

Pemanfaatan Mikrokontroler AVR untuk Pengendalian Sejumlah Parameter Fisis pada Analogi Smartgreenhouse

Bayu Arief Prakoso¹, Arief Goeritno^{1*}, Bayu Adhi Prakosa²

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor, Kota Bogor, Jawa Barat

²Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor, Kota Bogor, Jawa Barat

Informasi Artikel

Naskah Diterima : 03 Mei 2020

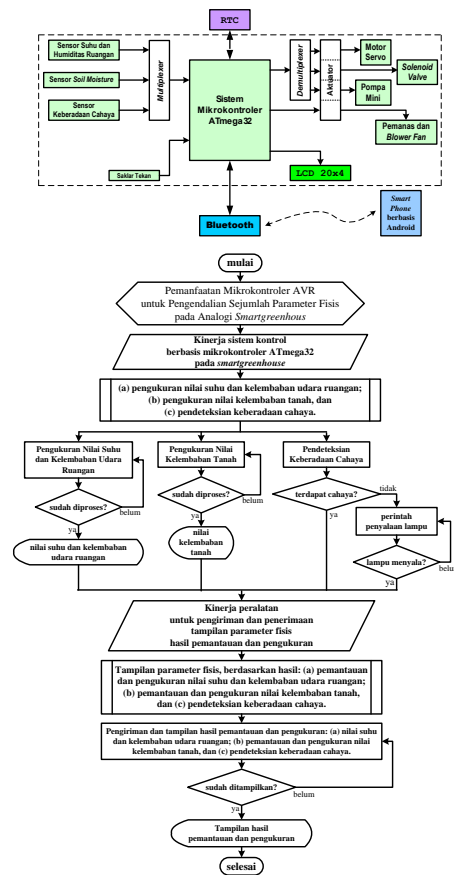
Direvisi : 24 Juni 2020

Disetujui : 27 Juni 2020

*Korespondensi Penulis:

arief.goeritno@uika-bogor.ac.id

Graphical abstract



Abstract

A number of physical parameters are related to the air temperature and humidity in the room, soil humidity, and the presence of light. All physical parameters are used to measure the performance of the control system based-on ATmega32 microcontroller. The measurement results of the control system performance are then sent and displayed on an Android-based device to find out the performance of the sending and receiving data system assisted by the Bluetooth protocol network. The measurement result of room temperature values is ranging of 26-36 °C and the humidity is ranging of 54-74%. Measurement result against the soil moisture parameter is 85% that obtained from the conversion of 3 volts dc in 8-bit digital data, while the soil humidity at normal condition is 60%. The presence light sensor when not detecting light, the sensor output value of 5 volts dc is converted into 256 scales digital data. For this condition, the controller sends a signal of 256 scales or maximum output to the actuator for energizing the lamp, so that maximum light can be produced. Assisted by Android-based smartphone and Bluetooth protocol network for sending and receiving data display based-on the measurement and monitoring of a number of physical parameters, so that it is the suitability of the display that produced by the control system based-on ATmega32 microcontroller.

Keywords: AVR microcontroller, a number of physical parameters, smartgreenhouse analogy.

Abstrak

Sejumlah parameter fisis tertampilkan berkaitan dengan suhu dan kelembaban udara ruangan, kelembaban tanah, dan keberadaan cahaya. Keberadaan sejumlah parameter fisis tersebut digunakan untuk pengukuran kinerja sistem kontrol berbasis mikrokontroler ATmega32. Hasil pengukuran kinerja sistem kontrol selanjutnya dikirim dan ditampilkan pada peralatan berbasis Android, agar diketahui kinerja sistem pengiriman dan penerima data berbantuan jaringan protokol Bluetooth. Hasil pengukuran nilai suhu ruangan terukur pada kisaran 26-36 °C dan kandungan uap air pada udara ruangan pada kisaran 54-74%. Hasil pengukuran terhadap parameter kelembaban tanah sebesar 85% yang diperoleh dari hasil konversi 3 volt dc dalam data digital 8 bit, sedangkan kelembaban tanah kondisi normal sebesar 60%. Sensor keberadaan cahaya saat tidak deteksi cahaya, maka nilai keluaran sensor sebesar 5 volt dc yang diubah menjadi data digital 256 skala. Untuk kondisi tersebut, pengontrol kirim sinyal sebesar skala 256 atau keluaran maksimal ke aktuator untuk penyalan lampu, agar dihasilkan cahaya maksimal. Berbantuan smartphone berbasis Android dan jaringan protokol Bluetooth untuk pengiriman dan penerimaan tampilan data berdasarkan hasil pengukuran dan pemantauan sejumlah parameter fisik, merupakan kesesuaian tampilan yang dihasilkan oleh sistem kontrol berbasis mikrokontroler ATmega32.

