

Rumah Kaca Cerdas Untuk Budidaya Tanaman Bunga Krisan

Olga Melo (P2700211034), Rhiza S. Sadjad, Adnan

Abstrak

Salah satu komoditas hortikultura yang menjadi program prioritas pemerintah untuk dikembangkan masyarakat kota Tomohon adalah tanaman hias. Tanaman hias bunga krisan merupakan salah satu komoditas potensial yang dikategorikan sebagai komoditas hortikultura strategis, permintaan dan kebutuhan tanaman bunga krisan di pasar domestik, nasional dan internasional cenderung meningkat dari waktu ke waktu olehnya sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat saat ini khususnya dibidang teknologi komputerisasi dengan hadirnya piranti-piranti komputer yang bekerja secara otomatis maka akan didisign sistem pengontrolan terpadu menggunakan teknologi mikrokomputer karena dinilai mempunyai prospek yang smart untuk digunakan pada pengolahan dibidang pertanian khususnya budidaya bunga krisan. Penelitian ini bertujuan mendisign suatu sistem pengontrolan smart untuk pengaturan suhu dan kelembaban untuk pertumbuhan tanaman bunga krisan di dalam rumah kaca. Sistem kontrol menggunakan mikrokomputer untuk monitoring pada PC menggunakan media RSS 232 akan memberikan dampak yang baik pada budidaya tanaman bunga krisan dalam hal meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil produksi. Metode penelitian yang digunakan untuk mencapai target dan tujuan penelitian dengan mendesign prototype sistem pengontrolan rumah kaca cerdas untuk budidaya tanaman bunga krisan secara otomatis menggunakan mikrokomputer maka petani atau pengelola budidaya dapat mengatur proses penyiraman tanaman secara otomatis dengan jumlah tenaga kerja lebih sedikit dari menggunakan metode konvensional dan dapat mengatur pemberian kadar air yang tepat Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan sistem yang dikembangkan berfungsi sesuai dengan perencanaan. Pengujian sensor suhu menunjukkan bahwa kesalahan relatifnya 1,53%. pada sensor kelembaban kesalahan relatifnya 1,26%. ketelitian pengukuran besaran suhu dan kelembaban menentukan keberhasilan pengaturan sistem pendistribusian air dan pengaturan uap air panas. Hasil uji kinerja sistem di lapangan pada rumah kaca tempat budidaya tanaman bunga krisan maka sistem dapat bekerja dan merespon dengan baik parameter iklim yang terdeteksi pada tiap tahapan atau fase pertumbuhan dan fase pembungaan. Grafik hasil pengujian menunjukkan kurva yang linier, jadi dapat disimpulkan bahwa sistem dapat melakukan aksi pengontrolan dengan baik

Kata kunci: Rumah kaca cerdas, Suhu, Kelembaban, mikrokontroller, bunga krisan.

1. Pendahuluan

Gunung Lokon adalah gunung yang terletak di kota Tomohon Propinsi Sulawesi Utara. Gunung Lokon termasuk jenis gunung berapi yang memiliki aktivitas

vulkanik yang tinggi dan memiliki siklus letusan 3-4 per bulan. Aktivitas vulkanik tersebut mendukung kesuburan tanah di daerah lereng Gunung Lokon, sehingga banyak komoditas hortikultura dapat tumbuh dengan baik di kawasan tersebut.

Salah satu komoditas hortikultura yang menjadi program prioritas pemerintah dan dikembangkan masyarakat kota Tomohon adalah tanaman hias. Tanaman hias merupakan salah satu komoditas potensial yang dikategorikan sebagai komoditas hortikultura strategis. Permintaan dan kebutuhan pasar domestik, nasional dan internasional tanaman hias cenderung meningkat dari waktu ke waktu. Secara signifikan kebutuhan tanaman hias di pasar domestik yang cukup besar ternyata masih belum dapat dipenuhi seluruhnya oleh produksi dalam negeri, sehingga masih diperlukan impor sekitar 5–15 % dari total volume yang dibutuhkan. Meningkatnya kegarahan industri florikultura tanaman hias di tanah air perlu didukung oleh seluruh komponen agribisnis yang terkait dengan system kerjasama yang komprehensif dari hulu hingga hilir. Potensi geografis dan historis sosial budaya sangat potensial untuk mengembangkan industri florikultura sebagai komoditas industri yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan pariwisata di kota Tomohon.

