

SISTEM PENGENDALI SUHU, KELEMBABAN DAN CAHAYA DALAM RUMAH KACA

Tony K. Hariadi

Teknik Elektro FT Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan, Bantul Yogyakarta
Telp.(0274)387656

ABSTRAK

Rumah kaca merupakan sebuah bangunan tempat budidaya tanaman dengan pengaturan beberapa variabel di dalamnya agar sesuai dengan kebutuhan tumbuh kembang tanaman yang sedang dibudidayakan saat itu. Perkembangan teknologi elektronika memungkinkan untuk melakukan pengendalian variabel-variabel tersebut secara otomatis dan terus menerus. Penelitian dan perancangan ini bertujuan untuk membuat sebuah sistem pengendali temperatur, kelembaban, cahaya, dan penyiraman dalam rumah kaca secara terpadu. Implementasi pengendalian rumah kaca dilakukan dengan menggunakan mikrontroler sehingga memudahkan pemrograman terhadap kondisi-kondisi tanaman yang berbeda-beda dengan berbagai perlakuan yang berbeda pula. Suhu diatur menggunakan air conditioner yang sudah dimodifikasi untuk diprogram dari mikrokontroler, sedangkan pengaturan cahaya menggunakan lampu dan pengaturan lain adalah kelembaban berdasarkan perhitungan suhu basah dan kering serta penyiraman. Setelah pembuatan alat selesai, maka alat tersebut diujicobakan didalam rumah kaca dan diamati kondisi di dalam rumah kaca selama 3 kali 24 jam. Hasil ujicoba menunjukkan bahwa alat tersebut mampu mengendalikan parameter-parameter yang diinginkan sesuai dengan program pada mikrokontroler, dan mampu mengurangi efek kondisi cuaca di luar rumah kaca.

Kata kunci : *pengendalian rumah kaca, rumah kaca, pengendalian suhu, pengendalian kelembaban*

PENDAHULUAN

Rumah kaca merupakan sebuah bangunan tempat budidaya tanaman dengan pengaturan beberapa variabel di dalamnya agar sesuai dengan kebutuhan tumbuh kembang tanaman yang sedang dibudidayakan saat itu. Variabel-variabel pokok yang perlu diatur dalam rumah kaca yaitu temperatur, kelembaban udara, dan intensitas cahaya. Penanganan lain yang diberikan kepada obyek tanam dalam

rumah kaca antara lain penyiraman, pemupukan, dan pemberantasan hama dan penyakit.

Pengendalian variabel-variabel lingkungan, seperti temperatur, kelembaban, dan cahaya pada rumah kaca pada umumnya dilakukan secara manual oleh pekerja. Dengan perkembangan teknologi elektronika, dimungkinkan untuk melakukan pengendalian variabel-variabel tersebut secara otomatis dan terus menerus. Pengaturan lain yang sangat diperlukan disamping pengaturan temperatur, kelembaban, dan cahaya tersebut adalah sistem penyiraman secara otomatis. Perlakuan terhadap tanaman, seperti pengaturan iklim dan pemberian nutrisi, pada tiap-tiap usia tanam berbeda-beda. Sehingga pengendalian iklim dalam rumah kaca sebaiknya diatur sedemikian rupa sehingga dapat mengikuti kebutuhan tanaman sesuai tahap usianya.

Penelitian dan perancangan ini bertujuan untuk membuat sebuah sistem pengendali temperatur, kelembaban, cahaya, dan penyiraman dalam rumah kaca secara terpadu.

Kebutuhan pokok tanaman untuk hidup dan berkembang secara normal yang berasal dari luar tubuhnya adalah cahaya matahari, unsur hara, dan air. Karenanya ketiga hal itu disebut faktor esensial untuk kehidupan tanaman.

Bagian cahaya matahari yang terlihat oleh mata manusia adalah yang berpanjang gelombang 400 nm hingga 700 nm. Bagian cahaya yang terlihat oleh mata manusia itulah yang diubah oleh tanaman menjadi energi kimia dalam proses fotosintesis, sehingga disebut cahaya fotosintesis atau *Photosynthetically Active Radiation (PAR)*, (Kania, 2002).