Kata-kata kunci: Mikrokontroler AVR, sejumlah parameter fisik, analogi smartgreenhouse.



1. PENDAHULUAN

Sebuah *chip* mikrokontroler AVR [1,2] untuk keperluan pemantauan, pengendalian, dan/atau pengontrolan merupakan inti dari sistem tertanam (*embedded system*) [3-5]. Konsepsi sistem tertanam merupakan pemanfaatan mikrokontroler yang mutlak diintegrasikan dengan sejumlah sensor di jalur masukan dan *actuator* dan/atau *indicator* di blok keluaran (*output*), dan penanaman aplikasi berbasis bahasa pemrograman [6-12]. Implementasi sistem tertanam dengan pemanfaatan mikrokontroler AVR ATmega32 [13], sejumlah sensor untuk pemantauan parameter fisis bagi pertumbuhan tanaman pada *greenhouse* [14], dan pembuatan struktur sintaks bahasa pemrograman *Basic Compiler (BasCom)* [15], digunakan untuk pengoperasian *actuator* [6-12]. Pencapaian sistem tertanam berbasis bahasa pemrograman diwujudkan melalui pabrikasi *motherboard* [6-12] atau pemanfaatan sistem minimalis dalam bentuk modul elektronika yang telah terpabrikasi [4,5]. *Motherboard* dua sisi atau *double layer* [9] berbasis konsepsi sistem tertanam terpabrikasi [6-12] dibuat dengan bantuan aplikasi *Easily Applicable Graphical Layout Editor (EAGLE)* [16,17] yang dapat digunakan untuk pengontrolan terhadap analogi *smartgreenhouse* [18-20].

Sejumlah parameter penting dan utama yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman pada *greenhouse* yang meliputi suhu (*temperature*), kelembaban (*humidity*), cahaya matahari (*sunlight*), kandungan uap air dalam tanah (*soil moisture*), dan karbon dioksida (CO_2) [21]. Berdasarkan keberadaan parameter penting tersebut, untuk implementasi untuk sebuah analogi *smartgreenhouse* [18-20] dapat ditekankan kepada empat parameter, yaitu suhu, kelembaban, cahaya, dan kandungan uap air dalam tanah, sehingga diperlukan empat sensor untuk parameter-parameter fisis tersebut. Kisaran nilai suhu sebesar 20-60 °Celsius, nilai kelembaban udara dalam ruangan dan kandungan uap air dalam tanah pada kisaran 40%-90%, sedangkan cahaya matahari diasosiasikan dengan cahaya tampak. Untuk keperluan tersebut, dipilih sensor jenis DHT11 sebagai sensor untuk parameter suhu dan kelembaban dalam ruangan, *light diode resistor (LDR)* sebagai sensor keberadaan cahaya, dan lempeng *printed circuit board* terpabrikasi sebagai sensor untuk *soil moisture* [18-20].

