

PERANCANGAN JARINGAN SENSOR TERDISTRIBUSI UNTUK PENGATURAN SUHU, KELEMBABAN, DAN INTENSITAS CAHAYA

Bimo Ananto Pamungkas¹⁾, Adian Fatchur Rochim²⁾, Eko Didik Widiyanto²⁾

Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

email : bimoananto28@gmail.com

ABSTRAK

Makalah ini membahas tentang perancangan sistem sensor terdistribusi untuk memonitor suhu, kelembaban dan intensitas cahaya di rumah kaca (*greenhouse*) menggunakan board Arduino Uno. Sistem terdiri atas 2 node sensor-aktuator dan 1 node kontroler yang terhubung ke jaringan ethernet menggunakan board Ethernet Shield. Node sensor-aktuator dengan sensor DHT 11 berfungsi mengambil informasi lingkungan berupa suhu, kelembaban udara, dan intensitas cahaya, menjalankan aktuasi berupa emulasi nyala lampu LED dan berkomunikasi dengan node kontroler yang akan mengolah data dengan kebel serial sebagai perangkat komunikasi antar node. Data-data pemantauan dan antarmuka kontrol pengguna disediakan oleh node kontroler yang dapat diakses secara online lewat browser web. Kemampuan sistem untuk memonitor lingkungan dalam rumah kaca, dan akses data lingkungan lewat web membuat pemantauan dan pengelolaan tanaman dapat dilakukan secara otomatis dan terkontrol .

Kata Kunci : greenhouse, sensor terdistribusi, sistem embedded, manajemen tanaman

ABSTRACT

This paper contains distributed sensor system design for temperature, air humidity, and light intensity monitoring in greenhouse based Arduino Uno board. System contains 2 sensor-actuator nodes, and 1 controller node connected to Ethernet network through Ethernet Shield board. Sensor-actuator node with DHT 11 sensor works for taking environment informations such as temperature, air humidity, and light intensity, runs actuation in the form of emulating LED lights; and communicates with controller node which will process data using serial wire as a communication tool between nodes. Monitoring datas and user control interface is provided by controller node which can be accessed online in web browser. The system ability for monitoring environment in greenhouse and online access of environmental data generates controllable and automatic monitoring and management of plants.

Keywords: *greenhouse, distributed censor, embedded system, plant management*

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kendala utama di sektor pertanian untuk menyediakan bahan baku bagi industri berbasis pangan adalah keterbatasan lahan pertanian / perkebunan. Di Indonesia, permasalahan tersebut menjadi cukup rumit. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor, yaitu antara lain produk lokal yang tidak memenuhi spesifikasi industri pangan, hasil produksi terbatas dan perubahan selera konsumen. Padahal ketersediaan hasil produk pertanian ini perlu dijaga untuk menunjang kelangsungan industri berbasis pangan.

Pengembangan greenhouse untuk agribisnis hortikultura salah satunya didasari pada keinginan pemenuhan kebutuhan produk pertanian yang berkelanjutan tanpa kenal musim. Adanya greenhouse memungkinkan petani dapat menanam suatu jenis

tanaman hortikultura di luar musim yang ada, sehingga harga jual produk tersebut dapat dijaga sehingga keuntungan yang didapatkan menjadipoptimal.

Namun, greenhouse memerlukan peralatan untuk memonitor dan mengontrol kondisi lingkungan agar dapat memberikan produk hasil yang optimal. Lingkungan yang dikontrol adalah di antaranya temperatur dan kelembaban udara serta kontrol distribusi air dan pupuk. Kebutuhan terhadap sistem monitor dan kontrol lingkungan ini yang menyebabkan bangunan greenhouse tergolong bangunan yang mahal, sehingga menjadi kendala dalam mengimplementasikan greenhouse ini untuk agribisnis hortikultura.

Dalam makalah ini dipaparkan pengembangan sistem pemantauan dan pengontrolan kondisi lingkungan di bangunan greenhouse yang handal dan terjangkau, sehingga menjadi sistem pengolahan pertanian yang efisien dan terpadu.

