap* temperatur sensor. Keduanya dihubungkan pada 14 bit ADC (Analog to Digital Conversion) dan *interface serial*, didalam *chip* itu sendiri. *Output* yang dihasilkannya berupa

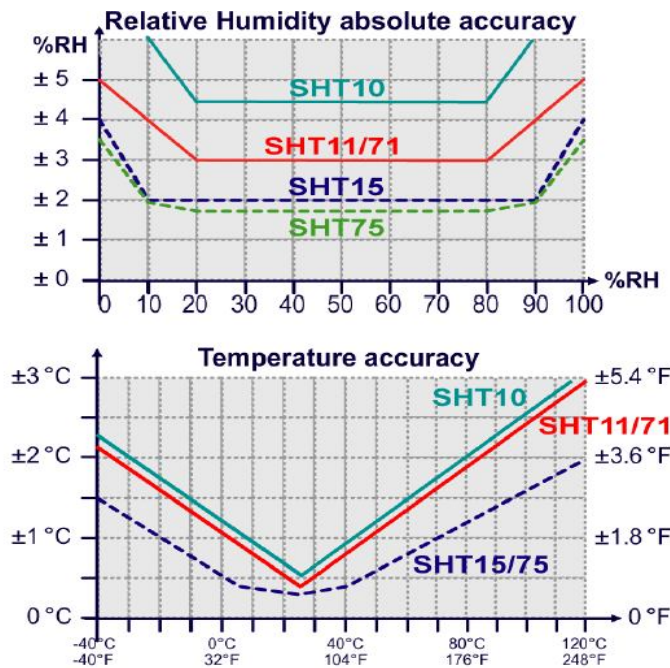
kualitas sinyal yang superior, waktu respon yang cepat, tidak sensitif terhadap *external disturbance*, dan dengan harga yang kompetitif.

Tiap SHTxx dikalibrasikan pada *precision humidity chamber* dengan *chilled mirror hygrometer* sebagai referensi. Hasil kalibrasi diprogram diprogram pada *OTP memory*. Koefisien yang terdapat dalam *OTP memory* digunakan secara internal selama pengukuran untuk mengkalibrasi pembacaan sinyal oleh sensor. 2-wire *serial interface* dan internal *voltage regulation* membuat sistem integrasi yang mudah dan cepat. Juga karena bentuknya yang kecil dan konsumsi powernya yang hemat, sensor ini merupakan pilihan yang terbaik. Sensor ini tersedia dalam tipe bentuk yaitu *surface-mountable LCC (Lealess Chip Carrier)* dan *pluggable 4-pin single-in-line*.

SHTxx dapat diaplikasikan dalam bermacam-macam bidang seperti : automotif, medis, *weather stations*, penyimpanan barang, HVAC (*ventilation and air conditioning system*), *data logging*, alat ukur dan lain-lain. Sensor ini terdiri dari elemen *polimer kapasitif* (digunakan untuk mengukur kelembaban), sensor temperatur, 14 bit ADC (*Analog to Digital Converter*), dan *interface serial 2* kabel. Didalamnya juga terdapat *memory* kalibrasi yang digunakan untuk menyimpan koefisien kalibrasi hasil pengukuran sensor. Data hasil pengukuran dari SHT11/71 ini berupa *digital logic* yang diakses secara *serial* yang dapat dilihat pada Gambar 2.

SHT11/71 mempunyai karakteristik antara lain : *range* kelembaban 0%RH-100%RH, ketelitian $\pm 4\%$ RH untuk range kerja 23%RH – 84%RH sedangkan untuk RH < 23% atau RH > 84% ketelitiannya $\pm 5\%$ RH, *range*

temperatur -40°C – 123.8°C (untuk lebih jelasnya karakteristik dan akurasi kelembaban dan temperatur dapat dilihat pada gambar 2) ; waktu respon normalnya 4s, untuk jelasnya respon waktu dapat dilihat pada lampiran 5.