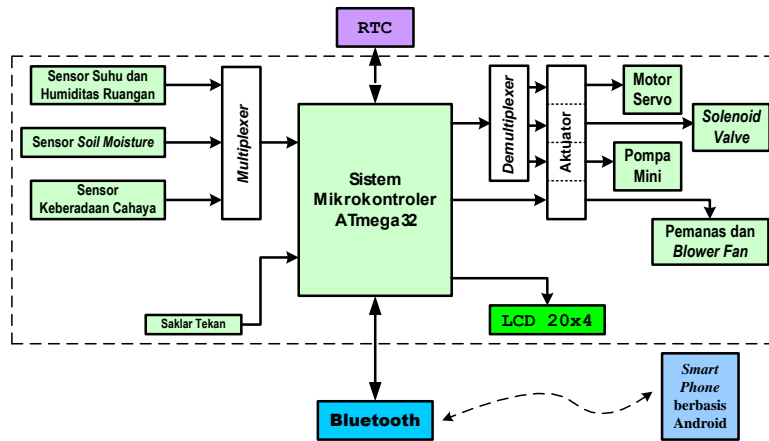
Pembuatan sistem tertanam untuk pengontrolan pada analogi *smartgreenhouse* dibuat dalam bentuk *prototype* digunakan untuk pengamatan dan pengukuran terhadap sejumlah parameter fisis sebagai masukan dan sejumlah keluaran untuk penggerakan *actuator*, sehingga dibuat tujuan penelitian yang meliputi (a) kinerja sistem kontrol berbasis mikrokontroler ATmega32 untuk analogi *smartgreenhouse* yang meliputi pantauan terhadap (i) nilai suhu dan kelembaban udara dalam ruangan, (ii) nilai kelembaban tanah, dan (iii) keberadaan cahaya dan (b) kinerja peralatan berbasis Android berbantuan *Bluetooth* [22] untuk pengiriman dan penerimaan tampilan parameter fisis hasil pemantauan dan pengukuran. Hasil pemantauan dan pengukuran parameter fisis ditampilkan pada *Liquid Crystal Display (LCD)* tipe 4x20, sedangkan kinerja peralatan berupa pengiriman dan penerimaan tampilan hasil kinerja sistem kontrol.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Alat Penelitian

Untuk keperluan pelaksanaan metode penelitian, diperlukan bahan-bahan penelitian, berupa: (i) sensor suhu dan kelembaban udara dalam ruangan (jenis DHT11), (ii) sensor cahaya (*light diode resistor, LDR*), (iii) *chip* AVR ATmega32, (iv) sejumlah resistor, kapasitor, transistor, relai elektromekanik, dan diode, (v) *IC* regulator 7805, (vi) lempeng *printed circuit board (PCB)*, (vii) *light emitting diode (LED)*, (viii) motor penggerak *blower fan*, (ix) kotak rangkaian, (x) catu daya (*power supply*) 5 dan 12 volt *dc*, (xi) *downloader* mikrokontroler, dan (xii) bahasa program *BasCom AVR* [15], dan (xiii) aplikasi *Proteus* [23] dan *EAGLE* [16,17]. Alat yang digunakan, meliputi satu set tools elektronika, avometer, bor listrik, setrika, dan *minidril*.

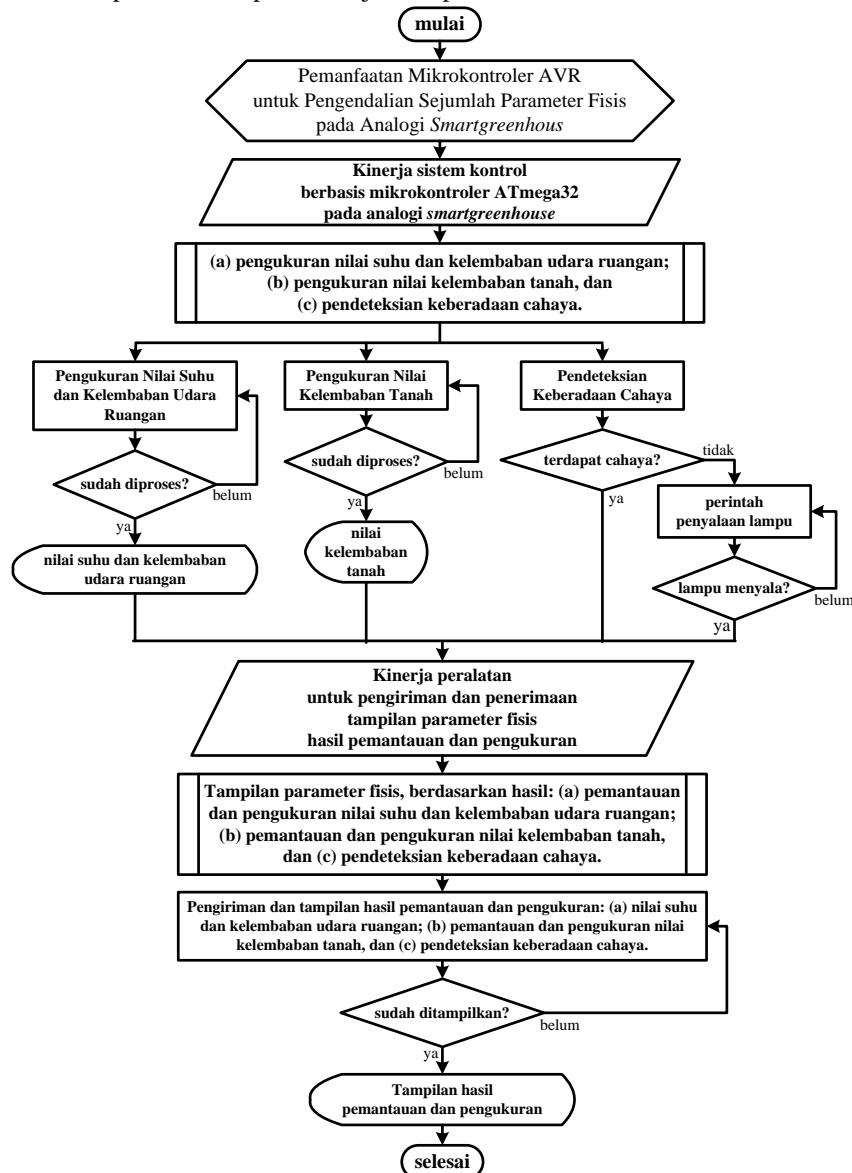
Berdasarkan keberadaan parameter utama, maka dibuat *prototype* sistem untuk keperluan dimaksud. Diagram skematis *prototype* sistem berbasis mikrokontroler AVR dan aplikasi *BasCom* [15] untuk pemantauan dan pengontrolan pada analogi *smartgreenhouse*, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram skematis *prototype* sistem berbasis mikrokontroler AVR dan aplikasi *BasCom* untuk pemantauan dan pengontrolan pada analogi *smartgreenhouse*