1.2 Tujuan

1. Merancang node sensor-aktuator untuk *greenhouse*;
2. Merancang web server untuk memberikan akses ke pihak yang berkepentingan;
3. Mengintegrasikan dan menguji coba prototipe sistem untuk skala laboratorium;

1.3 Batasan Masalah

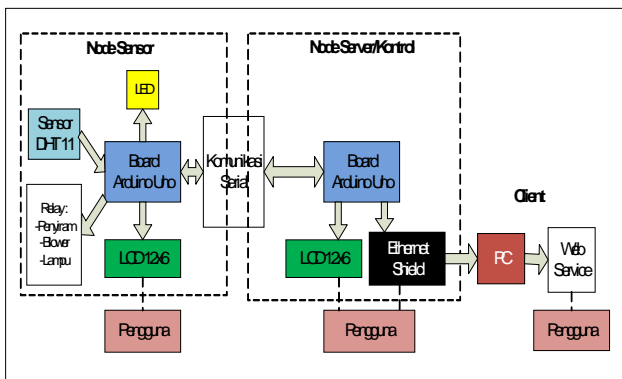
Penulisan Tugas Akhir ini memiliki batasan pada permasalahan berikut :

1. Sistem menggunakan 2 buah node, yaitu 1 node server dan 1 node sensor
2. Perangkat keras sistem monitor terdiri atas mikrokontroler Arduino Uno, sensor DHT 11, dan Ethernet shield.
3. Media komunikasi antar node server dan node sensor menggunakan sistem kabel serial.
4. Perangkat lunak menampilkan data pada *web browser* dengan menggunakan bahasa HTML.
5. Emulasi aktuatur menggunakan indikator LED.

2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem terdiri dari perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras merupakan perancangan alat untuk pembuatan alat pemantau dan kontrol suhu berbasis mikrokontroler ATmega328. Perancangan perangkat lunak merupakan perancangan program yang dibutuhkan oleh mikrokontroler ATmega328 untuk memantau dan mengontrol masing-masing rangkaian pengendali suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya, serta aplikasi PC sebagai antarmuka.

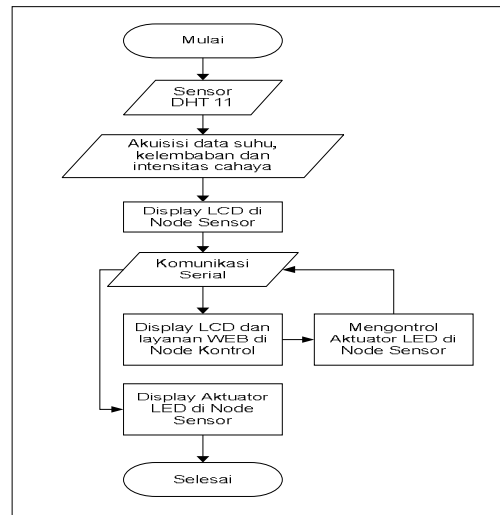
Perancangan perangkat keras secara lebih jelas dapat dilihat pada diagram blok Gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1. Diagram Blok Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras pada Gambar 1, terdiri dari 2 bagian, yaitu perangkat keras yang terdapat di node sensor dan node kontrol. Node sensor perangkat keras yang digunakan adalah Arduino Uno, Sensor DHT 11, LCD 16x2, dan LED. Sedangkan perangkat keras yang terdapat di node kontrol terdiri dari Arduino Uno, Ethernet Shield, dan LCD 16x2. Komunikasi antar node menggunakan kabel serial.

Perancangan perangkat lunak secara lebih jelas dapat dilihat pada *flowchart* Gambar 2 di bawah ini :



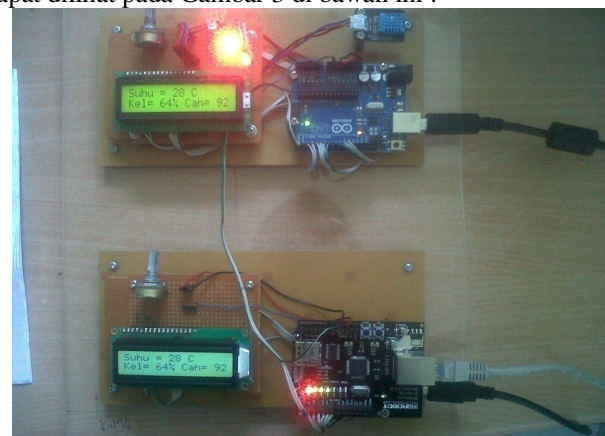
Gambar 2. *Flowchart* perancangan perangkat lunak