Luas panen dan total produksi dari jenis tanaman hias di kota Tomohon: Anggrek 4,75 ha dengan produksi 236.040 tangkai; Gladiol 3,52 ha dengan produksi 14.999.136 tangkai; Krisan : 2,15 ha dengan produksi 1.042.380 tangkai, anyelir 0,25 ha dengan produksi 148.528 tangkai, kerkilly 2,59 ha dengan produksi 723.168 tangkai, anthurium 7,92 ha dengan 161.157 tangkai dan aster 1,83 ha dengan 547.812 tangkai (Dinas Pertanian, Peternakan dan Perikanan kota Tomohon, 2011). Capaian produksi tanaman hias ini belum sesuai dengan target yang diinginkan karena ada beberapa teknologi dalam sistem usaha tani yang belum dilakukan oleh petani. Sistem usaha tani tanaman hias pada umumnya telah didukung oleh SDM petani yang rata-rata memiliki ketrampilan memadai dan dianggap telah berpengalaman dalam usaha ini. Namun demikian masalahnya adalah teknologi usaha tani yang diterapkan masih sederhana, teknologi perbanyakan benih belum semuanya dapat dilakukan petani. Sementara itu hasil panen bunga potong secara umum belum menggunakan teknologi atau perlakuan khusus untuk meningkatkan mutu hasil. Kualitas dan kuantitas bunga potong yang dihasilkan petani (tradisional) masih belum maksimal

(Gambar 1). Semua ini berdampak pada harga jual bunga terkadang tidak dapat menutup biaya produksi yang telah dikeluarkan. Oleh karena itu peningkatan hasil produksi harus disertai dengan perbaikan teknologi budidaya untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen.

Salah satu tanaman hias yang dibudidayakan di kota Tomohon adalah bunga Krisan. Krisan merupakan jenis tanaman berupa perdu yang menghasilkan bunga yang cantik. Manfaat lain Bunga krisan juga telah turun temurun digunakan sebagai minuman tradisional berkhasiat melancarkan peredaran darah, mengandung senyawa antioksidan, antiperitik dan antiinflamasi. Manfaat lain juga dari bunga krisan sebagai penghasil racun serangga.

Budidaya tanaman Bunga Krisan terletak 10 km dari puncak gunung Lokon, tepatnya di Desa Kakaskasen Tomohon Propinsi Sulawesi Utara. Krisan adalah salah satu jenis bunga potong dan bunga pot yang cukup familiar bagi manusia. Tidak hanya di Propinsi Sulawesi Utara tapi juga di Indonesia juga sudah dikenal di dunia. Hal itu karena prospek budidaya krisan sebagai bunga potong sangat cerah, didukung dengan pasar yang sangat potensial. Permasalahannya tidak mudah membudidayakan tanaman bunga krisan, kecuali memenuhi persyaratan khusus seperti parameter iklim lingkungan seperti suhu, kelembaban dan cahaya agar pengelolaannya tidak susah. Pada pembudidayaan tanaman krisan dalam bangunan tertutup seperti rumah kaca, dapat ditambahkan CO₂, hingga mencapai kadar yang dianjurkan. Tanaman hias bunga krisan membutuhkan air yang memadai, tetapi tidak tahan terhadap terpaan air hujan. Oleh karena itu untuk daerah yang curah hujannya tinggi seperti di kota Tomohon, penanaman dilakukan di dalam rumah plastik dan rumah kaca.

Beberapa permasalahan yang terdapat pada sistem budidaya tanaman krisan dalam rumah kaca yang menggunakan metode manual, (Farid Thalib dan Sylvia Lim) yaitu: (a) Pada rumah kaca yang berskala besar, petani atau pengelola sulit mengatur proses penyiraman tanaman, karena dibutuhkan banyak tenaga kerja untuk mengerjakannya; (b). Pengelola sukar mengatur pemberian kadar air yang tepat dan kurangnya pemberian air akan mengganggu produksi tanaman. Sebaliknya, penyiraman dan pemberian air yang berlebihan akan menyebabkan tumbuhnya jamur dan bakteri (c). Tanaman krisan membutuhkan pemberian kadar nutrisi yang tepat untuk merangsang pembungaan. Kesalahan dalam proses penyiraman tanaman dan kurangnya pengaturan cahaya dapat menyebabkan terhambatnya pembungaan tanaman krisan.