2.2 Diagram Alir Metode Penelitian

Diagram alir metode penelitian, seperti ditunjukkan pada Gambar 24.



Gambar 2 Diagram alir metode penelitian

Berdasarkan Gambar 4 ditunjukkan, bahwa metode penelitian dilakukan untuk perolehan tujuan penelitian. Metode berkaitan dengan kinerja sistem kontrol berbasis mikrokontroler ATmega32, berupa (a) pengukuran suhu dan kelembaban udara ruangan, (b) pengukuran kelembaban tanah, (c) pendeteksi keberadaan cahaya, sedangkan metode penelitian berkaitan dengan kinerja peralatan untuk pengiriman dan penerimaan tampilan hasil *smart phone* berbasis Android berbantuan jaringan protokol *Bluetooth* [22], berupa pengiriman dan penerimaan tampilan hasil: (i) pengukuran suhu dan kelembaban udara ruangan, (ii) pengukuran kelembaban tanah, dan (iii) pendeteksi keberadaan cahaya matahari.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kinerja Sistem Kontrol Berbasis Mikrokontroler ATmega32 untuk Analogi *Smartgreenhouse* Penampang sistem utama untuk *smartgreenhouse*, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Penampang sistem utama untuk *smartgreenhouse*

Berdasarkan Gambar 3 dapat dijelaskan, bahwa pemantauan dan pengukuran terhadap perubahan sejumlah parameter fisis pada analogi *smartgreenhouse* melalui 4 (empat) buah sensor, yaitu sensor suhu, kelembaban udara dalam ruangan (humiditas), kandungan air dalam tanah (kelembaban tanah, *soil moisture*), dan intensitas cahaya dengan perubahan, apabila nilai suhu udara, kelembaban udara dalam ruangan, dan kelembaban tanah tinggi disertai kenaikan nilai intensitas cahaya. Pembacaan hasil pengukuran, ditampilkan melalui *LCD* 4x20.

3.1.1 Pantauan nilai suhu (*temperature*) dan kelembaban (*humidity*) udara (kandungan uap air) dalam ruangan

Tampilan hasil pengukuran kinerja sistem untuk pantauan suhu dan kelembaban dalam ruangan, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



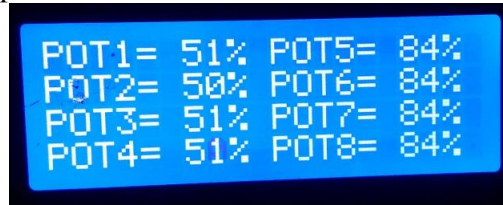
Gambar 4 Tampilan hasil pengukuran kinerja sistem untuk pantauan suhu dan kelembaban dalam ruangan *smartgreenhouse*

Berdasarkan Gambar 4 dapat dijelaskan, bahwa nilai kelembaban udara ruangan analogi *smart green house* yang ditampilkan pada *LCD* dengan kisaran nilai 54-74%, sedangkan nilai maksimal yang mampu diproses oleh mikrokontroler dan ditampilkan pada *LCD* sebesar 90%. Nilai

kelembaban udara dalam ruangan dipengaruhi nilai suhu udara ruangan. Untuk nilai suhu yang terdapat dalam ruangan, dimana kenaikan nilai suhu berbarengan dengan penurunan nilai kelembaban udara. Pengontrolan suhu dinaikan oleh pemanas yang dengan tiupan angin yang dihasilkan dari kipas.