Pertumbuhan tanaman juga sangat dipengaruhi oleh kelembaban. Apabila kelembaban lingkungan berada di luar batas, maka tanaman akan terganggu pertumbuhannya. Setiap golongan tanaman memerlukan kelembaban udara yang berbeda-beda untuk perkembangan optimalnya. Untuk kebanyakan tanaman, kelembaban nisbi yang dibutuhkan sekitar 80%.

Suhu udara mempengaruhi aktifitas kehidupan tanaman, antara lain pada proses fotosintesis, respirasi, transpirasi, pertumbuhan, penyerbukan, pembuahan, dan keguguran buah. Besar kecilnya pengaruh ini terkait dengan faktor yang lain seperti kelembaban, tersedianya air, dan jenis tanaman. Rata-rata suhu udara yang dibutuhkan untuk aktifitas tanaman berkisar pada 15°C hingga 40°C (Mardjuki, 1990).

Struktur rumah kaca harus mampu menahan beban yang ditimbulkan oleh hujan, angin, ataupun penggunaannya sebagai penopang tanaman. Rumah kaca juga harus dapat meneruskan cahaya matahari ke tanaman secara maksimal. Rumah kaca tertentu, khususnya pada daerah tropis, memerlukan penanganan lebih pada sistem pendinginannya untuk membuang panas yang berlebihan.

Beberapa contoh struktur rumah kaca seperti konstruksi *ridge and furrow* merupakan struktur yang mudah perawatannya dan bersuhu panas. Permasalahan yang muncul pada struktur tersebut adalah sirkulasi udaranya yang kurang baik apabila dibangun dalam skala besar dan besarnya beban saluran air pada

sambungan atap bangunan satu dengan lainnya. Konstruksi gigi gergaji (*sawtooth*) merupakan konstruksi yang murah, berventilasi baik dan dingin, sehingga akan mengalami masalah pemanasan khususnya pada daerah yang dingin. Konstruksi *quonset* merupakan desain yang sederhana, murah, dan mampu menyerap cahaya secara maksimal. Namun konstruksi tersebut kurang mampu mengakomodasi pertumbuhan tinggi tanaman, khususnya pada bagian pojok, dan bermasalah pada sistem ventilasinya. Konstruksi dengan kerangka menyerupai huruf A (*A Frame*) atau kuda-kuda (*Gable Truss*) merupakan konstruksi yang mudah dibangun namun membutuhkan bahan bangunan yang lebih banyak daripada jenis konstruksi lainnya dan lebih banyak menghalangi cahaya yang menuju ke tanaman.

METODOLOGI PENELITIAN

Sistem harus dapat mengindera suhu dan kelembaban dan melakukan pengendalian suhu, kelembaban, penyinaran, dan penyiraman. Maka kebutuhan pokok yang harus dapat dilayani oleh sistem yang hendak dibangun adalah:

- Sistem dapat mengindera suhu dan kelembaban dalam rumah kaca sebagai masukan proses pengendalian suhu dan kelembaban serta dapat melakukan pengendalian berdasarkan penginderaan tersebut.
- Sistem mampu melayani penyiraman dan penyinaran yang terjadwal.

Sedangkan untuk mendukung interaktifitas sistem dengan pengguna dan menambah keandalan sistem, maka dibutuhkan fungsi-fungsi berikut:

- Sistem dapat menampilkan informasi suhu, kelembaban, jam, dan tanggal.
- Pengguna dapat memasukkan *setting* pengendalian dengan mudah.
- Sistem mampu mempertahankan variabel *setting* apabila sumber tenaga utama sistem terputus dan menggunakan kembali variabel tersebut saat sumber tenaga utama terhubung kembali, tanpa perlu melakukan *setting* ulang.
- Jam dan tanggal dalam sistem senantiasa terkini, meskipun sumber tenaga utama terputus.