Dewasa ini, menurut Widya (2010), pertanian modern banyak memanfaatkan sistem pertanian dengan lingkungan yang terkontrol (*Controlled Environment in Agriculture*) atau lebih dikenal dengan sebutan CEA,

yaitu sebuah sistem pertanian buatan yang dirancang khusus dengan tingkat pemantauan dan pengontrolan variabel-variabel lingkungan yang lebih intensif. Tanaman dalam CEA dapat dipertahankan kondisi lingkungannya dengan menggunakan pencahayaan tambahan, suplai nutrisi, suhu maupun kelembaban yang dapat dikontrol sesuai kebutuhan. Media tumbuh yang mengandung nutrisi dapat diformulasikan dan disesuaikan dengan karakter tanaman. Integrasi teknologi sistem komputerisasi dan sistem pertanian saat ini dimaksudkan guna mendukung efisiensi, produktifitas dan profitabilitas pertanian. Hal tersebut didorong oleh timbulnya permasalahan di lapangan terkait dengan belum optimalnya produktivitas tanaman yang diakibatkan antara lain, kurang intensifnya pemantauan (monitoring) tanaman pada masa pertumbuhan.

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat dewasa ini khususnya dibidang teknologi komputerisasi dan permasalahan-permasalahan yang teridentifikasi seperti hal tersebut di atas, maka dalam penelitian ini akan didisign Integrasi pengontrolan terpadu dengan menggunakan *microcomputer* karena dinilai mempunyai prospek yang smart digunakan dalam bidang pertanian seperti pendistribusian air menggunakan teknologi irigasi tetes dan pengaturan uap air panas secara terkontrol pada pertumbuhan tanaman bunga krisan di rumah kaca.

Penelitian ini didisign prototype rumah kaca cerdas teknologi irigasi tetes dan pengaturan kelembaban pada fase pertumbuhan dan fase pembungaan dengan sistem otomatisasi menggunakan mikrokomputer, merekayasa parameter iklim untuk mengoptimalkan produksi tanaman, peningkatan kualitas panen dan efisiensi produk dan menggambarkan aksi pengontrolan dalam proses kinerja sistem rumah kaca cerdas. Penggunaan rumah kaca cerdas dengan teknologi mikrokontroller dan teknologi sensor akan berdampak baik pada budidaya tanaman bunga krisan dalam hal meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen (produksi). Berkembangnya budidaya tanaman bunga hias bunga diharapkan dapat membantu upaya peningkatan produktivitas lahan dan pendapatan petani dan pengelola budidaya disamping dapat membantu upaya ketersediaan produksi tanaman hias khususnya bunga krisan sebagai tanaman hortikultura yang dapat mendukung program pemerintah Kota Tomohon yang dijuluki kota bunga dan salah satu kota yang menjadi tujuan wisata di Propinsi Sulawesi Utara.

2.1 Teori Dasar

2.1 Parameter Sistem Kontrol

2.1.1 Sensor Suhu dan Kelembaban

SHT-11 adalah sebuah chip tunggal untuk sensor suhu dan kelembaban relatif yang mempunyai banyak modul sensor yang terdiri dari sebuah pengkalibrasi digital. Bagian masukan terdiri dari sebuah 3 elemen

kapasitif polymer untuk kelembaban relatif dan sebuah pita regangan sebagai sensor suhu. Keduanya adalah kopel tanpa lapisan untuk 14 bit analog ke digital converter dan sebuah serial interface circuit pada chip yang sama. Akibatnya pada kualitas signal superior, waktu respon yang sangat cepat dan kurang pekaan terhadap gangguan luar pada banyak persaingan harga / nilai. Setiap SHT-11 adalah pengkalibrasi tersendiri pada sebuah ruang ketelitian kelembaban dengan sebuah kaca hygrometer sebagai referensi. Koefisien kalibrasi diprogram ke memory OTP. Koefisien tersebut digunakan dalam pengukuran untuk mengkalibrasi sinyal dari sensor. Dua kabel serial interface dan regulasi tegangan internal memberikan integrasi sistem yang cepat. Hal itu memerlukan ukuran daya yang rendah, sehingga dapat dipakai untuk aplikasi yang telah ditentukan.

