

Rancang Bangun Sistem Pengendali Suhu dan Kelembaban pada Miniatur *Greenhouse* menggunakan Mikrokontroler Atmega 8

Agustinus Seto¹, Zainal Arifin^{2,*}, dan Septya Maharani²

¹Laboratorium Software Engineering Program Studi Ilmu Komputer FMIPA Universitas Mulawarman

²Program Studi Ilmu Komputer FMIPA Universitas Mulawarman

*Email: zainalarifin@unmul.ac.id

Abstrak Lingkungan merupakan faktor terpenting dalam dunia pertanian karena kondisi lingkungan akan mempengaruhi keberhasilan kualitas dan kuantitas produksi. Salah satu faktor lingkungan adalah udara. Kondisi udara ditentukan oleh kombinasi dua faktor yaitu suhu dan kelembaban. Dalam praktek, suhu dan kelembaban sangat sulit untuk dimodifikasi atau dikendalikan sesuai dengan kebutuhan. Suhu dan kelembaban seakan-akan menjadi faktor pembatas produksi pertanian. Berdasarkan permasalahan yang ada maka dapat dibangun sebuah miniatur atau prototype yang diasumsikan sebagai sebuah *greenhouse*. Miniatur *greenhouse* ini diterapkan dengan menggunakan sistem kontrol dalam pengujiannya. Sistem kontrol ini merupakan suatu alat kendali otomatis untuk memanipulasi kondisi udara dalam miniatur menyerupai layaknya kondisi lingkungan yang sebenarnya pada tanaman. Pengendalian tersebut dengan mengatur suhu dan kelembaban udara dari dalam miniatur dengan menggunakan mikrokontroler. Sistem pengendali bekerja berdasarkan inputan nilai sesuai kebutuhan untuk selanjutnya dibandingkan dengan hasil deteksi oleh sensor DHT11 yang dalam sistem ini menjadi indikator sistem. Sistem ini hanya efektif berjalan pada miniatur atau prototype *greenhouse*, dan butuh penelitian lebih lanjut untuk penerapan ke dalam *greenhouse* yang sebenarnya.

Kata-kata kunci mikrokontroler ATMEGA 8, *greenhouse*, DHT11.

Pendahuluan

Lingkungan merupakan faktor terpenting dalam dunia pertanian karena kondisi lingkungan akan mempengaruhi keberhasilan kualitas dan kuantitas produksi. Oleh sebab itu kondisi lingkungan pertanian sangat diperhatikan sesuai dengan jenis produknya. Salah satu faktor lingkungan adalah udara. Kondisi udara ditentukan oleh kombinasi dua faktor yaitu suhu dan kelembaban. Hampir semua proses pertanian atau pembudidayaan tanaman sangat memperhatikan suhu dan kelembaban.

Dalam praktek pembudidayaan tanaman selama ini suhu dan kelembaban sangat sulit untuk di modifikasi atau dikendalikan sesuai dengan kebutuhan. Pembuatan rumah kaca (*greenhouse*) merupakan solusi yang baik untuk media budidaya tanaman dan merekayasa unsur-unsur fisik lingkungan. Permasalahan yang dihadapi dalam pengkondisian keadaan lingkungan tersebut adalah perlunya pengontrolan atau kendali yang dilakukan secara berkelanjutan selama masa budidaya tanaman. Berdasarkan permasalahan yang ada maka dapat dibangun sebuah miniatur atau prototype

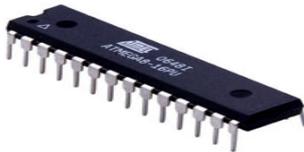
yang diasumsikan sebagai sebuah *greenhouse*. Miniatur *greenhouse* ini diterapkan dengan menggunakan sistem kontrol dalam pengujiannya. Sistem kontrol ini merupakan suatu alat kendali otomatis untuk memanipulasi kondisi udara dalam miniatur menyerupai layaknya kondisi lingkungan yang sebenarnya pada tanaman. Pengendalian tersebut dengan mengatur suhu dan kelembaban udara dari dalam miniatur dengan menggunakan mikrokontroler.