(Sumber : SHT1x / SHT7x Datasheet)

Gambar 2. Grafik Akurasi Temperatur dan Kelembaban

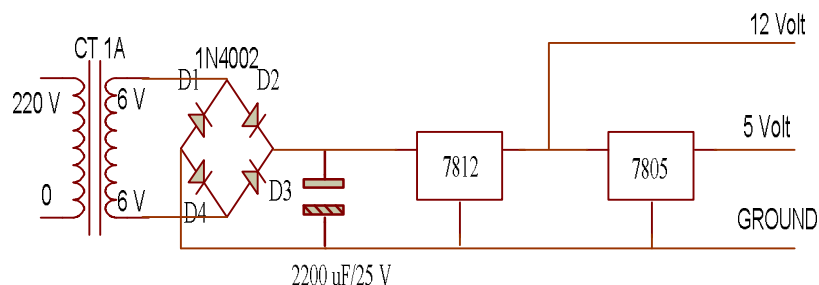
Pada Gambar 2 terlihat akurasi sensor SHT1x / SHT7x untuk pengukuran temperatur dan kelembaban. Akurasi pengukuran temperature untuk $-40^{\circ}\text{C} < T < 28^{\circ}\text{C}$ error pengukuran $\pm 2.25^{\circ}\text{C}$, dan untuk $28^{\circ}\text{C} < T < 123.8^{\circ}\text{C}$ error pengukuran $\pm 3^{\circ}\text{C}$. Akurasi pengukuran kelembaban untuk $0\% \text{RH} < h < 23\% \text{RH}$ error pengukuran $\pm 5\% \text{RH}$, untuk $23\% \text{RH} < h < 85\% \text{RH}$ error pengukuran $\pm 4\% \text{RH}$, untuk $85\% \text{RH} < h < 100\% \text{RH}$ error pengukuran $\pm 5\% \text{RH}$.

2. Rangkaian Catu Daya Teregulasi

Power supply merupakan suatu peralatan yang sangat penting karena hampir semua peralatan elektronika memerlukan tegangan DC untuk mengoperasikannya. Power supply (catu daya) adalah suatu alat yang mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Catu daya teregulasi dapat dibangun dari IC regulator tegangan. IC regulator tegangan ini diantaranya adalah seri IC 78XX dan 79XX, dimana IC ini akan memberikan regulator tegangan sesuai yang diinginkan. Hal ini senada dengan yang dinyatakan oleh Sutrisno (1999):

Untuk regulasi tegangan yang tidak terlalu ketat kita dapat gunakan regulator tegangan IC tiga terminal. Regulator ini dikenal sebagai seri 78XX dan 79XX. Regulator IC 78XX adalah regulator tegangan positif untuk XX Volt, sedangkan 79XX adalah regulator tegangan negatif untuk XX Volt.

Berdasarkan kutipan jelas bahwa tegangan teregulasi yang diharapkan dapat diperoleh dengan memilih seri IC regulator yang sesuai. Sebagai contoh IC 7812 artinya tegangan regulasi yang diberikan adalah 12 Volt. Salah satu catu daya teregulasi dengan tegangan keluaran dapat divariasikan secara kontinu seperti Gambar 3:



Gambar 3. Rangkaian Catu Daya Teregulasi

Tegangan DC teregulasi diperoleh dengan cara terlebih dahulu menurunkan tegangan bolak-balik (AC) dari PLN melalui sebuah transformator *step-down*. Tegangan AC yang telah diturunkan kemudian disearahkan dengan menggunakan empat dioda yang membentuk penyearah sistem jembatan. Pada keluaran dari penyearah dihubungkan dengan kapasitor sebagai filter, sehingga dihasilkan tegangan keluaran DC tak teregulasi.

3. Rangkaian Mikrokontroler AT89S52

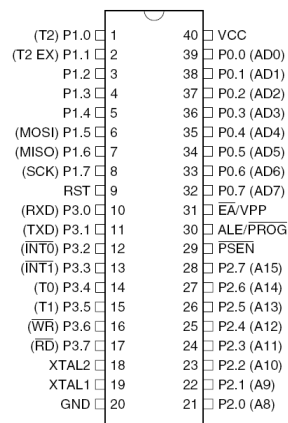
Mikrokontroler mempunyai keunggulan yaitu kemampuan untuk membentuk fungsi matematika dan logika, menyimpan dan menjalankan suatu program. Program mikrokontroler dapat membuat keputusan berdasarkan pada situasi yang diinginkan (Iovine, J: 2002).