Gambar 2. menggambarkan perancangan perangkat lunak secara umum, dimana dapat dijelaskan bahwa setelah DHT 11 mengambil data suhu, kelembaban dan intensitas cahaya di node sensor akan menampilkan hasil pengukuran di LCD untuk kemudian dikirim ke node kontrol dengan media kabel serial. Node kontrol setelah mendapatkan data dari node sensor juga akan menampilkan data di LCD dan di layanan web, untuk kemudian dari data yang sudah didapatkan akan digunakan untuk mengirim perintah kembali ke node sensor untuk mengaktifkan aktuatur LED di node sensor.

3. Implementasi Sistem

Implementasi Sistem terdiri dari implementasi perangkat keras dan implementasi perangkat lunak. Implementasi perangkat keras sendiri adalah kegiatan pembuatan perangkat-perangkat keras yang dirangkai untuk proses pengukuran sistem sensor terdistribusi. Sedangkan implementasi perangkat lunak adalah kegiatan pembuatan program untuk sistem sensor terdistribusi ini.

Implementasi perangkat keras secara lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini :



Gambar 3. Tampilan keseluruhan rangkaian perangkat keras

Gambar 3, sistem node di gambar terdiri dari papan pcb LCD 16x2 untuk menampilkan hasil pengukuran suhu, kelembaban dan intensitas cahaya, dan potensiometer untuk mengatur besarnya arus yang masuk, kabel jumper, juga terdapat sensor DHT 11, Arduino Uno beserta Ethernet *shield* yang terhubung dengan kabel UTP untuk menghubungkan sistem ke jaringan lokal, kabel USB untuk programming dan *powersupply* Arduino Uno.

Implementasi perangkat lunak secara umum dapat dijelaskan pada Tabel 1 di bawah ini :

Tabel 4.3. Deskripsi fungsi kode program di node sensor dan node kontrol

No.	Node	Fungsi	Deskripsi
1.	Sensor	void setup	Deklarasi fungsi setup untuk inialisasi mode pin, serial, <i>setup</i> , tampilan di LCD 16x2, dan delay sebelum mengakses sensor
		void serialEvent	Perintah untuk pengiriman data melalui serial.
		void control_LED	Perintah untuk mengontrol nyala lampu LED.
		void show_LCD	Perintah untuk menampilkan data di LCD 16x2.
		void send_data	Perintah untuk mengirimkan data yang terbaca dari sensor DHT 11 di node sensor ke node server
		void loop	Perintah untuk melakukan fungsi pengulangan secara berurutan dan melakukan instruksi pengiriman data dan pengontrolan lampu LED dari node sensor ke node server.
		void InitDHT void ReadDHT	Inialisasi sensor DHT 11 untuk menampilkan data hasil konversi pengukuran suhu, kelembaban dan intensitas cahaya dari data analog ke digital
2.	Kontrol	void setup	Deklarasi fungsi setup untuk pendefinisian mode pin, serial, <i>setup</i> , tampilan di LCD 16x2
		void serialEvent	Perintah untuk pengiriman data melalui serial.
		void send_control	Perintah untuk pengontrolan pengiriman data dari node server ke node sensor
		void control_LED	Perintah untuk mengontrol nyala lampu LED
		void show_LCD	Perintah untuk menampilkan data di LCD 16x2.

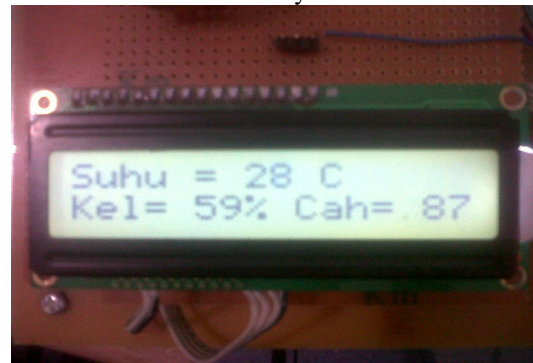
		void loop	Perintah untuk melakukan fungsi pengulangan secara berurutan dan melakukan instruksi pengiriman pengontrolan lampu LED dari node server ke node sensor.
--	--	-----------	---

Implementasi perangkat lunak pada Tabel 1 adalah fungsi-fungsi dan perintah-perintah yang digunakan dalam pembuatan kode program. Pembuatan kode program terdiri dari 2 bagian, yaitu pembuatan kode program di node sensor dan pembuatan kode program di node kontrol.