2.1.2 Mikrokontroler

Microcontroller adalah salah satu bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer *mainframe*, *microcontroller* dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Secara sederhana komputer akan menghasilkan *output* spesifik berdasarkan *input* yang diterima dan program yang dikerjakan.

Kontrol merupakan usaha pengaturan terhadap objek atau proses agar sesuai dengan tujuan tertentu. Suatu sistem kontrol memiliki hubungan timbal balik antara komponen-komponen yang membentuk konfigurasi sistem yang memberikan suatu hasil atau respon yang dikehendaki.

Microcontroller adalah alat yang mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya, seperti komputer pada umumnya. Artinya bagian terpenting dan utama dari suatu sistem komputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang *programmer*. Program ini menginstruksikan komputer untuk melakukan jalinan yang panjang dari aksi-aksi sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh *programmer*.

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bits word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock, berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock. Hal ini terjadi karena perbedaan arsitektur yang dipakai. AVR menggunakan arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computing) sedangkan MCS51 menggunakan arsitektur CISC (Complex Instruction Set Computing).

AVR secara umum dapat dibagi menjadi empat kategori antara lain; ATtiny, AT90Sxx, ATmega, dan AT86RFxx. Yang membedakan keempat kategori diatas secara mendasar ialah ukuran memori, peripheral, dan fungsinya.

2.2 Implementasi Sistem

2.2.1 Pemodelan Sistem

Perancangan sistem pengaturan parameter lingkungan dalam rumah kaca cerdas untuk budidaya tanaman bunga krisan seperti konfigurasi sistem pada gambar 1. Konfigurasi sistem pengaturan otomatis perubahan suhu dan kelembaban pada rumah kaca menggunakan sistem pengaturan lup tertutup. Secara otomatis perubahan suhu dan kelembaban di dalam rumah kaca akan diumpanbalikan ke kontroler oleh sensor. Kontroler akan membandingkan dan menghitung sinyal aktual dengan sinyal referensi yang kemudian diolah sesuai dengan algoritma kontrol yang digunakan dan mengeluarkan sinyal kontrol ke aktuator/penggerak untuk memberi pengaruh pada *plant* sehingga didapatkan sinyal aktual sesuai sinyal referensi.

2.2.2 Rancangan Perangkat Keras

Rancangan perangkat keras sistem rumah kaca cerdas dapat digambarkan dalam bentuk diagram blok (gambar 2). Diagram ini akan menampilkan keseluruhan sistem dengan semua parameter kontrol secara fungsional. Sensor digunakan untuk mengubah besaran fisis seperti suhu dan kelembaban menjadi besaran listrik. Keluaran sensor menghasilkan tegangan listrik. Mikrokontroler mengendalikan pompa air sesuai dengan batasan suhu dan kelembaban yang ditetapkan pemakai melalui papan keypad. Hasil pembandingan ini akan menentukan apakah mikrokontroler mengaktifkan atau mematikan sistem. Informasi suhu dan kelembaban yang diterima akan ditampilkan pada LCD.

Perancangan Rangkaian Sensor

Sensor SHT 11 berfungsi untuk mendeteksi tingkat suhu dan kelembaban pada rumah kaca. Parameter yang telah terdeteksi dikonversikan menjadi sinyal digital oleh rangkaian ADC. Sinyal tersebut diproses dan dikontrol oleh Mikrokontroler Arduino Uno. Mikrokontroler berfungsi untuk mengontrol katup dan heater menggunakan *driver relay* dan *driver capacitor* sebagai *switch*. Jika tingkat suhu pada rumah kaca melebihi batas yang ditentukan, maka pompa akan mendistribusikan air sampai tingkat suhu yang ditentukan. Bila kondisi kelembaban dan kadar air tanah kurang dari batas yang telah ditentukan, maka media pengairan akan aktif sampai kelembaban dan kadar air tanah sesuai dengan ketentuan. Heater berfungsi meningkatkan kelembaban dengan cara memberi uap panas dalam rumah kaca dan Pump kedua berfungsi menambah kadar air tanah dengan penyiraman pada media tanah. Display (LCD) pada alat tersebut berfungsi untuk menampilkan *variable* ukur yang terdeteksi pada prototype rumah kaca.