Tinjauan Pustaka

Mikrokontroler Atmega 8

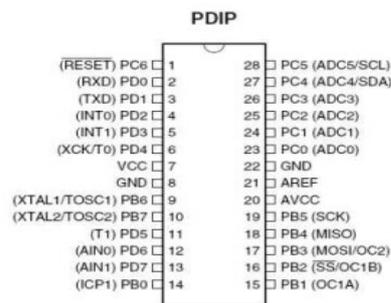
Mikrokontroler ATmega8 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8 bit yang banyak digunakan oleh para pemula. Seperti yang terbaca pada datasheet, mikrokontroler yang kita gunakan ini memiliki ukuran flash memori sebesar 8KB, SRAM sebesar 1KB, dan memori EEPROM sebesar 512 Bytes. ATmega8 memiliki 3 buah PORT utama yaitu PORTB, PORTC, dan PORTD dengan total pin input/output sebanyak 23 pin. PORT tersebut dapat difungsikan sebagai input/output digital atau difungsikan sebagai

peripheral lainnya. Gambar 1. adalah contoh dari mikrokontroler ATmega8.



Gambar 1. Mikrokontroler ATmega8

Deskripsi pin-pin pada mikrokontroler ATmega8 berdasarkan data sheet yang dikeluarkan pabrik dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. IC Mikrokontroler ATmega8

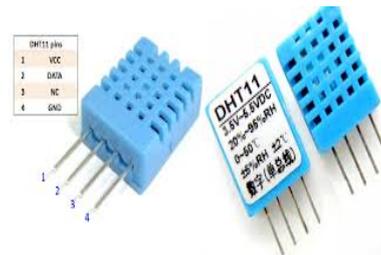
AVCC adalah pin suplay tegangan untuk ADC dan port lain. Pin ini harus dihubungkan dengan VCC, meskipun ADC tidak digunakan. Supaya Mikro ATmega8 lebih aman, disarankan sebelum dihubungkan ke VCC sebaiknya dipasang resistor 1k pada AVCC.

Tidak seperti sistem komputer, yang mampu menangani berbagai macam program aplikasi (misalnya pengolah kata, pengolah angka, dan lain sebagainya), Mikrokontroler hanya bisa digunakan untuk satu aplikasi tertentu saja. Perbedaan lainnya terletak pada perbandingan RAM dan ROM-nya. Pada sistem komputer perbandingan RAM dan ROM-nya besar, artinya program-program pengguna disimpan dalam ruang RAM yang relatif besar, sedangkan rutin-rutin antar muka perangkat keras disimpan dalam ruang ROM yang kecil. Sedangkan Pada mikrokontroler, perbandingan ROM dan RAM-nya yang besar artinya program control disimpan dalam ROM yang ukurannya relatif lebih besar, sedangkan RAM digunakan sebagai tempat penyimpanan sederhana sementara, termasuk register-register yang digunakan pada Mikrokontroler yang bersangkutan.

Sensor DHT 11

DHT11 adalah sensor Suhu dan Kelembaban, dia memiliki keluaran sinyal digital yang dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembaban yang kompleks. Teknologi ini memastikan keandalan tinggi dan sangat baik stabilitasnya dalam jangka panjang. mikrokontroler terhubung pada kinerja tinggi sebesar 8 bit.

Setiap sensor DHT11 memiliki fitur kalibrasi sangat akurat dari kelembaban ruang kalibrasi. Koefisien kalibrasi yang disimpan dalam memori program OTP, sensor internal mendeteksi sinyal dalam proses, kita harus menyebutnya koefisien kalibrasi. Sistem antarmuka tunggal-kabel serial terintegrasi untuk menjadi cepat dan mudah. Kecil ukuran, daya rendah, sinyal transmisi jarak hingga 20 meter, sehingga berbagai aplikasi dan bahkan aplikasi yang paling menuntut. Produk ini 4-pin pin baris paket tunggal. Koneksi nyaman, paket khusus dapat diberikan sesuai dengan kebutuhan pengguna.



