

Sistem Monitoring dan Kontrol Rumah Kaca berbasis Arduino, LabView dan Antarmuka Web

Christian Fredy Naa^{1,a)}, Elohansen Padang^{2,b)}, Yolla Sukma Handayani^{3,c)},
Hendro^{4,d)}

¹Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika,
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan,
Jl. Ciumbuleuit No. 94, Bandung, Indonesia, 40141

²Program Studi Fisika,
Universitas Negeri Papua

³Program Studi Fisika,
Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung

⁴Program Studi Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung

^{a)} christian.fredy@unpar.ac.id (corresponding author)

^{b)} elohansen_padang@yahoo.co.id

^{c)} yollasukmahandayani@yahoo.co.id

^{d)} hendro@fi.itb.ac.id

Abstrak

Rumah kaca dirancang dengan tujuan agar tumbuhan yang ditanam memperoleh kondisi optimal dalam proses pertumbuhannya. Agar hasil yang diperoleh maksimal, maka kondisi tanaman dan lingkungan rumah kaca harus termonitor dengan baik. Untuk mencapai tujuan tersebut, dalam makalah ini dirancang prototipe sistem monitoring dan kontrol rumah kaca. Sistem ini berbasis pada mikrokontroler Arduino Mega yang terhubung dengan sensor suhu, intensitas cahaya, kelembaban tanah, kelembaban udara dan indeks ultraviolet. LabView digunakan untuk menampilkan data serta mengoperasikan aktuator berupa lampu dan pompa untuk pengairan tanaman. Data juga tersaji secara online dengan menggunakan platform plotly.

Kata-kata kunci: rumah kaca, arduino, plotly, LabView

PENDAHULUAN

Dewasa ini berbagai permasalahan muncul di sektor pertanian. Keterbatasan lahan merupakan permasalahan paling utama, berbanding terbalik dengan peningkatan jumlah penduduk yang cukup signifikan. Di Indonesia permasalahan tersebut menjadi cukup rumit karena beberapa faktor antara lain: produk lokal yang tidak memenuhi spesifikasi industri pangan, hasil produksi terbatas, perubahan selera konsumen dan perlunya mempertahankan ketersediaan produk-produk pertanian tersebut untuk menunjang kelangsungan industri-industri terkait. Selain permasalahan internal pertanian yang terkait dengan kualitas produksi tersebut, tantangan juga datang dari dunia terutama dari negara-negara maju. Pengaruh globalisasi dan perkembangan teknologi pertanian menyebabkan dunia pertanian Indonesia harus segera memberi respon

dan menyesuaikan diri dengan perubahan tersebut untuk terus bersaing, salah satunya adalah pertanian berbasis rumah kaca [1].

Pertanian berbasis rumah kaca mempunyai beberapa keuntungan, yakni tanaman relatif terlindung dari hama dan penyakit dan kondisi lingkungan rumah kaca relatif lebih mudah dimonitor dan dikendalikan. Untuk memonitor dan mengendalikan kondisi tersebut, rumah kaca memerlukan perangkat yang terintegrasi agar dapat memberikan produk hasil yang optimal. Lingkungan yang dimonitor dan dikontrol diantaranya temperatur dan kelembaban udara serta kontrol distribusi air dan pupuk. Kebutuhan terhadap sistem monitor dan kontrol lingkungan ini yang menyebabkan bangunan rumah kaca tergolong bangunan yang mahal, sehingga menjadi kendala dalam mengimplementasikan rumah kaca ini untuk agribisnis hortikultura [2].

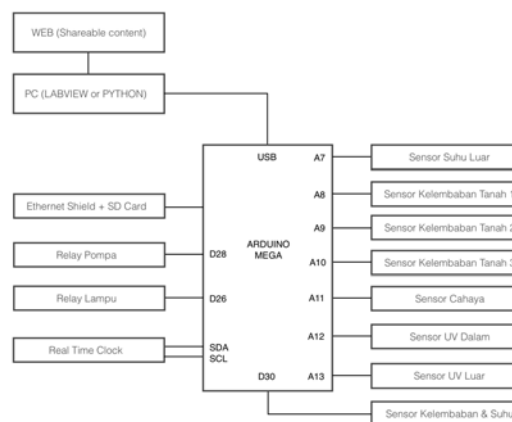
Beberapa penelitian dalam sistem monitor dan kontrol rumah kaca ini antara lain: Tony K. Hariadi [3] membuat sebuah sistem pengendali temperatur, kelembaban, cahaya, dan penyiraman dalam rumah kaca secara terpadu, Bimo Pamungkas [4] Melakukan perancangan sistem sensor terdistribusi untuk memonitor suhu, kelembaban, dan intensitas di rumah kaca menggunakan mikrokontroler Arduino Uno serta Olga Melo [5] mendesain prototipe sistem pengontrolan rumah kaca cerdas untuk budidaya tanaman secara otomatis menggunakan mikrokomputer.