3.1.2 Pantauan nilai kelembaban tanah (*soil moisture*)

Tampilan hasil pengukuran nilai kelembaban tanah pada masing-masing pot tanaman dalam ruangan, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

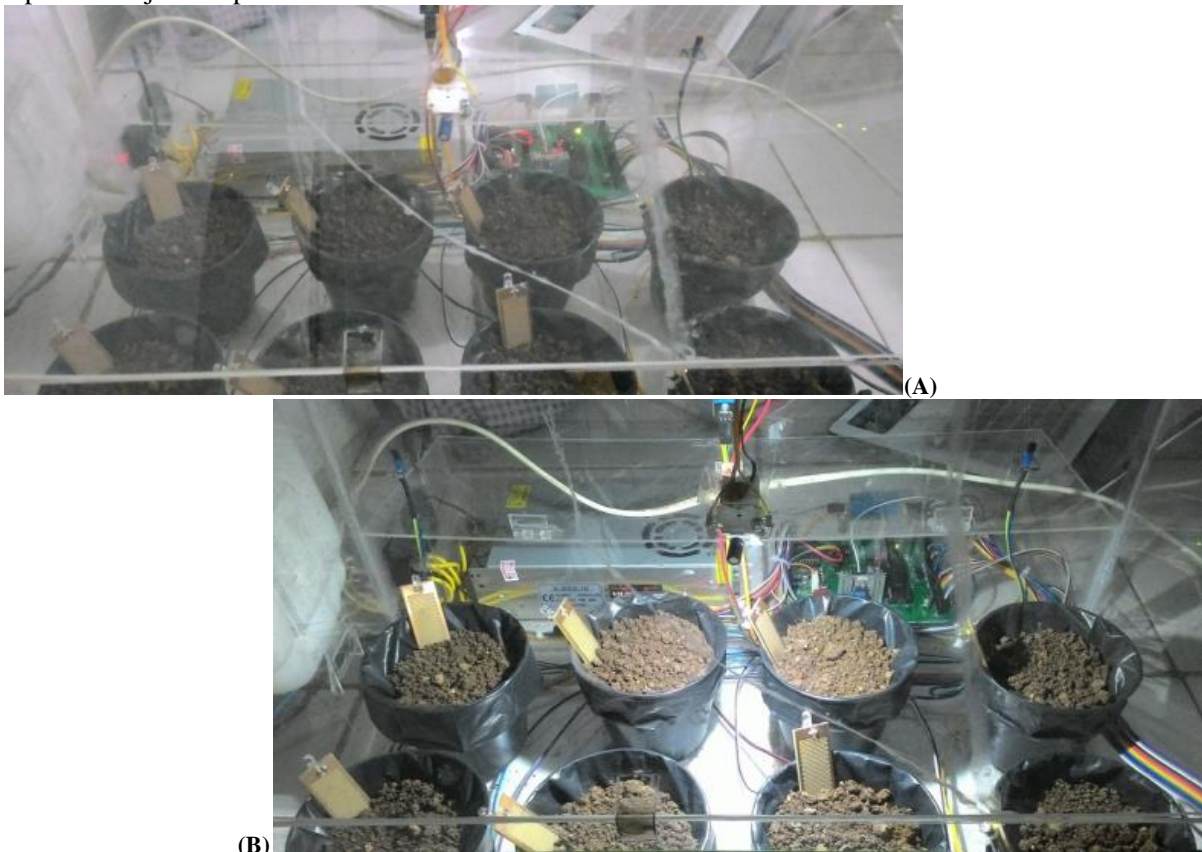


Gambar 5 Tampilan hasil pengukuran nilai kelembaban tanah pada masing-masing pot tanaman dalam ruangan

Gambar 5 Tampilan hasil pengukuran nilai kelembaban tanah pada masing-masing pot dalam ruangan Berdasarkan Gambar 5 dapat dijelaskan, bahwa Tampilan hasil pengukuran nilai kelembaban tanah pada 8 (delapan) pot yang terisi tanah, berkisar 50% sampai 84%. Nilai kelembaban tanah normal sebesar 60% dengan nilai tegangan keluaran sebesar 3 volt *dc* dalam 8 bit bilangan biner.