Gambar 3. Sensor DHT 11

Komponen Elektronika

Komponen elektronika merupakan komponen terpenting dalam sebuah rangkaian elektronika [1].

1. Resistor
2. Kapasitor
3. Transistor
4. IC (*Integrated Circuit*)
5. LED
6. Switch
7. Transformator
8. Kristal
9. Relay
10. Dioda

USB Downloader AVR – USBasp dan USB TTL

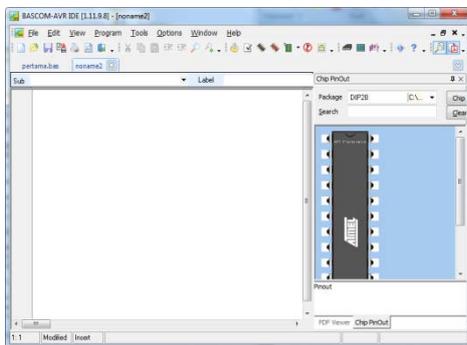
USBasp adalah merupakan salah satu downloader yang support untuk atmel mikrokontroler dan yang pada penggunaannya memakai jalur komunikasi melalui "port usb". Dahulu kala pada era tahun 2000 ke bawah(era 90'an) proses mendownload suatu program (firmware) ke

mikrokontroler masih menggunakan / melalui "port parallel(DB25)" tepatnya yang biasa digunakan untuk mesin printer pada era tersebut.

USB TTL adalah alat yang digunakan untuk menghubungkan mikrokontroler dengan perangkat komputer. Alat ini berfungsi untuk jalur komunikasi [2].

BascomAVR

Bascom AVR merupakan editor list program yang berbasis bahasa basic, ada banyak cara menuliskan program ke mikrokontroler salah satunya adalah Bascom AVR. Gambar 4. adalah tampilan awal dari pemrograman bascom AVR.



Gambar 4. Form Pada Bascom AVR

Setiap variable dalam Bascom AVR memiliki type data yang menunjukkan muatan atau besarnya memori yang terpakai olehnya. Dalam pemrograman variable berfungsi sebagai tempat penyimpanan data sementara [3].

Hasil dan Pembahasan

Deskripsi Sistem Pengendali Suhu Dan Kelembaban

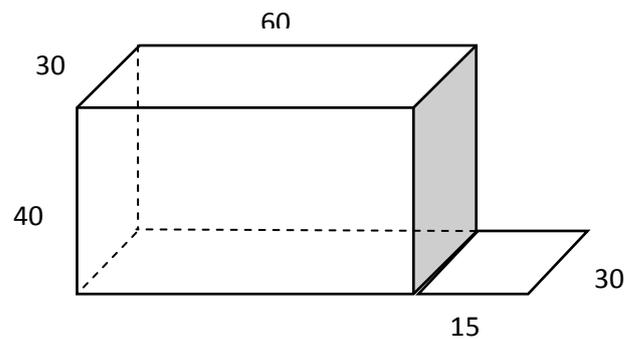
Sistem pengendali suhu dan kelembaban ruang greenhouse menggunakan mikrokontroler ATMEGA 8 ini digunakan sebagai alat pengendali dalam mengatur suhu dan kelembaban udara dalam ruang greenhouse yang manfaatnya adalah untuk membantu dan mempermudah pengondisian suhu dan kelembaban udara dalam ruang greenhouse sesuai kebutuhan. Dalam sistem ini menggunakan sensor sebagai indikator atau inputan dalam membaca kondisi suhu dan kelembaban sekitar ruangan.

Penggunaan alat ini akan berjalan secara otomatis berdasarkan perintah-perintah atau source code yang ditanam di dalam mikrokontroler tersebut. Pada kondisi suhu udara lebih tinggi dari yang di tetapkan pada source code maka sensor akan mengirim perintah untuk menyalakan output

kran air sehingga suhu kembali normal. Begitu pula pada kondisi kelembaban udara lebih tinggi dari yang ditetapkan maka sensor mengirim perintah untuk menyalakan output lampu dan blower dengan tujuan agar kelembaban udara kembali normal. Berbagai macam kondisi yang terdeteksi oleh sensor akan diikuti oleh aktifnya pula komponen output sesuai dengan perintah atau source code yang ditanam pada mikrokontroler.