Dari beberapa penelitian terdahulu tersebut umumnya belum mengkaji secara komprehensif parameter-parameter fisis yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman selain itu jumlah sensor yang digunakan masih belum dapat menangkap kondisi sepenuhnya dari rumah kaca. Selain itu, pemantauan dan pengendalian pada umumnya dilakukan secara *offline*. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, pada penelitian ini akan dirancang prototipe rumah kaca dengan macam dan jumlah sensor yang cukup untuk menangkap kondisi rumah kaca selain itu data juga dapat terjadi secara *online* untuk mempermudah pemantauan. Mikrokontroler berbasis Arduino Mega digunakan dalam penelitian ini. Mikrokontroler ini terhubung dengan sensor kelembaban tanah, kelembaban udara, sensor suhu, intensitas cahaya dan indeks sinar ultraviolet. Sistem kemudian terhubung dengan labView untuk menampilkan data serta mengoperasikan aktuator lampu dan pompa serta sistem juga terhubung dengan platform *plotly* untuk penyajian data secara *online*.

RANCANG BANGUN SISTEM

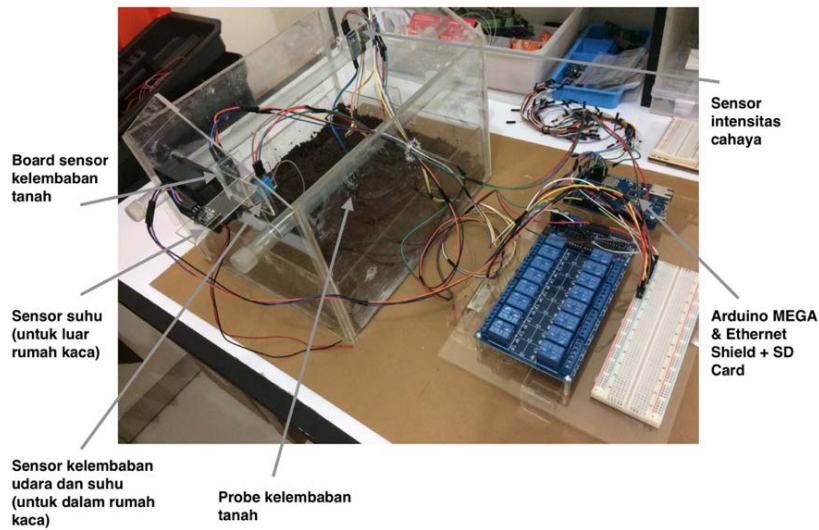
Skema sistem dapat dilihat pada Gambar 1. Sistem ini menggunakan Arduino Mega dengan pertimbangan mikrokontroler ini memiliki banyak masukan analog dan digital. Hal ini penting mengingat pada sistem ini digunakan Ethernet Shield yang dipasang di atas Arduino Mega. *Ethernet shield* berfungsi untuk menyimpan data pada media *SD Card*. Tujuh buah sensor masing-masing sensor suhu, kelembaban tanah, cahaya dan UV dihubungkan ke masukan analog pin 7 hingga 13. Sementara sensor kelembaban dan suhu udara (DHT 11) dihubungkan ke pin digital 30. *Real time clock* dihubungkan ke pin SDA dan SCL serta dua buah relay masing-masing untuk lampu dan pompa untuk irigasi rumah kaca. *Real time clock* berfungsi untuk memberi masukan tanggal dan waktu kepada sistem, perangkat ini memiliki sumber energi tersendiri sehingga dapat berfungsi walaupun sistem dalam keadaan *off*.

Keluaran dari Arduino Mega berbentuk *array* yang masing-masing nilai sensor dipisahkan dengan *delimiter* koma dan tabulasi. Data ini kemudian dapat di baca oleh LabView untuk pengamatan secara *offline* selain itu dengan program *Python* dan aplikasi web *Plotly* data dapat diamati secara online.