Mikrokontroler merupakan suatu piranti yang dapat diumpamakan sebagai bentuk minimum dari sebuah mikrokomputer yang mempunyai perangkat keras dan perangkat lunak, memori, CPU dan lain sebagainya yang terpadu dalam sebuah keping IC (Agfianto: 2002). Mikrokontroler merupakan alat kontrol yang fleksibel yang mudah dibawa kemana-mana serta dapat diprogram ulang (*reprogrammable*), misalnya sebagai inti dari alat kontrol penampil tulisan, sistem pengukuran jarak jauh, dan lain-lain.

Secara sederhana mikrokontroler merupakan *IC* yang di dalamnya berisi *CPU*, *ROM*, *RAM* dan *I/O*. Dengan adanya *CPU* tersebut maka mikrokontroler dapat melakukan proses berfikir berdasarkan program yang telah diberikan padanya (Widodo: 2004). Menurut Didin (2006) "Mikrokontroler AT89S52 merupakan pengganti dari mikrokontroler AT89C52 yang tidak diproduksi lagi

oleh atmel". Mikrokontroler AT89S52 tidak memiliki perbedaan dengan seri AT89C52 tetapi mempunyai keistimewaan yaitu dilengkapi dengan fitur *ISP (In Sistem Programming)*, dimana proses penulisan ke *flash perom*-nya dapat dilakukan langsung ke *chip* mikrokontroler tanpa membutuhkan perangkat *downloader*.

Mikrokontroler ini memiliki 8 K byte *Flash PEROM (Programmable and Erasable Read Only Memory)*, memiliki memori dengan teknologi *nonvolatile* memori, yaitu memori yang dapat diisi ulang maupun dihapus berkali-kali. Memori ini digunakan untuk menyimpan instruksi (perintah) sehingga memungkinkan *mikrokontroler* untuk bekerja pada model *single chip operation* (mode operasi keping tunggal) yang tidak memerlukan *external memory* (memori luar) untuk menyimpan program pengendali program (*source code*).



Gambar 4. Pin-Out Mikrokontroler AT89S52
(Data Sheet AT89S52)

Mikrokontroler AT89S51 memiliki 40 pin, susunan dan kegunaan setiap pin mikrokontroler AT89S52 ditunjukkan oleh Gambar 4. Pin-pin mikrokontroler AT89S52 yang diperlihatkan pada gambar di atas memiliki fungsi yaitu:

1. Port 1 (Pin 1-8)

Merupakan port 1 yang menjadi saluran dua arah I/O 8 bit. Dengan internal *pull-up* yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan dan dapat mengendalikan empat *input TTL*. Port ini juga digunakan sebagai saluran alamat pada saat pemrograman dan verifikasi.

2. RST (Pin 9)

Merupakan masukan reset (aktif tinggi) untuk dua siklus mesin dengan memberikan perubahan pulsa rendah ke tinggi akan mereset pengendali mikro. Jika RST bernilai high selama minimal 2 siklus mesin, maka nilai internal register akan kembali seperti awal mulai bekerja.

3. Port 3 (Pin 10-17)

Berfungsi sebagai port paralel 8 bit dua arah. Port ini mempunyai beberapa fungsi khusus seperti yang ditunjukkan Tabel 1.

4. GND (Pin 20)

Pin 20 berfungsi sebagai pentanahan (*ground*) yang diberikan simbol gnd. Semua ground dari sumber tegangan akan dihubungkan pin 20 ini.

5. Port 2 (Pin 21-28)

Berfungsi sebagai I/O port paralel dua arah. Port ini mengirim byte alamat bila melakukan pengaksesan memori eksternal.

6. ALE/PROG (Pin 30)

Pin ini berfungsi sebagai *Address Latch Enable (ALE)*. ALE akan me-*latch* byte rendah (*low byte*) pada saat mengakses memori external. Pin ini juga berfungsi memasukan pulsa program selama pemrograman.