Perancangan Alat

Pembuatan sistem pengendali suhu dan kelembaban ruangan ini melalui beberapa tahap pembuatan. Diawali dengan pembuatan box atau prototype hingga pembuatan mainboard. Maksud pembuatan box terlebih dahulu yaitu agar dapat meletakkan komponen-komponen output dan juga sebagai wadah agar dapat memudahkan dan menyesuaikan sistem dalam pembuatannya.



Gambar 5. Rancangan box

Pada Gambar 5. box atau prototype berbentuk seperti balok yang memiliki ukuran yaitu panjang = 60 cm, lebar = 30 cm, tinggi = 40 cm. Sehingga dapat di tentukan volume dari box tersebut adalah :

$$\begin{aligned} V. \text{ balok} &= P \times l \times t \\ &= 60 \times 30 \times 40 \\ &= 72.000 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

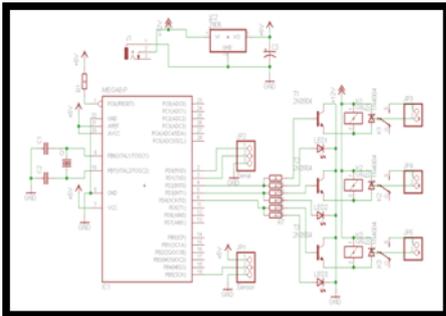
Sedangkan sisi yang sebelah kanan box hanya sebagai tempat meletakkan mainboard sistem. Dengan demikian sistem ini hanya akan bekerja pada volume ruang box atau miniatur greenhouse.



Gambar 6. Box sistem

Pembuatan kotak simulasi sistem pengendali suhu dan kelembaban di asumsikan sebagai sebuah *greenhouse* yang rangkanya terbuat dari alumunium berbentuk balok dan sisi dindingnya menggunakan plastic mica yang tembus pandang sehingga dapat terlihat dari sisi luar *box*.

Kemudian bagian bawah *box* sengaja tidak diberikan alas penopang, hanya dibagian tempat meletakkan *mainboard* saja yang di beri alas penopang, tujuannya ialah agar lebih memudahkan penulis pada saat melakukan percobaan.



Gambar 7. Rangkaian Elektronik Sistem

Pada Gambar 7. digambarkan berupa rangkaian elektronik rangkaian sistem pengendali lampu. Berdasarkan Gambar 7. sistem ini terdapat tiga bagian terpenting yaitu:

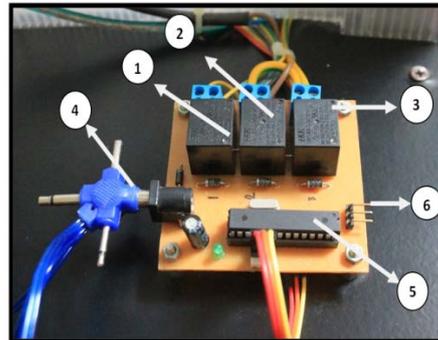
1. Mainboard

Pembuatan *mainboard* diawali pada perancangan circuit yang disesuaikan berdasarkan rangkaian elektronika pada Gambar 7. seperti yang sudah tertera pada rangkaian elektronika. *Mainboard* akan disematkan *mikrokontroler* ATMEGA8 yang mana masing masing portnya memiliki perbedaan fungsi yakni port D akan dihubungkan dengan rangkaian komponen *output*, yaitu port D.2 untuk lampu, port D.3 untuk keran air, port D.4 untuk blower, sedangkan untuk komponen *input* dihubungkan dengan port B, yaitu port B.5 untuk sensor DHT 11. Pemasangan komponen pada rangkaian *mainboard* dilakukan secara bertahap dan perlahan-lahan. Jarak line sirkuit yang begitu rapat mengharuskan untuk berhati-hati dalam pengeboran tempat kaki komponen yang akan disambungkan pada rangkaian sirkuit.