3.1.3 Pantauan keberadaan cahaya

Tampilan hasil pengukuran kinerja sistem untuk pantauan keberadaan intensitas cahaya, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Tampilan hasil pengukuran kinerja sistem untuk pantauan keberadaan intensitas cahaya

Berdasarkan Gambar 6 dapat dijelaskan, bahwa (A) merupakan kondisi langit cerah, sehingga lampu tidak menyala, sedangkan (B) merupakan Kondisi langit gelap, sehingga ruangan pada analogi *smart greenhouse* dibantu dengan pencahayaan dari lampu.

3.2. Kinerja Peralatan untuk Pengiriman dan Penerimaan Tampilan Parameter Fisis Hasil Pemantauan dan Pengukuran

Sistem komunikasi berupa penggunaan 2 komunikasi, yaitu sistem komunikasi serial dan *I2C*. Komunikasi serial untuk *Bluetooth* dengan penggunaan jalur *RX* dan *TX*, berupa perolehan sinyal dari telepon pintar (*smart phone*) berbasis Android. Telepon pintar tersebut kirim sinyal berbentuk karakter yang diterima oleh *Bluetooth* pada sistem utama, dikirim ke pengontrol untuk diproses. Komunikasi *I2C* untuk *RTC (Real Time Clock)* melalui penggunaan jalur data serial (*Serial DATA line, SDA*) dan jalur pewaktu serial (*Serial CLOCK line, SCL*) untuk perolehan data dari *RTC* yang terdapat pada *EEPROM*, kemudian dikirim ke pengontrol untuk diproses dan ditampilkan pada *LCD* berupa penunjukan waktu. Tampilan penunjukan waktu tersebut berperan untuk pengontrolan keseluruhan sistem, kapan harus dilakukan penyiraman tanaman dan kapan tanaman terima cahaya. Tampilan hasil pengukuran kinerja sistem komunikasi *RTC*, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Tampilan hasil pengukuran kinerja sistem komunikasi *RTC*

Tampilan kinerja sistem pengiriman data tanaman dengan komunikasi berbasis teknologi nirkabel *Bluetooth*, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



pengiriman data tanaman melon

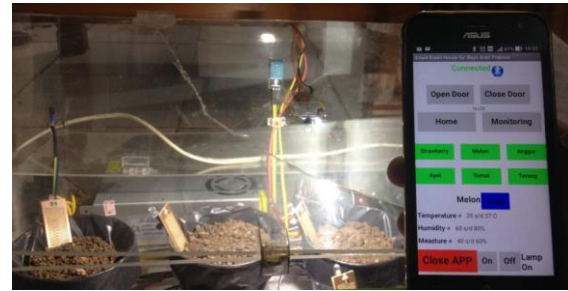
pengiriman data tanaman terong

Gambar 8 Tampilan kinerja sistem pengiriman data tanaman dengan komunikasi berbasis teknologi nirkabel *Bluetooth*

Berdasarkan Gambar 8 dapat dijelaskan, bahwa sistem komunikasi berbasis teknologi nirkabel *bluetooth* digunakan untuk pengiriman data nama buah, dapat juga digunakan untuk kirim data sejumlah perintah, salah satunya pengiriman data perintah untuk penyalakan lampu yang dioperasikan setelah pukul 17.00 WIB sampai dengan pukul 06.00 WIB. Tampilan kinerja sistem pengiriman data untuk penyalakan lampu melalui *smartphone* berbasis Android berbantuan komunikasi berbasis teknologi nirkabel *bluetooth*, seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Kondisi lampu padam



Kondisi lampu menyala

Gambar 9 Tampilan kinerja sistem pengiriman data untuk penyalaan lampu melalui smart phone berbasis Android berbantuan komunikasi berbasis teknologi nirkabel bluetooth