2.2.3 Rancangan Perangkat Lunak

Proses yang pertama kali dilakukan adalah penginisialisasian perangkat keras. Selanjutnya dilakukan pembacaan nilai suhu dan kelembapan dari A/D-C. Kedua indikator yang telah diubah menjadi data digital itu akan dibandingkan dengan nilai batas yang telah ditetapkan dalam program bila tidak ada selaan dari papan kunci.

Pemrograman berikutnya adalah pengiriman data yang akan ditampilkan pada bagian peraga (*display*). Alur sub program bagian *display* diawali dengan pengiriman data awal ke register perintah. Setiap jenis LCD mempunyai data awal tersendiri. Selanjutnya, program mengambil data dari papan kunci dan dari A/D-C. Data yang telah diambil dikirimkan ke LCD untuk ditampilkan.

2.3 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem hasil perancangan apakah berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi sistem yang direncanakan. Data hasil pengujian akan dianalisa untuk dijadikan acuan dalam mengambil kesimpulan. Pada pengujian sistem, *hardware* dan *software* terintegrasi dalam satu kesatuan sistem. Pengujian dilakukan dengan memadukan parameter *hardware* yang kemudian dijalankan melalui sistem *programmable*. Saat sistem dijalankan kontroler akan menginisialisasi alamat serta fungsi dari masing-masing parameter pendukung kemudian melakukan proses pengisian *set point* melalui *keypad*. Metode pengujian skenario pertama pengujian laboratorium pada setiap variabel sistem kontrol dan pengujian sistem terintegrasi secara terpadu dan skenario kedua pengujian eksperimental lapangan di rumah kaca tempat budidaya tanaman bunga krisan CV Vivi Gralia Kakaskasen kota Tomohon.

2.3.1 Pengujian Laboratorium Pengujian Sensor Suhu

Pengujian ini bertujuan menguji fungsi dan kinerja sensor juga untuk mengkalibrasi sensor suhu dengan sebuah termometer. Pengujian fungsi kerja sensor dalam rumah kaca cerdas dilakukan untuk membuktikan karakteristik dan kepekaan (*sensivitas*) sensor. Hasil pengujian seperti pada tabel 4.1.

Pengujian Sensor Kelembaban

Pengujian ini bertujuan menguji fungsi rangkaian sensor kelembaban dalam rumah kaca cerdas, khususnya untuk mengetahui besarnya selisih nilai kelembaban hasil perhitungan dengan nilai yang ditampilkan pada LCD. Hasil Pengujian seperti pada tabel 4.2.

2.3.2 Pengujian Eksperimental Lapangan

Suhu tanah pada rumah kaca pada awal pertumbuhan tanaman dan penanaman bibit bunga krisan (pengujian dilakukan pukul 16.00 tanggal 11 Maret 2013 pada bunga yang berumur dua minggu) yaitu 20°C. Suhu tanah terus berubah sesuai dengan perubahan cuaca. Semakin panas maka proses evaporasi dan transpirasi akan terus terjadi, hal ini menyebabkan suhu tanah terus meningkat. *Set point* menunjukkan peningkatan suhu dari 20 °C, 22 °C, 24 °C, 26 °C, 28 °C secara bertahap. Pada saat LCD menunjukkan tampilan 28°C, maka katup “on” dan mendistribusikan air irigasi dengan sistem tetes dan menurunkan suhu menjadi 20 °C sehingga katup “off”.

2.4 Pembahasan dan Analisa

Dari hasil uji fungsi bahwa rangkaian mikrokontroler bekerja sesuai dengan rancangan. Kesalahan relatif penghitungan suhu dihitung dengan cara membandingkan selisih antara tampilan LCD dan Termometer dengan nilai termometer (sebagai acuan).

Persamaannya adalah :

$$\%100 = \frac{\text{TerLCD} - \text{TeriTTE}}{\text{TeriTTE}}$$

dengan :

TTer = nilai hasil pengukuran dengan termometer (set point);

TLCD = nilai yang ditampilkan oleh LCD (hasil sensor)

Ei = kesalahan relatif tiap pengukuran.

Dari hasil penghitungan berdasarkan tabel 4.1 diperoleh kesalahan relatif rata-rata sebesar : E = 1,53%.

Analogi dengan penghitungan suhu, kesalahan relatif kelembaban dibandingkan dengan hasil penghitungan teoritiknya.