2. Input

Gambar 9. merupakan Sensor DHT11 diletakkan pada dinding dalam *box* yang bertujuan untuk mendeteksi atau membaca

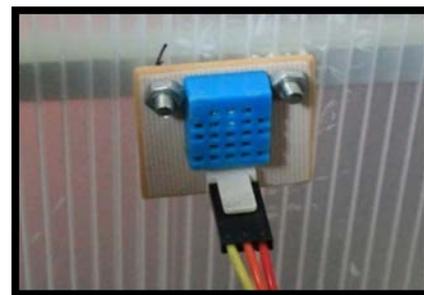
suhu dan kelembaban sekitar ruangan *box* yang menjadi indikator dalam sistem.



Gambar 8. Mainboard

Keterangan :

1. Relay untuk output Blower
2. Relay untuk output Keran air
3. Relay untuk output Lampu
4. Adaptor
5. Mikrokontroler
6. Port USB TTL



Gambar 9. Sensor DHT 11

3. Output

Dalam sistem ini menggunakan 3 komponen *output* yaitu, lampu, keran air, dan blower. Masing-masing komponen diletakan terpisah sesuai fungsi dan kegunaannya. Untuk lampu berada di tengah-tengah *box* dengan fungsi apabila suatu kondisi suhu turun atau kurang dari suhu standar maka lampu akan menyala atau aktif untuk menaikkan suhu hingga mencapai suhu standar yang ditentukan. Kemudian untuk keran air diletakan di luar *box*, karena untuk memompa/menyedot air dari luar kedalam *box*, air dialirkan melalui selang yang terhubung dengan keran air kedalam *box*, dengan asumsi apabila kelembaban turun atau kurang dari kelembaban minimum maka keran air akan menyala atau aktif dan mengeluarkan butiran-butiran air halus ke udara ruangan *box* untuk menaikkan kembali kelembaban udara dalam *box*. Selanjutnya untuk output blower diletakan di sisi dinding sebelah kanan *box* dan dinding diberi lubang

sesuai besarnya blower tersebut, fungsinya agar blower dapat menghisap udara dari dalam keluar *box* dan sebagai sistem sirkulasi udara dalam *box*. Dalam sistem, blower ini di asumsikan apabila suhu mengalami kenaikan atau lebih dari suhu standar maka blower akan bekerja mengeluarkan udara panas yang ada didalam *box*, sehingga suhu udara dalam *box* dapat turun kembali atau sesuai dengan nilai suhu yang diinput.

Implementasi

Implementasi dalam sistem pengendali suhu dan kelembaban ruangan ini diawali dari pemasangan USB ASP pada mainboard. Pemasangan USB ASP ini bertujuan untuk men-download program yang sudah dibuat kedalam mikrokontroler pada *mainboard*.



Gambar 10. Proses *Download Mainboard*

Pengujian Sistem

Dalam tahap yang terakhir ini semua komponen telah terpasang dengan baik. Program utama juga telah didownload kedalam mikrokontroler sehingga sistem siap untuk di jalankan.

Dalam kondisi seperti ini mikrokontroler mulai membaca program yang sudah ditanam pada mikrokontroler. Hingga beberapa saat akan seperti ini hingga perintah yang dikirim melalui tampilan *interface* yang sudah diprogram menggunakan *Visual Basic*. Akan tetapi *interface* tidak akan berfungsi jika tidak dihubungkan terlebih dahulu dengan mikrokontroler. Hubungkan terlebih dahulu dengan menggunakan USB TTL dari perangkat komputer menuju perangkat mikrokontroler dengan port yang telah disediakan. Setelah USB TTL terpasang dengan benar sesuai port yang disediakan maka akan ditandai dengan nyala lampu merah pada USB TTL yang artinya telah terhubung seperti Gambar 11.