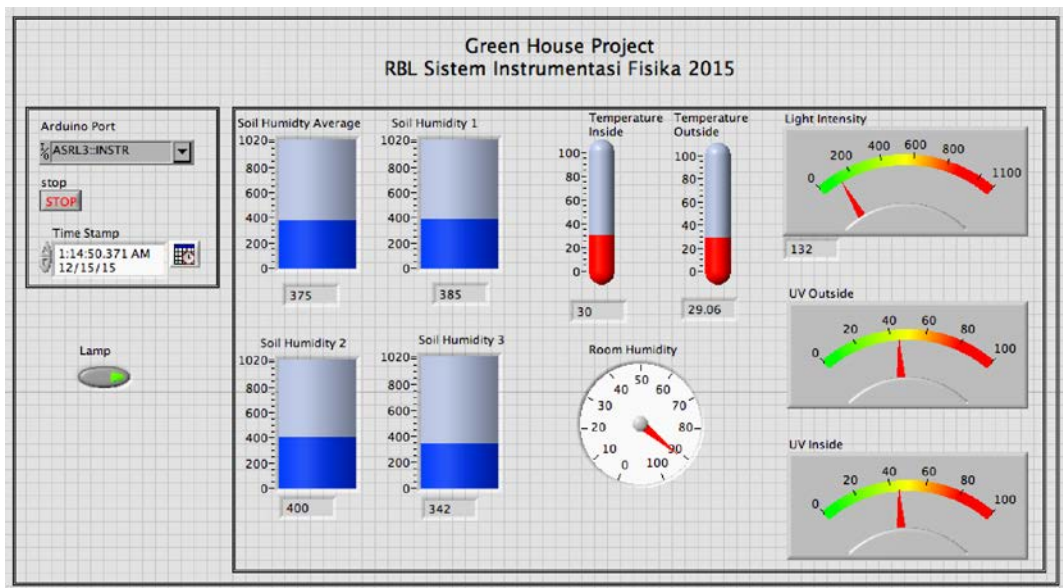
Gambar 1. Skema sistem monitoring dan kontrol rumah kaca

Rumah kaca menggunakan bahan akrilik dengan ukuran 45x30x25 cm. Rumah kaca ini memiliki wadah untuk diberi tanah dan tanaman. Rumah kaca ini juga diberi pipa untuk sistem pengairan. Rumah kaca dan beberapa sensor yang telah terpasang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rumah kaca, beberapa sensor yang telah terpasang serta board Arduino Mega

Tampilan *LabView* block dapat dilihat pada Gambar 3. *LabView* digunakan untuk mengamati besaran fisis pada yang dibaca oleh sensor secara *offline*. Dengan *LabView* ini juga dimungkinkan kontrol secara manual. Dalam hal ini, *LabView* dapat menyalakan dan mematikan lampu yang terpasang pada atap rumah kaca.