Persamaannya adalah :

$$\%100 = \frac{\text{TLCD} - \text{HT}}{\text{HT}} \cdot \text{Ei}$$

dengan :

HT = nilai hasil penghitungan secara teori (pengukuran Vx dengan voltmeter);

HLCD = nilai yang ditampilkan oleh LCD (hasil A/D-C); dan

Ei = kesalahan relatif tiap pengukuran.

Hasil perhitungan kesalahan relatif rata-rata yaitu : E = 1,26%.

Dari Tabel 4.3 terlihat bahwa pada fase pertumbuhan tanaman bunga krisan suhu pada siang hari di dalam rumah kaca berubah sampai batas maksimum 28°C katup akan on sehingga akan mendistribusikan air ke tanaman bunga krisan dan jika suhu di setting 20°C maka katup akan bekerja sesuai nilai set point yang terdeteksi.

Pada fase pembungaan dilakukan pengujian dan pengukuran pada minggu keempat sesuai data pada tabel 4.3 pada saat suhu di setting minimum 15°C maka katup akan on untuk mendistribusikan air pada tanaman,

pengujian pada suhu disetting maksimum maka katup juga on pada saat terdeteksi sesuai set point. Jadi berdasarkan hasil pengujian fase pertumbuhan tanaman pada siang hari, sistem dapat menurunkan suhu dalam rumah kaca jika suhu terdeteksi melebihi 28°C. Sedangkan pada fase pembungaan sistem dapat menurunkan suhu dalam rumah kaca jika terdeteksi melebihi 20°C.

Pengontrolan kelembaban dilakukan pada saat heater on akan mendistribusikan uap panas dalam rumah kaca apabila terdeteksi kelembaban dalam ruangan lebih rendah dari nilai set point maka akan mematikan heater seperti pada tabel 4.4 fase pertumbuhan tanaman berdasarkan eksperimen lapangan di tempat budidaya bunga krisan pada siang hari apabila kelembaban di atas batas. Tabel 4.4 menunjukkan hasil pengujian pengendalian kelembaban.

3. Tabel dan Gambar

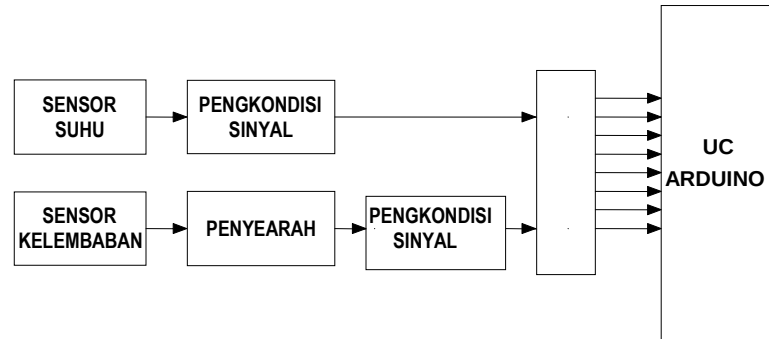
3.1. Gambar-Gambar



Gambar 1. Budidaya Tanaman Bunga Krisan Pada Rumah Kaca Cerdas dan Rumah Lindung Manual



Gambar 2. Konfigurasi Sistem



Gambar 3. Diagram Blok Sistem Kedali Suhu dan Kelembaban dalam Rumah Kaca



Gambar 4. Taampilan LCD



Gambar 5. Konstuksi Prototype Rumah Kaca



Gambar 6. Pengujian Lapangan

3.2 Tabel-Tabel

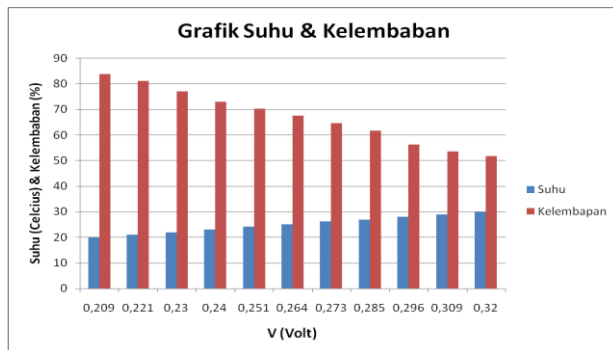
Tabel 1 Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor fase Pertumbuhan

No	Suhu terukur thermo(°C)	Suhu(°C)	Kelembaban (%)
1	20	20.00	83.84
2	21	21.05	81.10
3	22	22.02	77.00
4	23	23.00	72.93
5	24	24.10	70.25
6	25	25.00	67.59
7	26	26.20	64.58
8	27	27.00	61.68
9	28	28.00	56.20