4 Pengujian Sistem

4.1 Pengujian Sub Sistem LCD 12x6

Pengujian sub sistem LCD 12x6 terlihat hasil pengukuran suhu, kelembaban (Kel) dan intensitas cahaya (Cah) di LCD 12x6. Pada pengukuran tersebut menampilkan hasil pengukuran untuk suhu terbaca 28⁰ *celcius*, kelembaban terbaca 59 % dan intensitas cahaya terbaca 87 Lux.



Gambar 4. Tampilan hasil suhu dan kelembaban yang terukur di LCD

Gambar 4 di atas, menunjukkan bahwa untuk pengujian sub sistem LCD baik tampilan LCD di node sensor dan node server dikatakan berhasil dan tidak ada masalah dalam pengujian, karena hasil yang ditampilkan sesuai dengan program yang dibuat.

4.2 Pengujian Sub Sistem Ethernet

Pengujian sub sistem Ethernet terlihat bahwa hasil pengukuran yang ditampilkan di layanan web sama dengan hasil pengukuran yang ditampilkan di LCD. Terukur di layanan web untuk suhu 28⁰ *celcius*, kelembaban 64%, dan intensitas cahaya 92 lux.



Gambar 5. Tampilan hasil suhu yang terukur di web browser

Gambar 5 menunjukkan hasil pengukuran yang terbaca di layanan web yang hasil pengukurannya sama dengan yang terukur di LCD, dengan demikian dapat dikatakan untuk pengujian sub sistem Ethernet berhasil, bahkan dapat diaplikasikan multi klien atau lebih dari satu klien untuk mengakses informasi di layanan web ini, tentunya dengan tambahan perangkat seperti hub atau switch.

4.3 Pengujian Sub Sistem Akuisisi Data

Pengujian sub sistem akuisisi data terdiri dari 3 sub sistem, yaitu akuisisi data suhu, akuisisi data kelembaban dan akuisisi data intensitas cahaya. Dari pengujian sub sistem akuisisi data ini, dibagi keempat kondisi, dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. Pengkondisian pengujian sistem

Kondisi	Hari ke	Jam	Set AC di Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Ket.
1	1	15.00-15.30	30	Fan speed rendah
2	2	15.00-15.30	Tanpa Pengaturan AC	Normal
3	3	15.00-15.30	23	Fan speed sedang
4	4	15.00-15.30	16	Fan speed tinggi

Pengambilan data di semua kondisi diambil ditempat yang sama dan dengan 4 kondisi seperti di atas tanpa perlakuan khusus lainnya, kecuali ada faktor dari luar seperti cuaca dan lingkungan yang berubah sangat cepat.

Pengambilan data perbandingan menggunakan alat ukur digital Lutron LM-8100, seperti pada gambar di bawah ini:

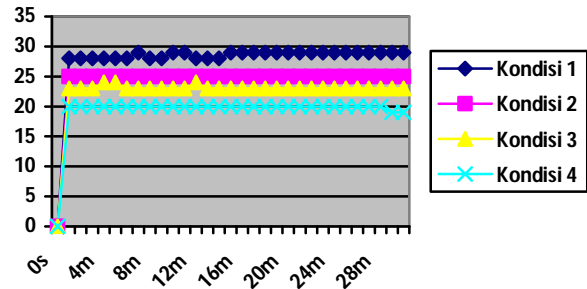


Gambar 6. Lutron LM-8100

Lutron LM-8100 adalah alat ukur digital yang dapat mengukur suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan kecepatan angin. Dalam sistem ini, Lutron LM-8100 ini berguna untuk pengambilan data perbandingan, untuk dibandingkan dengan hasil pengukuran data dari sistem sensor terdistribusi yang telah dibuat.