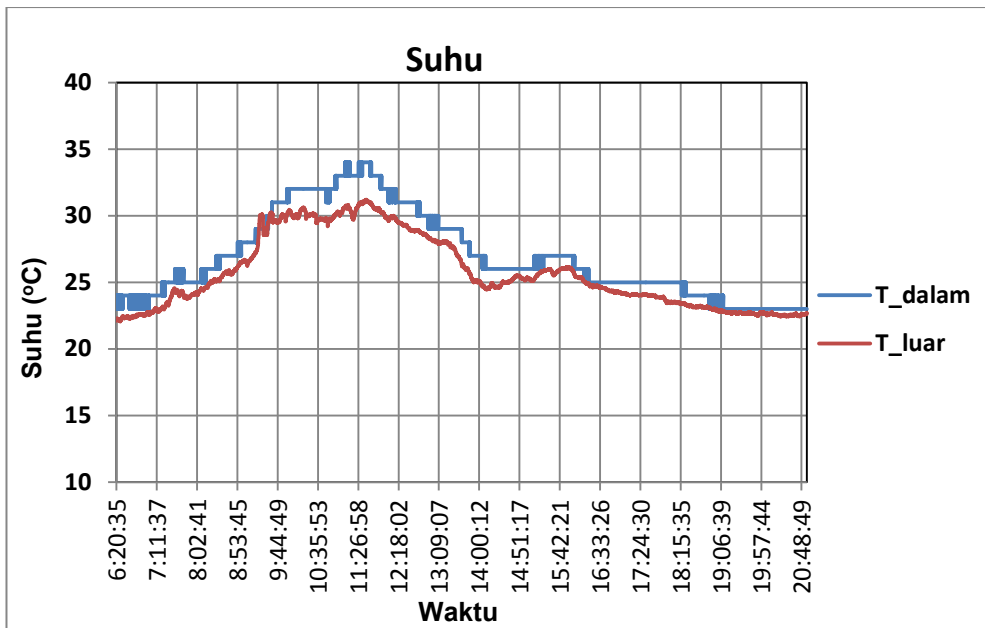


Gambar 3. Tampilan *LabView*

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengukuran Suhu

Pengukuran dilakukan pada hari Minggu, 13 Desember 2015 mulai pukul 06.20 WIB dan berakhir pada pukul 20.55 WIB. Grafik fluktuasi suhu di dalam dan luar rumah kaca pada masing-masing pengamatan dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



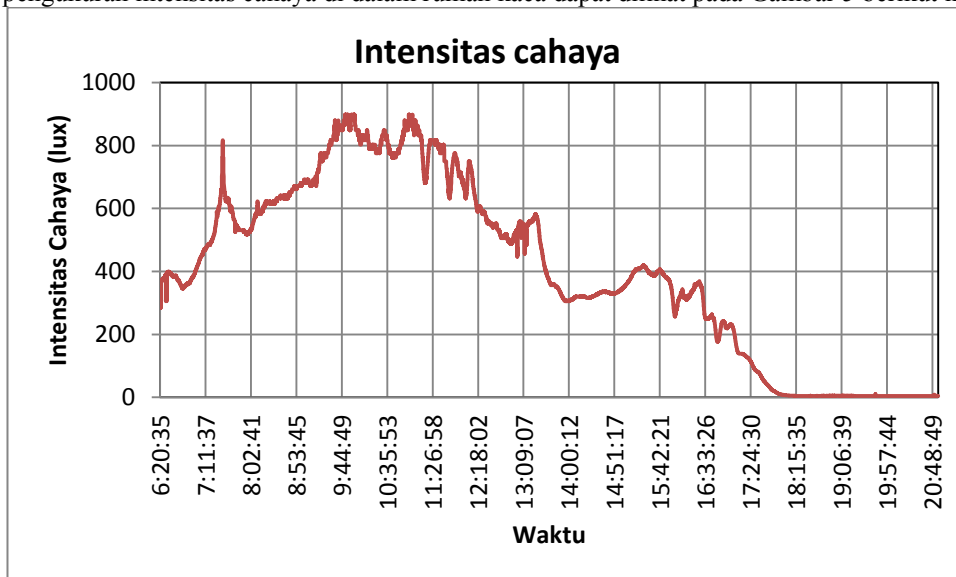
Gambar 4. Hasil pengukuran suhu di dalam dan di luar rumah kaca

Dari kurva dapat dilihat mulai dari pukul 06.20 WIB sampai dengan pukul 11.30 WIB suhu udara mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan oleh karena pada waktu tersebut cuaca di daerah pengamatan cerah. Selanjutnya setelah pukul 11.30 sampai pukul 19.00 WIB suhu udara baik di dalam maupun di luar rumah kaca mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh karena di daerah pengamatan mulai turun hujan. Setelah pukul 19.00 WIB suhu relatif stabil. Dari grafik juga dapat dilihat bahwa suhu udara di dalam rumah kaca lebih tinggi daripada di luar rumah kaca. Keadaan ini disebabkan karena ruangan rumah kaca tertutup sehingga panas terperangkap di dalam. Pada siang hari, sekitar 85% dari sinar matahari yang masuk akan terperangkap di dalam rumah kaca dan menjadi panas.

Suhu udara mempengaruhi aktivitas 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 aktivitas tanaman berkisar pada 15°C hingga 40°C.

Intensitas cahaya

Hasil pengukuran intensitas cahaya di dalam rumah kaca dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.