Tabel 1. Fungsi Pin-Pin Port 3

Pin-pin pada Port 3	Fungsi Pengganti
1	2
P3.0	RXD (port input serial)
P3.1	TXD (port output serial)
P3.2	INT0 (interrup external 0)
P3.3	INT1 (interrup external 1)
P3.4	TO (interrup external timer 0)
P3.5	T1 (interrup external timer 1)
P3.6	WR (perintah write pada memori external)
P3.7	RD (perintah read pada memori eksternal)

7. Port 0 (Pin 32-39)

Port 0 berfungsi sebagai *I/O*, *low order multiplex address* data atau penerima kode *byte* pada saat pemrograman. Port 0 juga dapat dikonfigurasi sebagai bus alamat atau data bagian rendah selama proses pengaksesan memori data dan program eksternal.

8. Vcc (Pin 40)

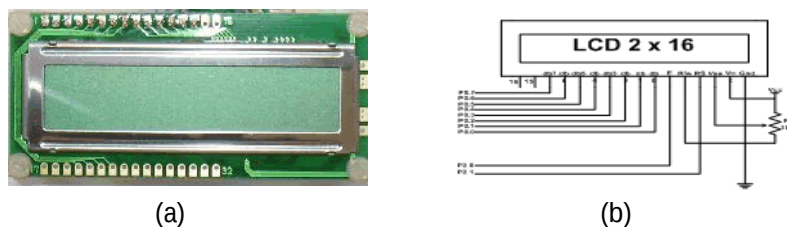
Pin ini digunakan untuk tegangan catu daya. Untuk menampilkan hasil pembacaan temperatur dan kelembaban, dalam perancangan tugas akhir ini digunakan *Liquid Crystal Display (LCD)* karakter 2x16. *LCD M1632* ini merupakan modul *LCD matrix* dengan konfigurasi 24 karakter dan 2 baris yang setiap karakternya dibentuk oleh 8 baris *pixel* dan 5 kolom *pixel*. Disisi lain

HD44780 merupakan mikrokontroler yang dirancang khusus untuk mengendalikan *LCD* dan mempunyai kemampuan untuk mengatur proses *scanning* pada layar *LCD*.

4. *Liquid Crystal Display (LCD)*

Penampil *LCD* digunakan untuk menampilkan informasi temperatur dan kelembaban yang telah diolah oleh mikrokontroler. *Liquid Crystal Display (LCD)* merupakan perangkat yang sering digunakan untuk menampilkan data selain menggunakan *seven segment*. *LCD* yang umum digunakan adalah 2X16 (2 baris X 16 baris), 2X20, 4X20, dan *LCD* Grafik 128X64.

Keluarga mikrokontroler AT89S52 dilengkapi dengan dua perangkat *timer/counter* yang masing-masing dinamakan sebagai timer 0 dan timer 1. Timer tersebut mempunyai empat fungsi yaitu untuk keperluan interval pewaktuan (*interval timing*), pengontrolan waktu, perhitungan peristiwa (*event counting*) dan untuk menghasilkan atau membangun baudrate.



Gambar 5. Bentuk *LCD* (Sumber : Didin : 2006)

- (a) Bentuk Fisik *LCD* 2 x 16
- (b) Rangkaian Display *LCD*

Mikrokontroler AT89S52 mempunyai RAM sebesar 256 byte dan ROM sebesar 4 Kbyte. Gambar 5 (a) memperlihatkan bentuk fisik dari *LCD* 2 x 16, sedangkan Gambar 5 (b) memperlihatkan rangkaian dari display *LCD* agar dapat menampilkan keluaran berupa angka- angka digital.