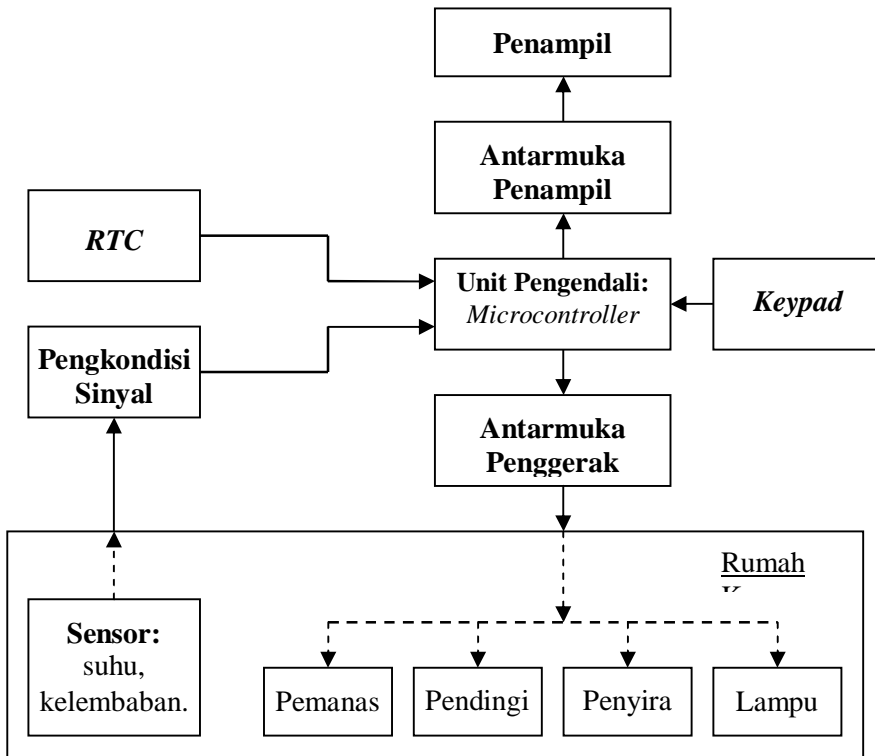
Perangkat keras yang dibangun meliputi dua bagian, yaitu bagian elektronik sebagai unit pengindera dan pengolah data hasil penginderaan dan bagian rumah kaca sebagai unit pelaksana perintah pengendalian.

Bagian elektronik meliputi sensor, microcontroller, penampil, dan antarmuka perintah pengendalian rumah kaca. Diagram blok yang menunjukkan interaksi masing-masing komponen pada bagian elektronik ini ditunjukkan pada Gambar 1. Bahan-bahan yang digunakan dalam bagian ini adalah sebagai berikut:

- *Microcontroller* ATmega8535 (dengan ADC internal)..
- Sensor suhu: LM35.
- RTC DS1307.
- Modul LCD 16x2 karakter.
- Relai, sebagai antarmuka penggerak.

- Catu daya.

Pembuatan program didasari oleh suatu alur atau algoritma proses yang dibutuhkan. Algoritma ini akan menentukan skenario tindakan yang akan dilakukan sistem dalam menanggapi masukan dari sensor dan batasan-batasan, yang telah diset sebelumnya. Pengendalian rumah kaca dalam penelitian ini menggunakan skenario tindakan dengan prioritas. Skenario tindakan tersebut, secara ringkas, ditunjukkan dalam Tabel 1.



Gambar 1. Diagram blok bagian elektronik sistem pengendali

Tabel 1. Skenario pengendalian rumah kaca.

		Penggerak pengendalian yang aktif			
		AC	Pemanas	Lampu	Penyiram
Penanganan	Pendinginan	1	0	x	x
	Pemanasan	0	1	x	x
	Pelembaban	x	x	x	Set.1.a
	Penurunan kelembaban	x	x	x	Set.1.b
	Pemberian cahaya	x	x	1	x
	Penyiraman	x	x	x	1

Keterangan Tabel 1:

- 1 = On, 0 = Off, x = tidak terpengaruh.
- Penanganan kelembaban dilakukan dengan penyiraman area dalam rumah kaca.
 - Set.1 : Pengaturan kelembaban diset On.
 - a : Penyiraman tambahan di luar jadwal.
 - b : Peniadaan penyiraman (sesuai jadwal).
 - Set.0 : Pengaturan kelembaban diset Off yang berarti penyiraman akan berjalan hanya sesuai jadwal.