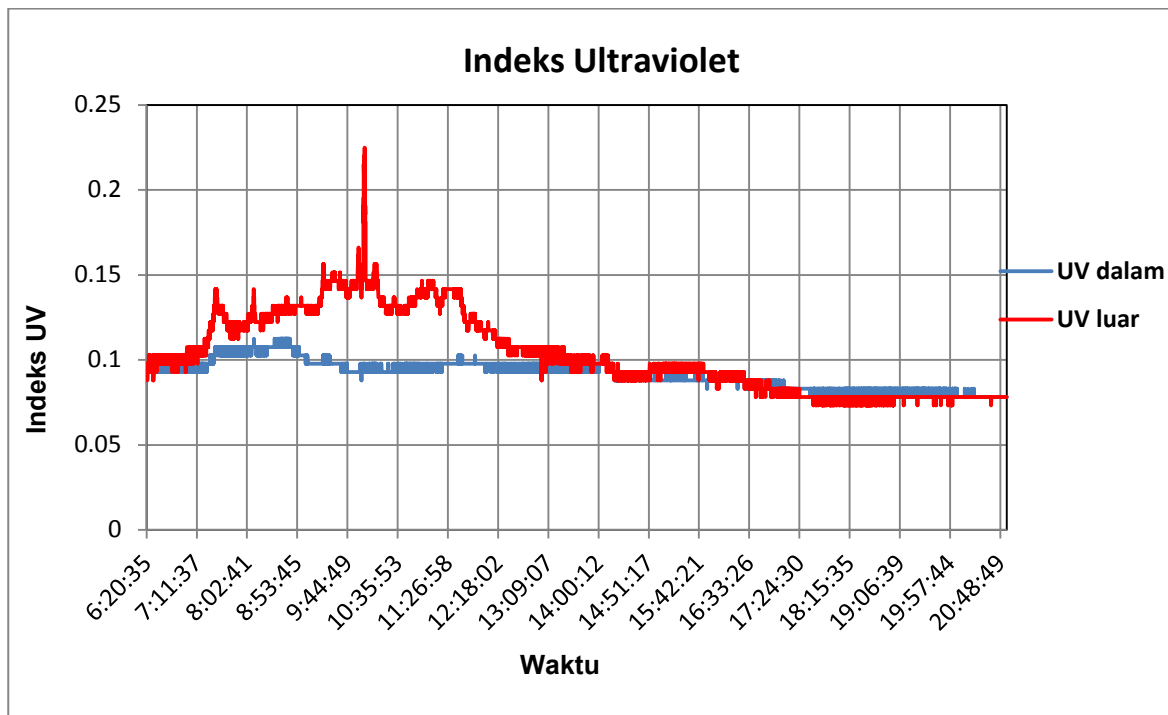


Gambar 5. Hasil pengukuran intensitas cahaya di dalam rumah kaca

Dari grafik pada Gambar 5 terlihat bahwa intensitas cahaya mengalami trend peningkatan sejak pengukuran pukul 06.20 WIB sampai dengan pukul 10.00 WIB. Pada pukul 06.20 WIB intensitas cahaya sebesar 376 lux kemudian perlahan meningkat sampai dengan intensitas tertinggi pada pukul 11.04 WIB sebesar menjadi 898 lux. Selanjutnya terjadi trend penurunan intensitas cahaya sampai pukul 17.57 WIB. Penurunan intensitas ini kemungkinan disebabkan karena setelah pukul 11.00 WIB cuaca di daerah pengamatan adalah mendung dan hujan sehingga cahaya matahari terhalang. Setelah pukul 17.57 WIB intensitas cahaya sangat kecil dan relatif stabil di kisaran 4 lux. Keadaan ini disebabkan karena tidak ada cahaya matahari karena sudah malam hari.

Hasil pengukuran indeks ultraviolet

Pengukuran indeks ultraviolet (UV) dilakukan di dalam dan di luar rumah kaca. Data keluaran dari sensor ke mikrokontroler berupa data analog. Selanjutnya tegangan ini diubah ke besaran fisisnya yaitu berupa indeks UV dengan mengalikan tegangan keluaran dengan tegangan kerja sensor (5V) kemudian dibagi dengan resolusi analog mikrokontroler. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 6.