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor fase Pembungaan

No	Suhu terukur thermo(°C)	Suhu(°C)	Kelembaban (%)
1	15	15.00	94.48
2	16	16.05	93.10
3	17	17.02	91.00
4	18	18.00	89.93
5	19	19.10	86.25
6	20	20.00	83.84

Grafik 1. Hasil Pengujian Sensor



Tabel 3 Pengujian Kinerja Kontrol Suhu Rumah Kaca Cerdas

Tahapan	Set Point Suhu	Pengujian	Hasil
1.	28 ⁰ C (fase pertumbuhan)	20 ⁰ C 24 ⁰ C 26 ⁰ C 28⁰ C 26 ⁰ C 24 ⁰ C 20 ⁰ C	Katup "off" Katup "off" Katup "off" Katup "on" Katup "off" Katup "off" Katup "off"

2.	20 ⁰ C (fase pertumbuhan dan pembungaan)	17 ⁰ C 18 ⁰ C 19 ⁰ C 20⁰ C 19 ⁰ C 18 ⁰ C 17 ⁰ C	Katup "off" Katup "off" Katup "off" Katup "on" Katup "off" Katup "off" Katup "off"
3.	15 ⁰ C (fase pembungaan)	12 ⁰ C 13 ⁰ C 14 ⁰ C 15⁰ C 14 ⁰ C 13 ⁰ C 12 ⁰ C	Katup "off" Katup "off" Katup "off" Katup "on" Katup "off" Katup "off" Katup "off"

Tabel 4 Pengujian Kinerja Kontrol Kelembaban Rumah

Kaca Cerdas

Tahapan	Set Point Kelembaban	Pengujian	Hasil
1.	95% (max fase pertumbuhan)	93% 94% 95% 94% 93%	Heater "off" Heater "off" Heater "on" Heater "off" Heater "off"
2.	90% (min fase pertumbuhan)	88% 89% 90% 89% 88%	Heater "off" Heater "off" Heater "on" Heater "off" Heater "off"
3.	80% (min fase pembungaan)	8% 79% 80% 79% 78%	Heater "off" Heater "off" Heater "on" Heater "off" Heater "off"
4.	70% (mak fase pembungaan)	68% 69% 70% 90% 85%	Heater "off" Heater "off" Heater "on" Heater "off" Heater "off"

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium dan eksperimental lapangan di rumah kaca untuk budidaya tanaman bunga krisan maka variabel-variabel kontrol dapat berfungsi dengan baik dan pada sistem terintegrasi secara otomatis sistem akan bekerja untuk pengaturan suhu pada fase pertumbuhan tanaman bunga krisan 20-28 C dan fase pembungaan 15-20 C.
2. Hasil pengujian fungsi kerja sensor suhu dan kelembaban memiliki ketelitian yang memenuhi syarat dalam pengukuran suhu dan kelembaban. Kalibrasi sensor suhu menunjukkan selisih antara suhu yang ditunjukkan termometer (sebagai acuan) dan suhu yang ditampilkan pada LCD sangat kecil. Kesalahan relatifnya 1,62%. Demikian juga pada sensor kelembaban, kelembaban hasil penghitungan (hasil sensor dan voltmeter) dibandingkan dengan hasil yang ditampilkan pada LCD, kesalahan relatifnya 1,35%.
3. Berdasarkan data hasil pengujian laboratorium dan pengujian eksperimental di lapangan pada rumah kaca cerdas pengaturan suhu dan kelembaban yang digambarkan pada grafik yang linear maka sistem disimpulkan dapat melaksanakan aksi pengontrolan ON-OFF dengan baik.

4.2 Saran

1. Untuk memperoleh kinerja system yang lebih baik perlu dilakukan penambahan variabel-variabel kontrol untuk rumah kaca cerdas dengan metode lain seperti Jaringan Saraf Tiruan dan adaptive.
2. Untuk mendapatkan system yang lebih stabil dapat digunakan sensor suhu dan kelembaban yang lain seperti SHT 75.