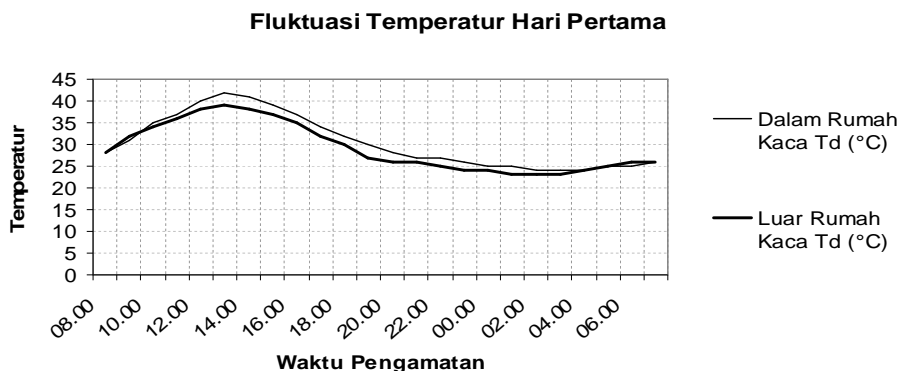
Implementasi Alat

Setelah sistem pengendali dinyatakan lulus uji alat selanjutnya dilakukan implementasi. Implementasi alat dilakukan dalam sebuah rumah kaca mini berukuran 2m x 3m x 2,2m dengan dinding fiber. Penggerak kendalian terdiri atas AC tipe *Window* berkekuatan 0,5 pk, pemanas, penyiram (*sprinkle*), dan lampu TL 8 watt. Pengamatan hasil pengendalian dilakukan terhadap 4 parameter, yaitu pengamatan temperatur, pengendalian kelembaban, ketepatan waktu penyiraman, dan ketepatan waktu penyinaran.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pengendalian Temperatur

Pengamatan pengendalian temperatur dilakukan dalam tiga hari. Pada hari pertama, rumah kaca dibiarkan tanpa pengendalian, pada hari kedua dilakukan pengendalian untuk memperoleh temperatur terendah, dan pada hari ketiga dilakukan pengendalian pada temperatur tertentu. Hasil pengamatan terhadap pengendalian suhu dapat dilihat pada tabel 2, 3 dan 4. Sedangkan grafik fluktuasi temperatur dalam dan luar rumah kaca pada masing-masing pengamatan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Fluktuasi temperatur dalam dan luar rumah kaca pada hari pertama

Tabel 2. Tabel pengamatan temperatur dan kelembaban hari pertama.

Hari ke: 1			Tanggal: 10 Oktober 2005					
Pengaturan : Tanpa pengendalian								
Pukul (WIB)	Dalam Rumah Kaca			Luar Rumah Kaca			Selisih	
	Td (°C)	Tw (°C)	RH (%)	Td (°C)	Tw (°C)	RH (%)	T (°C)	RH (%)
08.00	28	26	86	28	24	71,4	0	14,6
09.00	31	29	86	32	26	61,3	-1	24,7
10.00	35	31	75	34	27	57,0	1	18,0
11.00	37	35	87	36	28	53,1	1	33,9
12.00	40	38	88	38	30	54,3	2	33,7
13.00	42	39	82	39	31	54,9	3	27,1
14.00	41	38	82	38	31	59,2	3	22,8
15.00	39	37	88	37	29	53,7	2	34,3
16.00	37	35	87	35	28	57,6	2	29,4
17.00	34	32	87	32	26	61,3	2	25,7
18.00	32	30	87	30	25	66,1	2	20,9
19.00	30	29	93	27	25	84,9	3	8,1
20.00	28	27	93	26	25	92,2	2	0,8
21.00	27	26	93	26	24	84,6	1	8,4
22.00	27	25	85	25	24	92,0	2	-7,0
23.00	26	25	93	24	23	91,9	2	1,1
00.00	25	24	93	24	22	84,0	1	9,0
01.00	25	24	93	23	22	91,7	2	1,3
02.00	24	23	92	23	22	91,7	1	0,3
03.00	24	23	92	23	22	91,7	1	0,3
04.00	24	22	85	24	23	91,9	0	-6,9
05.00	25	23	85	25	23	84,3	0	0,7
06.00	25	24	93	26	24	84,6	-1	8,4
07.00	26	25	93	26	24	84,6	0	8,4