Berdasarkan Gambar 9 dapat dijelaskan, bahwa sistem pengiriman data untuk penyalaan lampu melalui *smartphone* berbasis Android berbantuan komunikasi berbasis teknologi nirkabel *bluetooth* dapat difungsikan dan sesuai harapan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan bahasan, maka ditarik kesimpulan sesuai tujuan penelitian. Berdasarkan pembahasan, maka ditarik simpulan sesuai tujuan penelitian. Kemampuan sistem kontrol berbasis mikrokontroler ATmega32 untuk pengukuran nilai suhu ruangan berkisar 150°C , sedangkan suhu ruangan terukur pada kisaran $26-36^{\circ}\text{C}$. Tampilan pada *LCD* hasil pengukuran kandungan uap air pada udara ruangan dengan kisaran $54-74\%$, tetapi tampilan nilai maksimal dapat sampai 90% . Tampilan pada *LCD* hasil pengukuran terhadap parameter kelembaban tanah sebesar 85% diperoleh dari hasil konversi $3\text{ volt }dc$ atau dalam data digital 8 bit, dimana kelembaban tanah kondisi normal sebesar 60% . Sensor intensitas cahaya tidak memperoleh cahaya, maka nilai keluaran sensor sebesar $5\text{ volt }dc$ yang diubah menjadi data digital 256 skala. Untuk kondisi tersebut, pengontrol kirim sinyal ke lampu sebesar 256 atau keluaran maksimal, dimana lampu menghasilkan cahaya maksimal. Sistem komunikasi berbasis teknologi nirkabel Bluetooth terkendali *smart phone* berbasis Android dapat untuk pengiriman dan penerimaan data tampilan hasil pengukuran dan pemantauan sesuai tampilan yang dihasilkan oleh sistem kontrol berbasis mikrokontroler ATmega32 yang meliputi sejumlah parameter fisis pada analogi *smart greenhouse*, yaitu suhu dan kelembaban (kandungan uap air) udara ruangan, kelembaban tanah, dan intensitas cahaya atau keberadaan cahaya.

REFERENSI

- [1] S.F. Barret and D.J. Pack. *Atmel AVR Microcontroller Primer: Programming and Interfacing*. San Rafael, CA: Morgan & Claypool, 2008, pp. 3-5.
- [2] M.A. Mazidi, S. Naimi, and S. Naimi, *The AVR Microcontroller and Embedded Systems: Using Assembly and C*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2011, pp. 40-43.
- [3] Texas Instrument, *Embedded System Design using TIVA*, pp. 12-54. [Online]. Available: <https://www.ti.com/seclit/ml/ssqu017/ssqu017.pdf>.
- [4] D. Suhartono dan A. Goeritno. "Prototipe Sistem Berbasis Mikrokontroler untuk Pengkondisian Suhu pada Analogi Panel dengan Analogi Sistem *Air Conditioni*," di *Jurnal EECCIS*, Vol. 13, No. 1, April 2019, hlm. 22-30.
- [5] A. Goeritno and M.Y. Afandi. "Designing a Security System Based-on Microcontroller Integrated into the Immobilizer System," in *SSRG International Journal of Electronics and Communication Engineering (SSRG-IJECE)*, Volume 6, Issue 8, Aug 2019, pp. 1-11.
- [6] A. Goeritno, D.J. Nugroho, dan R. Yatim. "Implementasi Sensor SHT11 untuk Pengkondisian Suhu dan Kelembaban Relatif Berbantuan Mikrokontroler," di *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi (Semnastek) 2014*, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, hlm. (TE-009) 1-13. [Online]. Tersedia di: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/233/208>