Daftar Pustaka

- [1] Aquamiser Garden-watering Company, 2004, *Installation Guide for aquamiser Drip System*, <http://www.garden-watering.com>, 22 September 2004
- [2] Badan Litbang Pertanian Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura; *Tata Cara Produksi Benih Inti dan Benih Penjenis Krisan*. Badan Litbang Pertanian Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura; 2003.
- [3] Badan Litbang Pertanian, Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi; *Identifikasi dan Evaluasi Potensi Lahan Untuk Mendukung Prima Tani di Desa Kakaskasen Dua-Kec. Tomohon Utara, Kota Tomohon*; Dinas Pertanian Tanaman Pangan, Perkebunan, Peternakan dan Perikanan Kota Tomohon, 2006, Laporan Tahunan; 2007
- [4] Budhiharto, W.; *Interfacing Komputer dan Mikrokontroler*; Penerbit Elex Media Komputindo, Jakarta. 2004.
- [5] Booch, G. Rumbaugh, J. Jacobson, I., *The Unified Modeling Language - User Guide* (Addison Wesley, 1999)
- [6] Dedie, Rancangan system control kelembapan secara otomatis pada rumah kaca untuk pertumbuhan tanaman, IPB, Bogor, 1997
- [7] Direktorat dan budidaya pasca panen florikultura, *Buku Pintar Series Tanaman Bunga Potong* (Dirjen Holtikultura Kementrian Pertanian, 2011)
- [8] Ema Utami, SSi, M.Komp; *Konsep Dasar Pengolahan Dan Pemograman Database Dengan SQL Server*, MS. Access dan MS. Visual Basic; Andi; 2005.
- [9] Filipovic D.Miomir, *Understanding Electronics Components* (Mikroelektronika, 2008)
- [10] Hansen, V.E., O.W. Israelsen, G.E, Stringham, E.P. Tachyan, Soetjipto. 1992. *Dasar-dasar dan Praktek Irigasi*, Erlangga, Jakarta. 1992.
- [11] H.Gunadi Suhendar, H., *Visual Modeling Menggunakan UML dan Rational Rose*. (Bandung: Informatika, 2002)
- [12] H.M. Jogiyanto. *Analisis & Desain Sistem*. (Yogyakarta: Andi Offset, 2005)
- [13] Islami, T dan Wani H. Utomo. 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*. IKIP Semarang Press.
- [14] Jumin, H.B. 2002, *Agronomi*. Fajar Interpratama Offset, Jakarta.
- [15] James, L.G. 1988. *Principles of Farm Irrigation System Design*. Washington State University.
- [16] Katsuhiko Ogata, *Teknik Kontrol Automatik I*; Penerbit Erlangga 1996.
- [17] Kendall, K. and Kendall, J., *Systems Analysis and Design*, 6th Ed. (Prentice Hall, 2005)
- [18] Louise Matindas dan Arnold Turang, *Cara Budidaya Bunga Krisan* (Sulawesi Utara : Badan Litbang Pertanian, 2012)
- [19] Kusri, *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. (Yogyakarta : Andi, 2005)
- [20] Muchdar Soedarjo, *Teknologi budidaya untuk menghasilkan bunga krisan yang berkualitas dan berdaya saing secara komersial*, (Badan Litbang Pertanian Cianjur : Agroinovasi Sinar Tani ,2012
- [21] Prastowo; *Desain Irigasi Drip*. Pelatihan Aplikasi Teknologi Irigasi Sprinkler dan Drip. Bogor; 2003.
- [22] Prihanto, D., Suprayitno A. Stucki, dan Phil; *Atmosfer dan Pemanasan Global*; Indah Offset; Malang; 1995.
- [23] R. Pressman, *Rekayasa Perangkat Lunak*. (Yogyakarta : Andi, 2002)
- [24] Sommerville, I. *Software Engineering*. Edisi keenam, (Jakarta : Erlangga, 2003)
- [25] SP. Mursid, Ir, MSc; *Kontrol Proses Berbasis Komputer*; Bandung; 2000.
- [26] Suwandi. 2003. *Mengenai Tipe-Tipe Green House Berdasarkan Iklim Mikro* <http://www.taninda.co.id/abdi/ii/hal.280.htm>
- [27] Tribowo Ismu, Perancangan dan Automatisasi Irigasi System Tetes Lahan Multicorp Hortikultura, LIPI, Jakarta.
- [28] Tribowo Ismu, Perancangan dan automatisasi irigasi system tetes lahan multicorp hortikultura, LIPI, Jakarta