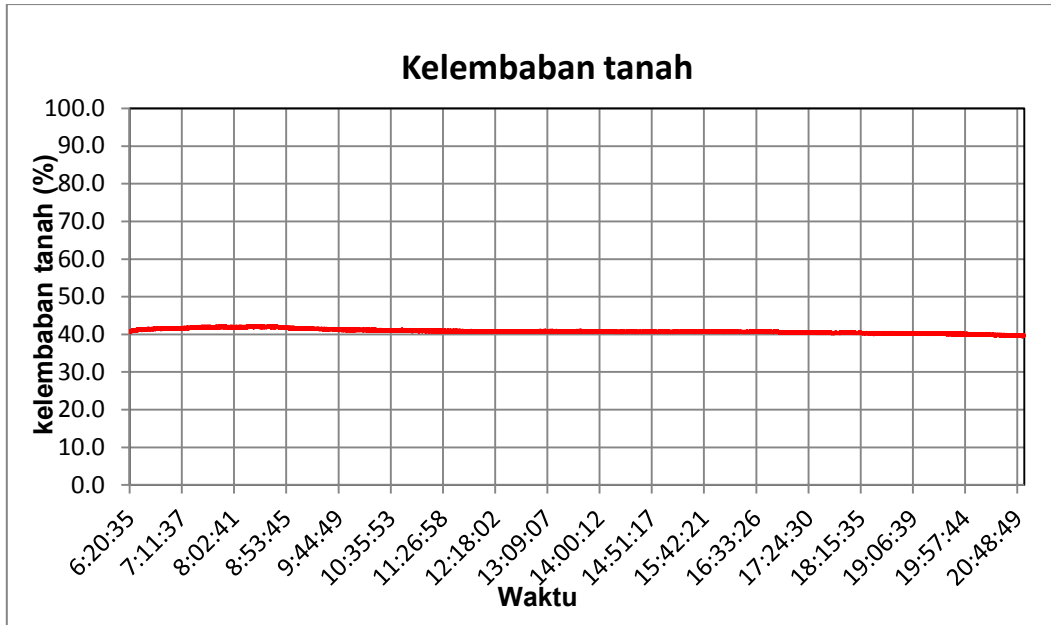


Gambar 6. Hasil pengukuran indeks UV di dalam dan di luar rumah kaca

Dari hasil pengukuran seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 6 didapatkan bahwa intensitas UV di dalam dan di luar rumah kaca memiliki nilai yang berbeda. Nilai intensitas UV di luar rumah kaca pada umumnya lebih besar dibandingkan dengan di dalam rumah kaca. Hal ini dapat dimengerti karena di dalam rumah kaca akan terjadi proses pemantulan cahaya UV sehingga intensitasnya akan menurun, berbeda dengan di luar rumah kaca, dimana sensor menerima pancaran cahaya UV tanpa ada proses pemantulan. Dari data tampak bahwa cahaya UV yang terukur memiliki indeks UV 0.08 sampai dengan 0.2.

Hasil pengukuran kelembaban tanah

Pengukuran kelembaban tanah dilakukan dengan memasang tiga buah sensor di atas tanah di dalam rumah kaca. Sensor tersebut diatur pada jarak tertentu. Hasil pengukuran yang ditampilkan adalah hasil rata-rata dari hasil pengukuran tiga buah sensor tersebut. Hasil data keluaran dari sensor ke Arduino adalah data analog dalam bentuk keluaran tegangan. Selanjutnya tegangan ini diubah ke besaran fisisnya yaitu berupa % kelembaban dengan membagi tegangan keluaran dengan 900 (jumlah data yang masuk ke Arduino) kemudian dikalikan 100%.