4.3.1 Pengujian Sub Sistem Akuisisi Data Suhu

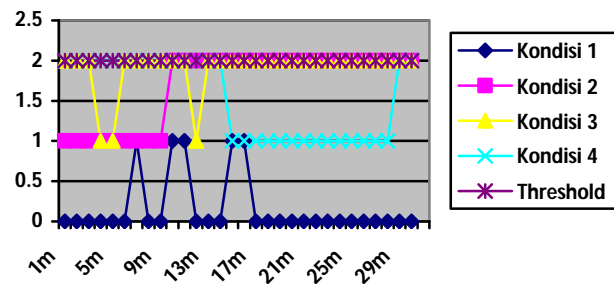
Pengambilan data pengukuran sub sistem akuisisi data suhu, data hasil pengukuran dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 7. Grafik hasil pengukuran suhu di LCD dan layanan web

Gambar 7, menunjukkan grafik suhu di suhu berpengaturan suhu stabil dan di suhu normal tanpa berpengaturan suhu juga terlihat suhu sangat stabil, berkisar $20-29^{\circ}\text{C}$. Perubahan suhu sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya fan speed yang di atur di AC, itulah yang menyebabkan naik turunnya suhu. Jika suhu lebih dari 27°C maka aktuator LED hijau menyala, dengan kata lain aktuator mengaktifkan penyiram otomatis, karena jika suhu terlalu panas akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Terlihat bahwa sensor DHT 11 untuk pengukuran suhu bekerja sangat baik.

Grafik selisih hasil pembacaan kesalahan pengukuran suhu antara sistem sensor terdistribusi dan alat ukur perbandingan dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

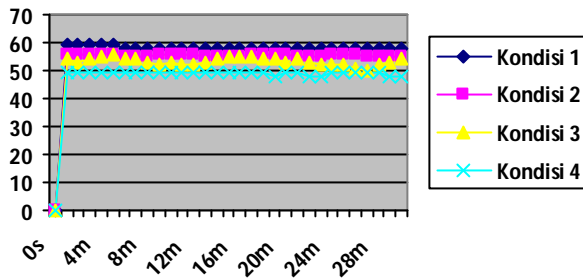


Gambar 8. Grafik selisih hasil pengukuran kesalahan suhu

Gambar grafik 8 terlihat bahwa perbedaan data dengan data perbandingan yang berkisar kurang lebih 2°C dengan pengukuran menggunakan alat ukur digital, lebih disebabkan karena akurasi dari pembacaan data sensor DHT 11 sendiri yang dalam datasheet alat dijelaskan bahwa kesalahan pembacaan sensor DHT 11 untuk pembacaan sensor suhu ini kurang lebih 2°C . Hasil pengukuran dari grafik juga terlihat berhasil karena dibawah dari threshold pembacaan kesalahan.

4.3.2 Pengujian Sub Sistem Akuisisi Data Kelembaban

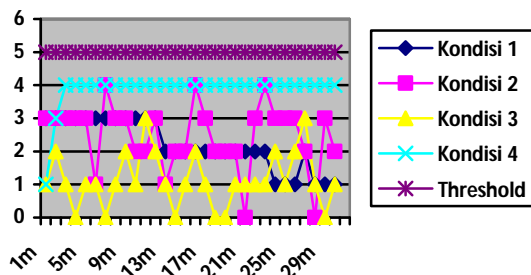
Pengambilan data pengukuran sub sistem akuisisi data kelembaban, data hasil pengukuran dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 9. Grafik hasil pengukuran kelembaban di LCD dan layanan web

Pengambilan data kelembaban dapat dilihat dalam grafik bahwa kelembaban rata-rata berkisar 50-60%. Karena kelembaban kurang dari persyaratan minimal 70%, maka aktuator LED merah menyala, dengan kata lain aktuator mengaktifkan *blower* otomatis. Kelembaban antara 70-85% merupakan persyaratan kelembaban yang sangat baik untuk pertumbuhan tanaman. Kelembaban yang terlalu tinggi diatas 85% atau terlalu rendah dibawah 70%, akan menyebabkan tingginya serangan bakteri dan cendawan yang akan merusak perkembangan tanaman.