Keterangan: Td = Suhu termometer kering; Tw = Suhu termometer basah

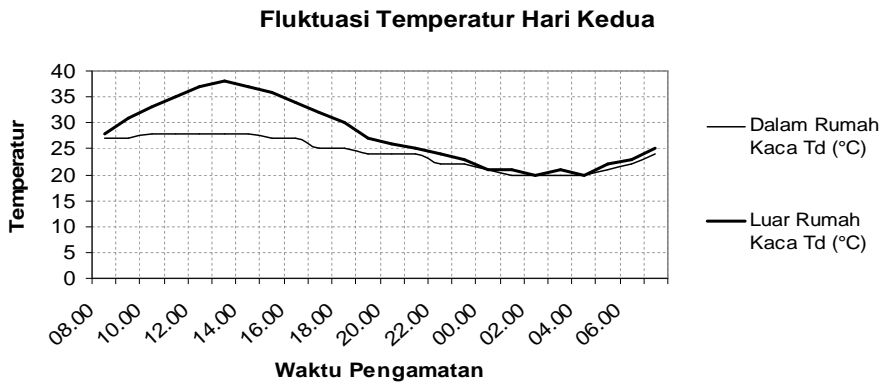
Dari Tabel 2 dan Gambar 2 dapat dilihat bahwa tanpa pengendalian temperatur siang hari di dalam rumah kaca menjadi lebih tinggi daripada suhu di luar rumah kaca. Sedangkan pada malam hari (dini hari) perbedaan temperatur dalam dan luar rumah semakin kecil.

Tabel 3 dan Gambar 3 menunjukkan hasil capaian temperatur minimum. Pada siang hari, pendingin mampu menurunkan temperatur dalam rumah kaca sehingga menjadi 28°C. Sedangkan pada malam hari, temperatur dalam rumah kaca tidak dapat diturunkan, secara signifikan, lebih rendah dari suhu di luar rumah kaca karena komponen pendingin AC tertutup kristal es sehingga tidak mampu menarik udara dalam rumah kaca.

Tabel 3. Tabel pengamatan temperatur dan kelembaban hari kedua.

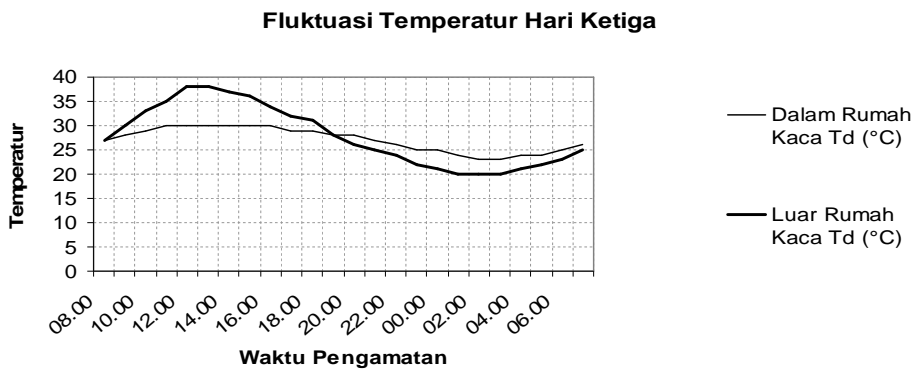
Hari ke: 2			Tanggal: 11 Oktober 2005					
Pengaturan : Temperatur minimum								
Pukul (WIB)	Dalam Rumah Kaca			Luar Rumah Kaca			Selisih	
	Td (°C)	Tw (°C)	RH (%)	Td (°C)	Tw (°C)	RH (%)	T (°C)	RH (%)
08.00	27	25	85	28	24	71,4	-1	13,6
09.00	27	25	85	31	26	66,6	-4	18,4
10.00	28	26	86	33	27	61,9	-5	24,1
11.00	28	26	86	35	29	62,9	-7	23,1
12.00	28	26	86	37	31	63,9	-9	22,1
13.00	28	27	93	38	33	69,7	-10	23,3
14.00	28	26	86	37	32	69,3	-9	16,7
15.00	27	25	85	36	30	63,4	-9	21,6
16.00	27	25	85	34	28	62,4	-7	22,6
17.00	25	24	93	32	26	61,3	-7	31,7
18.00	25	23	85	30	25	66,1	-5	18,9
19.00	24	22	85	27	25	84,9	-3	0,1
20.00	24	22	85	26	25	92,2	-2	-7,2
21.00	24	21	77	25	24	92,0	-1	-15,0
22.00	22	20	84	24	23	91,9	-2	-7,9
23.00	22	20	84	23	22	91,7	-1	-7,7
00.00	21	20	92	21	21	100,0	0	-8,0
01.00	20	19	92	21	20	91,4	-1	0,6
02.00	20	19	92	20	19	91,2	0	0,8
03.00	20	19	92	21	19	83,0	-1	9,0
04.00	20	19	92	20	19	91,2	0	0,8
05.00	21	19	84	22	20	83,4	-1	0,6
06.00	22	19	76	23	21	83,7	-1	-7,7
07.00	24	21	77	25	23	84,3	-1	-7,3

Keterangan: Td = Suhu termometer kering; Tw = Suhu termometer basah



Gambar 3. Fluktuasi temperatur dalam dan luar rumah kaca pada hari kedua.