Tabel 2. Fungsi Pin Pada LCD

No.	Symbol	Level	Keterangan
1	2	3	4
1	V _{ss}	-	Dihubungkan ke 0 V (Ground)
2	V _{cc}	-	Dihubungkan dengan tegangan supply +5V dengan toleransi $\pm 10\%$.
3	V _{ee}	-	Digunakan untuk mengatur tingkat kontras LCD.
4	RS	H/L	Bernilai logika '0' untuk input instruksi dan bernilai logika '1' untuk input data.
5	R/W	H/L	Bernilai logika '0' untuk proses 'write' dan bernilai logika '1' untuk proses 'read'.
6	E	H	Merupakan sinyal enable. Sinyal ini akan aktif pada falling edge dari logika '1' ke logika '0'.
7	DB0	H/L	Pin data D0
8	DB1	H/L	Pin data D1
9	DB2	H/L	Pin data D2
10	DB3	H/L	Pin data D3
11	DB4	H/L	Pin data D4
12	DB5	H/L	Pin data D5
13	DB6	H/L	Pin data D6
14	DB7	H/L	Pin data D7
15	V+BL	-	Back Light pada LCD ini dihubungkan dengan tegangan sebesar 4 – 4,2 V dengan arus 50 – 200 mA
16	V-BL	-	Back Light pada LCD ini dihubungkan dengan ground

Ketika sistem mulai diaktifkan maka proses yang dilakukan mikrokontroler adalah inisialisasi. Selama proses inisialisasi akan ditampilkan beberapa pesan yang berhubungan dengan proses tersebut. LCD akan menampilkan kata-kata pembuka dan menunggu user untuk mengaktifkan menu utama yang dapat dilihat pada tabel 2 diatas.

LCD ini hanya memerlukan daya yang sangat kecil, tegangan yang dibutuhkan juga sangat rendah yaitu +5 VDC. Panel TN LCD untuk pengaturan kekontrasan cahaya pada display dan CMOS LCD drive sudah terdapat di dalamnya. Semua fungsi display dapat dikontrol dengan memberikan instruksi dan dapat dengan mudah dipisahkan oleh MPU. Ini membuat LCD berguna untuk *range* yang luas dari terminal display unit untuk mikrokomputer dan display unit *measuring gages* (Widodo:2005).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap besaran yang terdapat dalam sistem pengontrolan temperatur dan kelembaban menggunakan sensor SHT11 pada prototipe rumah kaca dapat dibuat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem pengontrolan temperatur dan kelembaban menggunakan sensor SHT11 pada prototipe rumah kaca terdiri atas beberapa bagian yaitu: rangkaian sistem, prototipe rumah kaca, kipas angin, motor stepper, lampu, dan pompa air beserta *sprayer*. Prototipe rumah kaca memiliki ukuran panjang 40 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 50 cm.
2. Ketepatan pada sistem pengontrolan temperatur dan kelembaban pada prototipe rumah kaca yang diukur melalui sensor SHT 11 yaitu untuk pengontrolan terhadap temperatur adalah 98.5%, dengan kesalahan rata-rata adalah 1.5%. Sedangkan untuk pengontrolan terhadap kelembaban adalah 99.5 % dengan kesalahan rata-rata adalah 0.5%. Ketelitian pada sistem pengontrolan prototipe rumah kaca yang diukur melalui sensor SHT 11 yaitu untuk 10 kali pengambilan data temperatur adalah 0.988, dengan kesalahan relatif adalah 0.008. Sedangkan untuk pengambilan data kelembaban sebanyak 10 kali adalah 0.997 dengan kesalahan relatif adalah 0.002. Nilai Ketepatan dari sistem pengontrolan temperatur dan kelembaban selama tujuh hari adalah

97 % - 99.8% , untuk nilai dari ketelitian pada sistem pengontrolan temperatur dan kelembaban selama tujuh hari adalah 98.3 % - 99.6 %

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat dikemukakan beberapa saran yaitu:

1. Sistem pengontrolan temperatur dan kelembaban ini memiliki ketelitian yang tinggi. Untuk itu sistem ini dapat diaplikasikan pada rumah kaca.
2. Perlu dipikirkan untuk penelitian selanjutnya agar sistem pengontrolan temperatur dan kelembaban ini dapat digunakan untuk berbagai variasi tanaman.
3. Pemakaian lampu dapat digantikan dengan heater, agar kenaikan temperatur dalam ruangan rumah kaca lebih cepat.