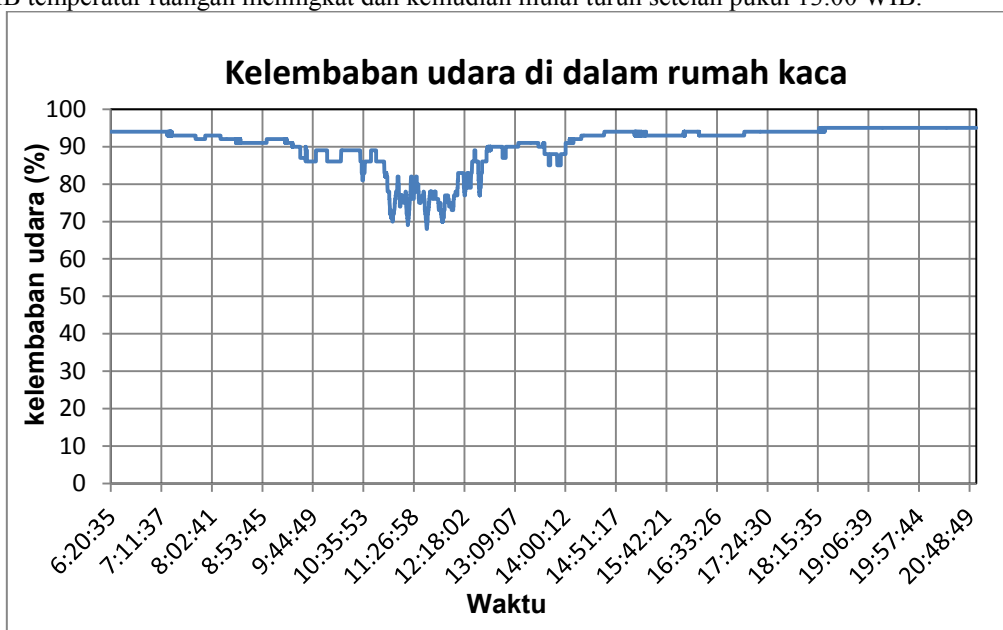


Gambar 7. Hasil pengukuran kelembaban tanah

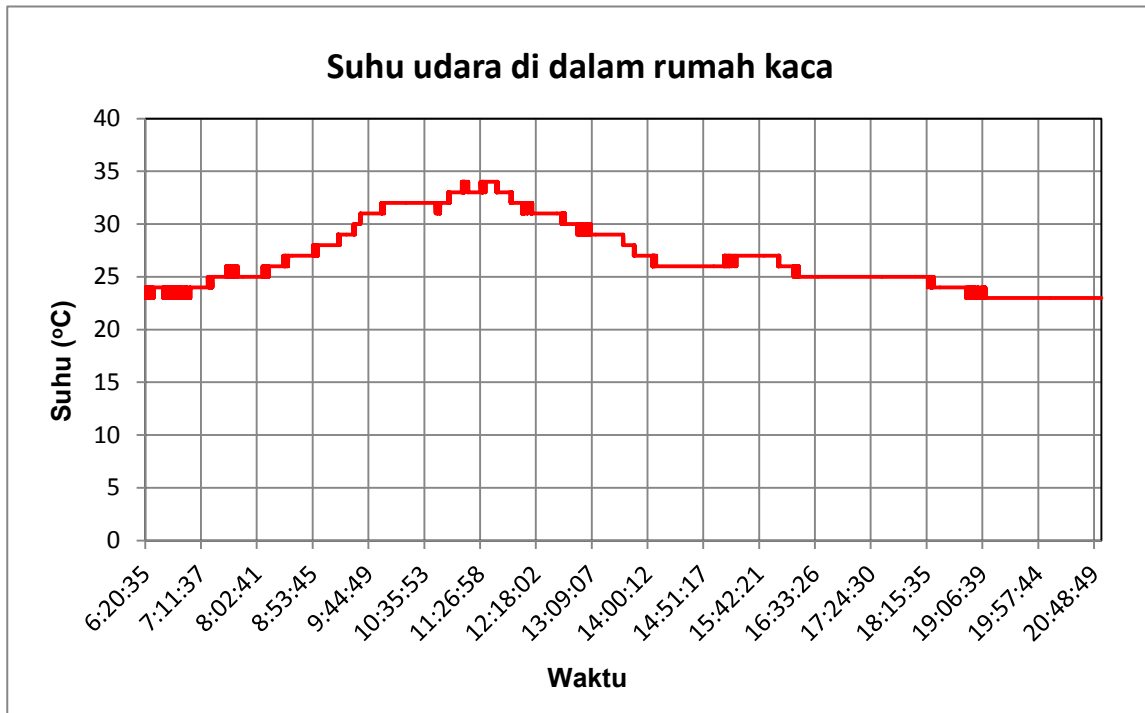
Hasil pengukuran kelembaban tanah cenderung bernilai sama selama rentang waktu pengukuran seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Padahal terdapat radiasi sinar matahari yang logikanya akan membuat tanah menjadi lebih kering sehingga kelembabannya menurun. Namun, kenyataannya pada saat pengukuran kandungan air di dalam tanah seolah tidak berkurang meskipun telah terkena paparan sinar matahari. Hal ini dimungkinkan adanya uap air yang menempel pada atap rumah kaca, dimana pada saat temperatur menurun uap air tersebut jatuh kembali ke tanah.