Grafik selisih hasil pembacaan kesalahan pengukuran kelembaban antara sistem sensor terdistribusi dan alat ukur pembanding dapat dilihat pada gambar dibawah ini

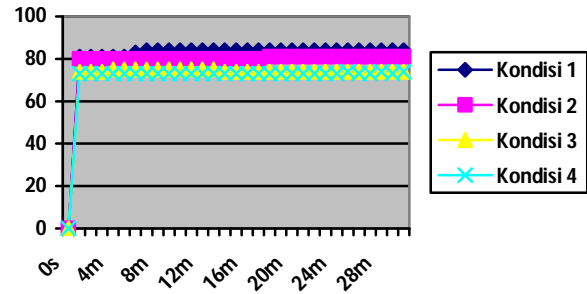


Gambar 10. Grafik selisih hasil pengukuran kesalahan kelembaban

Gambar grafik 10, terlihat bahwa perbedaan data dengan data pembanding yang berkisar kurang lebih 5% RH dengan pengukuran menggunakan alat ukur digital, lebih disebabkan karena akurasi dari pembacaan data sensor DHT 11 sendiri yang dalam datasheet alat dijelaskan bahwa kesalahan pembacaan sensor DHT 11 untuk pembacaan sensor kelembaban ini kurang lebih 5% RH. Hasil pengukuran dari grafik juga terlihat berhasil karena dibawah dari *threshold* pembacaan kesalahan.

4.3.3 Pengujian Sub Sistem Akuisisi Data Intensitas Cahaya

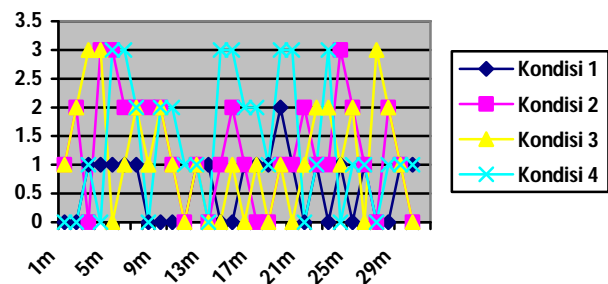
Pengambilan data pengukuran sub sistem akuisisi data intensitas cahaya, data hasil pengukuran dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 11. Grafik hasil pengukuran intensitas cahaya di LCD dan layanan web

Dari grafik diatas terlihat bahwa intensitas cahaya sangat stabil di masing-masing kondisi. Sistem sensor terdistribusi di program jika intensitas cahaya melebihi 70 lux, aktuator LED orange menyala, dengan kata lain mengaktifkan aktuator penyiram otomatis. Rata-rata pengambilan data di semua kondisi hampir sama, karena diambil pada jam yang sama setiap hari. Dari keempat kondisi tersebut rata-rata pengukuran data intensitas cahaya mendapatkan hasil dari 70-85 Lux.

Grafik selisih hasil pembacaan kesalahan pengukuran intensitas cahaya antara sistem sensor terdistribusi dan alat ukur pembanding dapat dilihat pada gambar dibawah ini



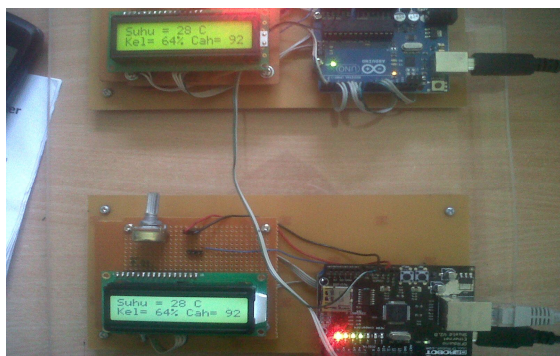
Gambar 12. Grafik selisih hasil pengukuran kesalahan intensitas cahaya

Gambar 11 dan 12, terlihat grafik pengukur intensitas cahaya, dan grafik pembacaan kesalahan pengukuran intensitas cahaya, dari grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa walaupun pengambilan data diambil di jam yang sama dan hari yang berbeda, hasil pengukuran yang di dapat akan sedikit berbeda, hal ini tentunya disebabkan oleh perbedasan intensitas cahaya, yang bisa karena faktor cahaya yang masuk di ruangan *prototipe* dari cahaya matahari, juga bisa dari faktor penerangan tambahan seperti lampu ruangan.