Tabel 4 dan Gambar 4 memperlihatkan contoh hasil pengendalian pada temperatur tertentu. Alat diatur untuk mencapai temperatur antara 20°C hingga 30°C. Pada siang hari, temperatur dalam rumah kaca mampu diturunkan menjadi 30°C dan pada malam hari temperatur mampu dipertahankan di atas 20°C.



Gambar 4. Fluktuasi temperatur dalam dan luar rumah kaca pada hari ketiga.

Tabel 4. Tabel pengamatan temperatur dan kelembaban hari ketiga.

Hari ke: 3			Tanggal: 12 Oktober 2005					
Pengaturan : Temperatur 20-30°C								
Pukul (WIB)	Dalam Rumah Kaca			Luar Rumah Kaca			Selisih	
	Td (°C)	Tw (°C)	RH (%)	Td (°C)	Tw (°C)	RH (%)	T (°C)	RH (%)
08.00	27	25	85	27	24	77,8	0	7,2
09.00	28	25	79	30	26	72,3	-2	6,7
10.00	29	27	86	33	27	61,9	-4	24,1
11.00	30	27	79	35	29	62,9	-5	16,1
12.00	30	28	86	38	32	64,4	-8	21,6
13.00	30	27	79	38	33	69,7	-8	9,3
14.00	30	28	86	37	31	63,9	-7	22,1
15.00	30	28	86	36	30	63,4	-6	22,6
16.00	30	28	86	34	28	62,4	-4	23,6
17.00	29	27	86	32	27	67,1	-3	18,9
18.00	29	27	86	31	27	72,8	-2	13,2
19.00	28	27	93	28	26	85,2	0	7,8
20.00	28	26	86	26	25	92,2	2	-6,2
21.00	27	25	85	25	24	92,0	2	-7,0
22.00	26	24	85	24	22	84,0	2	1,0
23.00	25	24	93	22	21	91,6	3	1,4
00.00	25	23	85	21	20	91,4	4	-6,4
01.00	24	21	77	20	19	91,2	4	-14,2
02.00	23	21	84	20	19	91,2	3	-7,2
03.00	23	20	77	20	18	82,7	3	-5,7
04.00	24	20	70	21	19	83,0	3	-13,0
05.00	24	21	77	22	20	83,4	2	-6,4
06.00	25	22	77	23	22	91,7	2	-14,7
07.00	26	23	78	25	23	84,3	1	-6,3

Keterangan: Td = Suhu termometer kering; Tw = Suhu termometer basah

Pengendalian Kelembaban

Algoritma pengendalian kelembaban hanya dilakukan dengan penyiraman apabila kelembaban dalam ruangan lebih rendah dari yang diinginkan dan membatalkan penyiraman apabila kelembaban di atas batas. Oleh karena itu pengujian terhadap pengendalian ini dilakukan terhadap bagian jadwal penyiraman dengan pengatur kelembaban pada kondisi aktif (*Humid Ctrl=On*). Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian pengendalian kelembaban.

Tabel 5. Hasil pengujian pengendali kelembaban.

No	Kondisi	Waktu	Aksi	Kesimpulan
1.	Kelembaban di atas batas	Terdapat jadwal penyiraman	Tidak menyiram	Berhasil
		Tidak ada jadwal penyiraman	Tidak menyiram	
2.	Kelembaban di bawah batas	Terdapat jadwal penyiraman	Menyiram	Berhasil
		Tidak ada jadwal penyiraman	Menyiram	

Pengendalian Penyiram

Pengujian penyiraman dilakukan terhadap ketepatan waktu dan durasi penyiraman. Dalam pengujian ini pengendali kelembaban dinonaktifkan agar tidak mengganggu jadwal penyiraman yang telah disusun. Tabel 6 menunjukkan hasil pengujian pengendali penyiraman.