Setelah semuanya telah terhubung dengan baik, kini mulai masuk dalam tampilan *interface*. Dalam kondisi ini sistem



Gambar 11. USB TTL aktif

belum dapat bekerja, dikarenakan belum ada nilai suhu standar dan nilai kelembaban standar. Button konfirmasi dan kirim belum aktif, yang artinya *interface* belum dapat diberi nilai inputan. Maka tekan button *connect* pada *interface*, sehingga button konfirmasi dan kirim akan aktif seperti pada Gambar 12.



Gambar 12. *Button Connect* sudah di tekan

Button Konfirmasi dan Kirim telah aktif, selanjutnya sebelum memasukan nilai input suhu standar dan kelembaban standar, terlebih dahulu setting konektifitas *interface*. Pada proses menghubungkan USB TTL dengan perangkat komputer tadi, komputer membaca bahwa port yang digunakan adalah port COM2. Maka dalam *combo box* *interface* sistem, pilih dengan port COM2, kemudian pilih frekuensi baudrate yang terhubung pada 9600 seperti pada Gambar 13.

Konektifitas *interface* telah disetting sesuai dengan port dan frekuensinya, hal ini berguna agar sistem dengan *interface* dapat saling terhubung dengan baik. Pada kondisi ini sistem belum sepenuhnya berjalan dikarenakan belum adanya nilai input sebagai pembandingan dengan hasil pemdeteksian sensor DHT11 sebagai indikator. Selanjutnya tekan button Konfirmasi maka akan muncul tampilan seperti Gambar 14.



Gambar 13. Setting interface

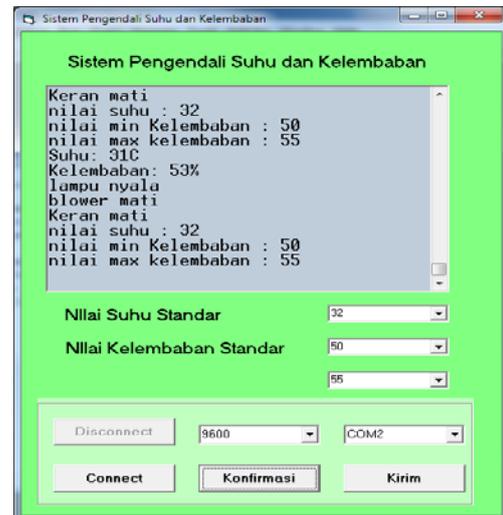


Gambar 14. Tampilan Masukan Nilai Suhu dan Kelembaban

Pada Gambar 14, terdapat notifikasi untuk memasukkan nilai suhu dan kelembaban. Dalam kondisi seperti ini sistem juga belum mendapat hasil suhu ruang dan kelembaban ruang saat itu dari sensor DHT 11 yang dalam sistem ini merupakan indikator. Maka setelah itu masukan nilai input suhu dan kelembaban standar yang telah tersedia pada combo box interface sistem.

Untuk memasukkan nilai – nilai input dalam sistem ini harus berdasarkan kondisi atau ketentuan yang sesuai dengan program yang telah dimasukkan kedalam mikrokontroler atau sesuai dengan alur dalam flowchart telah dibuat. Hal ini bertujuan agar dalam pengujian sistem dapat berjalan dengan baik sesuai kondisi.

Selanjutnya dalam tahap ini penulis mencoba menginput nilai sembarang karena belum mengetahui suhu dan kelembaban ruang saat itu. Setelah memasukan nilai input yang dalam sistem ini yaitu nilai Suhu, nilai minimal Kelembaban dan nilai maksimum Kelembaban, maka tekan button Kirim. Selanjutnya sistem akan memproses nilai inputan tadi dengan hasil pembacaan dari sensor DHT 11 sebagai indikator untuk dibandingkan. Semua inputan itu diproses oleh mikrokontroler sesuai dengan program yang telah dibuat untuk mendapatkan hasil output yang sesuai.