4.4 Pengujian Sub Sistem Komunikasi

Pengujian sub sistem komunikasi ini adalah pengujian dari segi fungsionalnya, apakah dalam proses pengiriman data sensor dari node sensor ke server berhasil atau tidak mengirimkan data.

Pengujian sub sistem komunikasi dapat terlihat pada gambar 13, terlihat di gambar bahwa pengukuran sensor yang terbaca di LCD node sensor sama dengan data sensor yang terkirim ke node server.



Gambar 13. Node sensor dan node kontrol

Gambar 13, terlihat bahwa di node sensor suhu terbaca 28° celcius sama dengan data yang terbaca di LCD node server 28° celcius, begitu juga dengan kelembaban yang terbaca di node sensor terbaca 64% sama dengan data kelembaban yang terbaca di LCD node server 64%, tidak jauh berbeda dengan intensitas cahaya, di node sensor terbaca 92 lux, sama dengan yang terbaca di node server sebesar 92 lux. Ini membuktikan bahwa dalam pengujian sub sistem komunikasi secara serial pengiriman data sensor yang terukur di node sensor ke node server secara fungsional berhasil terkirim.

4.5 Pengujian Sub Sistem Kontrol

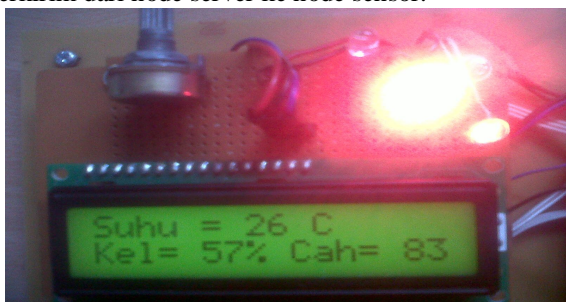
Pengujian sub sistem kontrol ini adalah pengujian dari segi fungsionalnya, apakah dalam proses pengiriman data kontrol dari node server ke sensor berhasil atau tidak mengirimkan data.

Pengujian sub sistem kontrol secara dapat terlihat pada gambar 14, gambar 15 dan gambar 16.



Gambar 14. Node sensor nyala led 3

Gambar 14, terlihat bahwa lampu LED di node sensor menyala semua karena pada threshold di program node server dibuat jika suhu lebih dari 27° celcius, kelembaban kurang dari 70 % dan intensitas cahaya lebih dari 70 lux maka lampu LED di node sensor akan menyala yang berarti akan mengaktifkan aktuator di masing-masing pengukuran. Itu berarti proses pengiriman kontrol secara fungsional berhasil terkirim dari node server ke node sensor.



Gambar 15. Node sensor nyala led 2

Gambar 15, terlihat bahwa lampu LED di node sensor nomer 1 mati sedangkan nomer 2 dan nomer 3 menyala semua, itu terjadi karena pada *threshold* di program node server dibuat jika suhu lebih dari 28° celcius LED baru menyala, sedangkan LED nomer 1 mati karena suhu yang terukur 26° celcius, untuk kelembaban dan intensitas cahaya program dibuat jika kelembaban kurang dari 70 % dan intensitas cahaya lebih dari 70 lux maka lampu LED di node sensor akan menyala yang berarti akan mengaktifkan aktuator kelembaban dan intensitas cahaya. Itu berarti proses pengiriman kontrol secara fungsional berhasil terkirim dari node server ke node sensor.



Gambar 16. Node sensor nyala led 1

Gambar 16, terlihat bahwa lampu LED di node sensor nomer 1 dan nomer 2 mati sedangkan nomer 3 menyala, itu terjadi karena pada *threshold* di program node server dibuat jika suhu lebih dari 28° celcius LED baru menyala, sedangkan LED nomer 1 mati karena suhu yang terukur 27° celcius, dan untuk kelembaban dibuat jika kurang dari 50% LED baru menyala, sedangkan LED nomer 2 mati karena kelembaban yang terukur 57%, sedangkan untuk intensitas cahaya program dibuat jika lebih dari 70 maka lampu LED di node sensor akan menyala karena suhu yang terukur 84 lux yang berarti akan mengaktifkan aktuator intensitas cahaya. Itu berarti proses pengiriman kontrol secara fungsional berhasil terkirim dari node server ke node sensor.