Hasil pengukuran kelembaban dan suhu udara dalam rumah kaca

Pengukuran kelembaban dan temperatur udara di dalam rumah kaca dilakukan dengan menggunakan satu buah sensor. Data keluaran sensor ke Arduino adalah data digital. Hasil pengukuran kelembaban menunjukkan bahwa mulai pukul 10.00 WIB sampai pukul 13.00 WIB kelembaban udara menurun. Hal ini dapat dimengerti karena radiasi cahaya matahari mulai menghasilkan panas. Kemudian setelah pukul 13.00 WIB, kelembaban meningkat kembali sampai selesai pengukuran pada pukul 21.00 WIB. Sementara hasil pengukuran temperatur ruangan menunjukkan hasil yang berlawanan. Mulai pukul 10.00 WIB sampai dengan 13.00 WIB temperatur ruangan meningkat dan kemudian mulai turun setelah pukul 13.00 WIB.



Gambar 8. Hasil pengukuran kelembaban udara di dalam rumah kaca.



Gambar 9. Hasil pengukuran suhu udara di dalam rumah kaca.

Kelembaban tanah yang terukur adalah pada rentang 71–95 % RH. Pada pagi hari kelembaban tanah masih tinggi yaitu di sekitar 94–86 %, yaitu pada rentang waktu pengukuran dari pukul 06.20 WIB sampai pukul 10.00 WIB. Pada saat tengah hari, yaitu pada pukul 10.00 WIB sampai pukul 13.00 WIB, kelembaban tanah berada pada rentang 71–78 % yaitu pada saat temperatur 31–34°C. Dari data hasil pengukuran ini, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 8, terlihat bahwa kelembaban udara di dalam rumah kaca berbanding terbalik dengan temperaturnya. Kenaikan temperatur akan diikuti dengan penurunan kelembaban, karena semakin tinggi temperatur maka kandungan air pada udara di dalam rumah kaca akan berkurang, sehingga mengakibatkan kelembaban menurun.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan:

- Sistem monitoring mampu memonitor keadaan rumah kaca dengan 7 buah sensor.
- Data sensor dapat diamati secara offline dengan LabView dan secara online dengan menggunakan aplikasi python dan plot.ly.
- Suhu di luar rumah kaca lebih rendah dibandingkan di dalam rumah kaca. Hasil pengukuran ini sesuai dengan tujuan dari pembuatan rumah kaca, yakni untuk menahan panas.
- Kelembaban tanah selama pengukuran bernilai konstan. Hal ini sesuai dengan tujuan dari rumah kaca, yakni menjaga kondisi lingkungan yang diinginkan/sesuai dengan tanaman yang ditanam.
- Index ultraviolet yang masuk ke rumah kaca lebih rendah dibandingkan ultraviolet di luar rumah kaca. Hal ini terjadi akibat dinding rumah kaca yang memantulkan sebagian dari spektrum ultraviolet.

REFERENSI

- Syahrul Munir, Rancangan Smart Greenhouse dengan Teknologi Mobile untuk Efisiensi tenaga, biaya, dan waktu dalam pengelolaan tanaman, Skripsi Fakultas Teknologi Industri, UPNVeteran Jawa timur, 2012
- Agus Sugiono, Kendali Sistem Energi Untuk Pertanian Rumah Kaca, Prosiding Seminar Nasional Penerapan Teknologi Kendali dan Instrumentasi pada Pertanian, 1998

3. Tony K. Hariadi, Sistem Pengendali Suhu, Kelembaban dan Cahaya dalam Rumah Kaca, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, Vol. 82 10, No. 1, 2007: 82 – 93
4. Bimo Ananto Pamungkas, Adian Fatchur Rochim, Eko Didik Widiyanto, Perancangan Jaringan Sensor Terdistribusi Untuk Pengaturan Suhu, Kelembaban, dan Intensitas Cahaya, *Makalah Seminar Tugas Akhir Teknik Elektro Fakultas Teknik Undip*
5. OlgaMelo, Rhiza S. Sadjad, Adnan, Rumah Kaca Cerdas Untuk Budidaya Tanaman Bunga Krisan
6. Rana H. Hussain¹, Dr. Ali F. Marhoon¹, Dr. Mofeed T. Rashid, *Wireless Monitor and Control System for Greenhouse*, *IJCSMC*, Vol. 2, Issue. 12