Gambar 15. Tampilan interface lampu aktif

Dalam kondisi ini suhu ruang dideteksi sebesar 31°C sedangkan nilai inputan suhu yaitu 32°C. Ini artinya suhu ruang kurang dari pada nilai input suhu, maka dengan itu sesuai dengan program yang telah dibuat pada mikrokontroler sistem akan mengaktifkan lampu sebagai output.



Gambar 16. Output lampu menyala

Pada Gambar 16. lampu menyala disebabkan suhu ruang saat itu kurang dari nilai suhu inputan, maka berdasarkan program yang telah dibuat pada mikrokontroler, sistem mengaktifkan output lampu. Tujuan diaktifkannya lampu ini yaitu untuk menaikkan suhu ruang sesuai nilai input suhu, yaitu yang tadinya 31°C menjadi 32°C. Sedangkan untuk kelembaban ruang berada pada range kelembaban standar. Karena penulis menginginkan kelembaban berada pada range 50% sampai dengan 55%, dan kelembaban ruang saat itu berada pada 53% maka terhitung dalam kelembaban standar, sehingga tidak ada output yang aktif.

Selanjutnya penulis mencoba menginput nilai yang berbeda, dengan tujuan ingin mengetahui output apakah yang akan aktif jika diberi nilai inputan yang berbeda.



Gambar 17. Tampilan *interface* blower aktif

Pada Gambar 17. terlihat kondisi suhu ruang yang terdeteksi ialah 32°C dan kelembaban ruang yaitu 56%, sedangkan nilai suhu yang diinput adalah 30°C dan nilai input kelembaban ialah bekisar 50% sampai 55%. Hal ini berarti suhu ruang lebih besar dari pada nilai input suhu, begitu juga dengan kelembaban ruang lebih besar dari pada range nilai kelembaban. Maka berdasarkan program yang telah dibuat pada mikrokontroler dalam kondisi seperti ini sistem mengaktifkan output blower. Pada Gambar 17. dalam *interface* tersebut juga menginformasikan bahwa blower hidup.

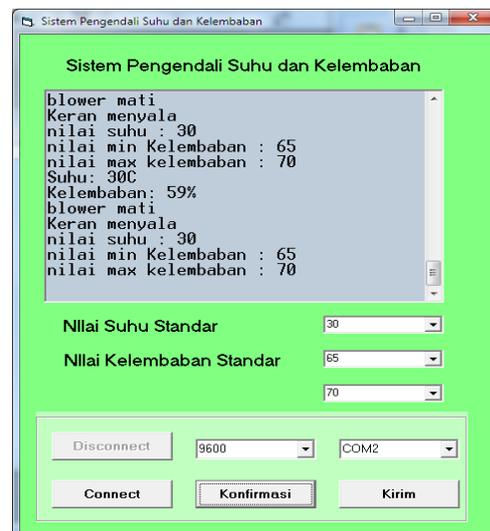
Pada Gambar 18. terlihat bahwa blower pada *box* aktif, dikarenakan suhu ruang lebih besar dari pada nilai input suhu, begitu pula dengan kelembaban ruang yang pada saat itu lebih besar dari range nilai kelembaban. Maka sistem mengaktifkan blower dengan tujuan udara serta uap air yang berada

dalam ruang *box* dikeluarkan dan digantikan dengan udara baru yang memungkinkan suhu serta kelembaban dapat turun mencapai standar yang ditentukan sesuai inputan.



Gambar 18. Output blower hidup

Kini penulis ingin mencoba untuk mengaktifkan output keran air pada sistem. Karena dalam output keran air berhubungan dengan tingkat kandungan kelembaban di udara yaitu keran air akan aktif apabila kelembaban ruang kurang dari nilai kelembaban minimum, maka yang perlu sekali diperhatikan ialah dalam menginput nilai range kelembaban pada sistem. Penulis harus memberi inputan nilai range kelembaban diatas dari pada kelembaban ruang saat ini seperti pada Gambar 19.