5 Kesimpulan

1. Perancangan Jaringan Sensor Terdistribusi untuk Aplikasi Greenhouse dan Pengelolaan Tanaman yang Efisien ini sangat bermanfaat untuk memonitoring suhu, kelembaban dan intensitas cahaya di dalam *greenhouse*.
2. Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban DHT 11 bekerja sangat baik untuk mengukur suhu dan kelembaban, sesuai dengan *datasheet* sensor DHT 11, dimana jika suhu berkisar $0-50^{\circ}$ C maka kelembaban minimum 20% RH dan maksimum 90% RH.
3. Kesalahan pembacaan sensor DHT 11 untuk suhu dan kelembaban juga sama dengan *datasheet* sensor DHT 11, untuk suhu kurang lebih 2° C, sedangkan untuk kelembaban kurang lebih 5 % RH.
4. Data hasil pengukuran dapat dilihat di LCD 12x6 dan perangkat lunak di layanan web yang berfungsi sebagai monitoring suhu yang memiliki fitur untuk menampilkan suhu, kelembaban dan intensitas cahaya.
5. Sistem ini dapat diimplementasikan ke multi klien, atau lebih dari satu komputer untuk

pemantauan di layanan web dengan menambahkan perangkat tambahan berupa *hub/switch*.

Referensi

- [1] Adhi, Prihantho. 2008. *Sistem Otomatis Penyiraman Tanaman pada Rumah Kaca berbasis Mikrokontroller MCS-51*. Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- [2] Aliyya, Adam. 2008. *Sistem Pemantauan Tanaman berbasis Jaringan Sensor Nirkabel*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [3] Andria, Ahmad. 2008. *Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data dan Pengendalian Suhu Pada Rumah Kaca Menggunakan Pengendali Tipe PID Berbasis Mikrokontroler AT89S51*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- [4] Ilham, Julian. *Perancangan Sistem Pengendali dan Pedjadwal Lampu Ruangan berdasarkan Database melalui Komunikasi Wireless Zigbee*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- [5] Mudiastuti, Sri. 2008. *Pola Aliran Temperatur pada Geometri Bangunan Rumah Kaca Tipe Terowongan (Green House Tunnel Type)*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [6] Setiawan, Andi. 2010. *Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data Suhu dan Kelembaban Udara menggunakan Komputer*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- [7] Sgroit, Marco. 2003. *A Service-Based Universal Application Interface for Ad-hoc Wireless Sensors Networks*. University of California. Jerman.
- [8] Sunardi. 2004. *Sistem Pengaturan Intensitas Cahaya pada Iklim Buatan dalam Rumah Kaca (Greenhouse)*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- [9] Syahrul, Munir. 2010. *Perancangan Smart Green House dengan Teknologi Mobile*. Penerbit Universitas Veteran, Surabaya.
- [10] www.frc.ri.cmu.edu, Distributed Sensor Webs, [10 Februari 2012]
- [11] www.geraicerdas.com, Arduino Uno Simple Pack, [12 Februari 2012]
- [12] www.presto.cs.umass.edu, Storage Sistem, [15 Februari 2012]
- [13] www.sensor-networks.org, Teknologi Sensing, [15 Februari 2012]
- [14] www.smart-farms.net, Smart Farms, [10 Februari 2012]
- [15] www.famosastudio.com, DFRduino Ethernet Shield, [10 Februari 2012]
- [16] id.wikipedia.org, Potensiometer; Kabel UTP, [10 Februari 2013]
- [17] www.meterdigital.com, Lutron LM 8100, [10 Februari 2013]

BIODATA



Bimo Ananto Pamungkas, lahir di Semarang, pada tanggal 28 Oktober 1989. Memulai menempuh pendidikan di TK Pertiwi 1 Sumber, kemudian ke SD Negeri 1 Sumber, melanjutkan ke SMP Negeri 1 Rembang, dan pendidikan tingkat atas di SMA Negeri 1 Rembang. Saat ini penulis sedang menempuh pendidikan di Program Studi

Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, angkatan 2008.