Tabel 6. Hasil pengujian pengendali penyiraman

Jadwal	Pukul	08.00	15.00	17.00
	Durasi (menit)	5	5	5
Terlaksana	Pukul	08.00	15.00	17.00
	Durasi (menit)	5	5	5
Hasil		OK	OK	OK

Pengendalian Penyinaran

Seperti pada pengujian penyiraman, pengujian penyinaran dilakukan terhadap ketepatan waktu dan durasi penyinaran. Tabel 7 menunjukkan hasil pengujian pengendali penyinaran.

Tabel 7. Hasil pengujian pengendali penyinaran

Jadwal	Pukul	18.00	21.00	23.00	02.00	04.00
	Durasi (menit)	15	15	15	15	15
Terlaksana	Pukul	08.00	15.00	17.00	02.00	04.00
	Durasi (menit)	15	15	15	15	15
Hasil		OK	OK	OK	OK	OK

KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan pengujian alat didapat kesimpulan bahwa sistem pengendali suhu, kelembaban, dan cahaya dalam rumah kaca yang dibangun telah dapat bekerja dengan baik. Hasil pengujian implementasi menunjukkan bahwa:

1. Sistem dapat menurunkan temperatur hingga 28°C pada siang hari dan mempertahankan temperatur di atas 20°C pada malam hari.
2. Sistem memiliki kemampuan sesuai spesifikasi, antara lain:
 - a. Dapat melakukan penambahan penyiraman apabila kelembaban berada di bawah batas dan meniadakan jadwal penyiraman apabila kelembaban berada di atas batas.
 - b. Dapat melakukan penyiraman dan penyinaran sesuai jadwal yang telah disusun.
 - c. Dapat menampilkan informasi suhu, kelembaban, jam, dan tanggal terkini.
 - d. Memiliki keandalan sesuai spesifikasi yaitu dapat mempertahankan nilai *setting* selama sumber tenaga utama terputus.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1998. *Specification of AA16205 (LCD)*. Agena Displaytech Ltd. <http://www.agena.com.hk/product/products-char.htm>
- Anonim. 2005. *ATMega8535(L) Datasheet: 8 Bit AVR Microcontroller with 8K Bytes In-System Programmable Flash*. Atmel Corporation [.http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2502.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2502.pdf)
- Anonim. 2005. *Mengenal Sensor dan Actuator*. (Sumber: Buku Elektronik Industri, Frank D. Petruzella). Caltron Indonesia [.http://www.caltron.co.id/modules.php?name=News&file=article&sid=11](http://www.caltron.co.id/modules.php?name=News&file=article&sid=11)
- Anonim. 2005. *CodeVisionAVR User Manual*. HP InfoTech. <http://www.hpinfotech.ro/cvavrman.zip>
- Ayala, Kenneth J. 1997. *The 8051 Microcontroller: Architecture, Programming, & Applications*. Second Edition. Minneapolis: West Publishing Company.
- Bucklin, R.A. 2002. *Florida Greenhouse Design*. One of a series of the Agricultural and Biological Engineering Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu/AE016>
- Budiyanto, Gunawan. 2001. *Klimatologi Dasar (Diktat Kuliah)*. Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Clymer, Jeffrey. 2005. *Wet and Dry Bulb*. <http://members.nuvox.net/~on.jwcllymer/wet.html>
- Dickerson, George W. 2004. *Greenhouse Vegetable Production*. New Mexico: New Mexico State University. http://cahe.nmsu.edu/pubs/_circulars/circ556.html
- Kania, Stephen, Gene Giacomelli. 2002. *Solar Radiation Availability For Plant Growth In Arizona Controlled Environment Agriculture Systems*.

- Department of Agricultural and Biosystems Engineering University of Arizona. Tucson, Arizona. http://ag.arizona.edu/ceac/research/archive/solar-radiation_kania.pdf
- Kuempel, Bernd. 1997. *Temp, Humidity & Dew Point ONA*. <http://www.faqs.org/faqs/meteorology/temp-dewpoint/>
- Mardjuki, Aspamo. 1990. *Pertanian dan Masalahnya*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Slater, Neil. 1999. *Electronics Technology Handbook*. New York: McGraw-Hill.
- West, Richard. 2005. *Keypad Library*. <http://instruct1.cit.cornell.edu/courses/ee476/keypadRW88/keypad.html>
- Wilcox, Alan D. 1990. *Engineering Design for Electrical Engineers*. New Jersey: Prentice Hall.