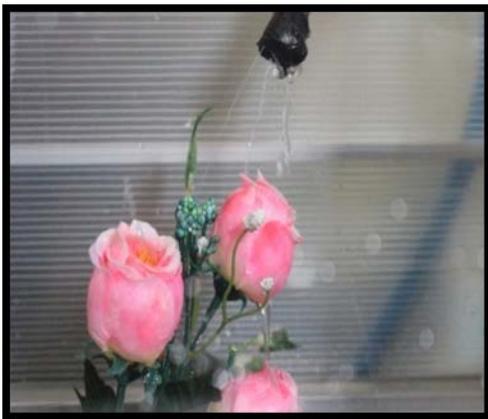


Gambar 19. Tampilan *interface* Keran air aktif

Dapat dilihat pada Gambar 19. nilai inputan yang dimasukan ialah nilai suhu standar 30°C dan nilai kelembaban standar bekisar antara 65% sampai 70%. Ini artinya bahwa suhu ruang berada dalam kondisi suhu standar, sedangkan untuk kelembaban

ruang berada jauh di bawah range kelembaban standar. Maka sistem membaca kelembaban ruang kurang dari nilai kelembaban standar, sehingga sistem mengaktifkan output keran air.

Asumsinya adalah jika kelembaban ruang kurang dari nilai range kelembaban standar berarti dalam ruangan *box* tersebut kandungan uap air kurang dari yang diinginkan sesuai inputan, maka dengan aktifnya keran air akan menambah kandungan air dalam udara tersebut, sehingga mencapai nilai kelembaban sesuai yang diinputkan.



Gambar 20. Output keran air menyala

Berikut ini telah dirangkum hasil dari percobaan-percobaan dari berbagai kondisi dapat dilihat pada Tabel 1 :

Tabel 1. Hasil Percobaan Sistem

No	Kondisi	Output		
		Lampu	Blower	Keran Air
1.	$T < N_s$	Aktif	Tidak aktif	Tidak aktif
2.	$T > N_s$	Tidak aktif	Aktif	Tidak aktif
3.	$H > K_{max}$	Tidak aktif	Aktif	Tidak aktif
4.	$H < K_{max}$	Tidak aktif	Tidak aktif	Tidak aktif
5.	$H < K_{min}$	Tidak aktif	Tidak aktif	Aktif
6.	$H < K_{min}$	Tidak aktif	Tidak aktif	Tidak aktif

Keterangan :

- T = Suhu ruang
- N_s = Nilai suhu
- H = Kelembaban
- K_{min} = Kelembaban minimum
- K_{max} = Kelembaban maksimum

Sistem akan bekerja dari penjelasan awal hingga akhir berdasarkan kondisi-kondisi yang didapat. Dan sistem akan terus

berulang hingga sistem tidak dialiri listrik kembali. Pada saat itulah sistem berhenti.

Kesimpulan

Dari perancangan dan implementasi yang telah dilakukan, ada beberapa kesimpulan yang dapat dikemukakan sebagai hasil dari penelitian, antara lain:

1. Sistem Pengendali suhu dan kelembaban pada miniatur *box* berhasil dibangun dengan menggunakan mikrokontroler ATMEGA 8.
2. Sistem pengendali suhu dan kelembaban ini berjalan secara otomatis berdasarkan inputan yang dimasukan melalui interface sistem yang kemudian diproses oleh mikrokontroler sesuai program. Dan sebagai acuan yang menjadi indikator atau inputan dalam sistem ini adalah hasil pendeteksian sensor DHT11 atas suhu dan kelembaban dalam ruang miniatur *greenhouse*.

Referensi

- [1] Supriyatna, T. 2013. Belajar Mudah Merangkai Rangkaian Elektronika.: Kata Pena.
- [2] Munawir, Warsoni. (2014). Sistem Pengendali Lampu Ruangan Berdasarkan Keberadaan Manusia Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA 16. Skripsi. Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mulawarman, Samarinda.
- [3] Mety, Wahyu. (2014). Rancang Bangun Sistem Pengendali Lampu Toilet Otomatis Menggunakan Sensor Passive Infra Red. Skripsi. Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mulawarman, Samarinda.