- [7] I. Mustofa, A. Goeritno, dan B.A. Prakosa, "Prototipe Sistem Kontrol Berbasis Mikrokontroler untuk Pengaman terhadap Gangguan Hubung Singkat pada Otobis," di *Prosiding SNTI V-2016 Universitas Trisakti*, Jakarta, 18 Mei 2016, hlm. 317-323.
- [8] Sopyandi, A. Goeritno, dan R. Yatim. "Prototipe Sistem Pengontrolan Berbasis Payload Data Handling Berbantu Mikrokontroler untuk Instalasi Listrik Rumah Tinggal," di *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI FTI-Usakti V-2016)*, Jakarta, JK, 2016, hlm. 331-337.
- [9] B.A. Prakoso, A. Goeritno, dan B.A. Prakosa. "Prototipe Sistem Pengontrolan Berbasis Mikrokontroler ATmega32 untuk Analogi Smart Green House," di *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI FTI-Usakti V-2016)*, Jakarta, JK, 2016, hlm. 338-345.
- [10] R. Effendi, A. Goeritno, dan R. Yatim. "Prototipe Sistem Pendeteksian Awal Pencemaran Air Berbantuan Sensor Konduktivitas dan Suhu Berbasis Mikrokontroler," di *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi (Semnastek) 2015*, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta. [Online]. 2, hlm. (TE-017) 1-6. Tersedia di: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/430/396>.
- [11] A. Goeritno dan S.F. Ginting. "Prototipe Sistem Pengontrolan Berbasis Voice Recognition Sensor dan Mikrokontroler untuk Pengoperasian Aktuator," di *Jurnal Teknik Elektro dan Sains*, Vol. 3, No. 2, Oktober 2016, hlm. 7-15.
- [12] M.T. Sholehati dan A. Goeritno, "Sistem Minimum Berbasis Mikrokontroler ATmega2560 sebagai Sistem Pengaman pada Analogi Lemari Penyimpanan Brankas," di *Jurnal Rekayasa Elekrika*, Vol. 14, No. 3, Desember 2018, DOI: [10.17529/jre.v14i3.11649](https://doi.org/10.17529/jre.v14i3.11649)
- [13] ATMEL Corporation. *8-bit AVR Microcontroller ATmega32A Datasheet Complete*. ATMEL Corporation, San Jose, CA. 2016. [Online]. Available: http://www.atmel.com/Images/Atmel-8155-8-bit-Microcontroller-AVR-ATmega32A_Datasheet.pdf.
- [14] Ted Goldamer. "Greenhouse Environmental Monitoring and Control System," in *Greenhouse Management: A Guide to Operations and Technology*, First Edition. Centreville, VA: Apex Publisher, 2019 (April), pp. 73-80.
- [15] The MCS Electronics Team. *BASCOM-AVR User Manual Introduction*, Goshen, IN: MCS Electronics, 2008, pp. 222-252.
- [16] CadSoft Computer. "Eagle Easily Applicable Graphical Layout Editor Manual Version 5", Pembroke Pines, FL: CadSoft Computer Inc., 2010, pp. 37-80.
- [17] A. Goeritno, D. Anwar, Syaiful, Ritzkal, A.I. Syahida, dan R. Setria. "Implementasi Literasi Terhadap Aplikasi Easily Applicable Graphical Layout Editor Berbasis Pendidikan Islam," di *Ta'dibuna: Jurnal Pendidikan Agama Islam*, Vol. 1, No. 1, November 2018, hlm. 79-106.
- [18] A. Goeritno, B.A. Prakoso, dan B.A. Prakosa. "Kinerja Sistem Kontrol Berbasis Mikrokontroler Untuk Pemantauan Sejumlah Parameter Fisis pada Analogi Smart Green House" di *Prosiding Simposium Nasional RAPI XV-2016*, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, 7 Desember 2016, hlm. 70-76.
- [19] B.A. Prakosa, A. Goeritno, dan B.A. Prakosa, "Implementasi Peralatan Berbasis Android Berbantuan Bluetooth Untuk Tampilan Pantauan Sejumlah Parameter Fisis pada Analogi Smart Green House," di *Prosiding Seminar Nasional I (SENIATI) 2017*, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang, 2 Februari 2017, hlm. (A6)1-6.
- [20] A. Goeritno, B.A. Prakosa, B.A. Prakosa. "Tampilan Sejumlah Parameter Fisis pada Analogi Smart Greenhouse Berbantuan Mikrokontroler ATmega32, Bluetooth, dan Smart Phone Berbasis Android," di *Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu (SENMI VIII 2017)*, Universitas Budi Luhur, Jakarta, hlm. ICT 225-234.
- [21] A. Modawal. "Give Your Plants the Best Suitable Environment for Better Yeild in your Greenhouse," in *Softweb Solution*, An Avnet Company, 2019, December 3rd. [Online]. Available: <https://www.softwebsolutions.com/resources/greenhouse-environment-control-system.html>.
- [22] C. Bisdikan. *An Overview of the Bluetooth Wireless Technology*. in *IEEE Communications Magazine*, December 2001, pp. 86-94.
- [23] Proteus2000, (1998), "Proteus 2000 Operations Manual", Scott Valley, CA: E-MU Systems, Inc., pp. 131-164.