

## **Rancang bangun sistem pengaturan kelembaban tanah secara *real time* menggunakan mikrokontroler dan diakses di web**

*Irwan Agus Saputro, Jatmiko Endro Suseno, dan Catur Edi Widodo.*

*Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang  
E-mail: irwans10@st.fisika.undip.ac.id*

### **ABSTRACT**

*A research on telemetry or remote measurement, for the parameters of soil moisture and temperature of the object remains in the form of agricultural land. The measured parameters such as soil moisture values are obtained from soil moisture sensors. In addition added also parameter value air temperature obtained by measuring the air temperature. In order to measure the air suh used sensor DS18B20. Both of the devices are read and controlled by a microcontroller ATmega328 with the Arduino software. Recipients get the value of soil moisture humidity value from the sensor. Data such as soil moisture and temperature value of the air is sent to the microcontroller, then transmitted to the database server by using the Internet network GSM. The system will be automatically watering when the soil moisture values are below standard. The system is using web interface that allows users to monitor soil conditions without the need for special receiver station. The results of this study, the system can perform the measurement values of soil moisture and air temperature to the server and perform automatic watering. This reasearch used three medium, wherein each soil moisture rises up to 99% in the first and second medium, in the third medium soil moisture rises up to 97%. The increase in the value of soil moisture caused by the automatical watering is based on parameter moisture used.*

**Keywords:** *Soil Moisture Sensor, Sensor DS18B20, telemetry by GSM internet, Arduino.*

### **ABSTRAK**

*Telah dilakukan penelitian tentang telemetri atau pengukuran jarak jauh, untuk parameter kelembaban tanah dan suhu udara dari objek yang tetap berupa lahan pertanian. Parameter yang diukur berupa nilai kelembaban tanah yang diperoleh dari sensor soil moisture. Selain itu ditambahkan juga parameter nilai suhu udara yang didapatkan dengan melakukan pengukuran suhu udara. Untuk mengukur suhu udara digunakan sensor DS18B20. Kedua perangkat ini dibaca dan dikontrol oleh mikrokontroler Atmega328 dengan software Arduino. Penerima nilai kelembaban tanah mendapatkan nilai kelembaban dari sensor. Data berupa nilai kelembaban tanah dan suhu udara dikirim ke mikrokontroler, kemudian dikirim ke server database dengan menggunakan jaringan internet GSM. Sistem akan melakukan penyiraman secara otomatis apabila nilai kelembaban tanah berada dibawah standar. Dalam sistem ini digunakan antarmuka web sehingga memudahkan pengguna untuk melakukan pemantauan kondisi tanah tanpa memerlukan stasiun penerima khusus. Hasil penelitian ini, alat dapat melakukan pengukuran nilai kelembaban tanah dan suhu udara ke server dan melakukan penyiraman secara otomatis. Dari penelitian digunakan tiga medium, dimana masing-masing kenaikan kelembaban tanah hingga mencapai 99% pada medium pertama dan kedua, sedangkan pada medium ketiga kenaikan kelembaban tanah mencapai 97%. Kenaikan nilai kelembaban tanah disebabkan oleh penyiraman secara otomatis berdasarkan parameter kelembaban yang digunakan.*

**Kata Kunci :** *Sensor Soil Moisture, Sensor DS18B20, telemetri dengan internet GSM, Arduino.*

### **PENDAHULUAN**

Kesuburan tanah adalah kualitas tanah untuk bercocok tanam, yang ditentukan oleh interaksi sejumlah sifat fisika, kimia, dan biologi bagian tubuh tanah yang menjadi habitat akar – akar aktif tanaman. Ada akar yang berfungsi menyerap air dan larutan haara, dan ada yang berfungsi sebagai penjangkar tanaman.

Kesuburan tanah merupakan kemampuan tanah menghasilkan bahan tanaman yang dipanen [1]. Untuk mendapatkan hasil panen yang memiliki kualitas dan produktifitas tinggi, hasil yang seragam perlu adanya pengkondisian lingkungan sistem produksi agar tercipta atmosfer yang menunjang pertumbuhan tanaman [2]. Namun hanya 10

% air irigasi yang bisa dikendalikan, jauh dari nilai ideal sebesar 50%. Salah satu kunci utama adalah pengelolaan air [3].

Permasalahan yang dihadapi dalam pengkondisian keadaan lingkungan tersebut adalah perlunya monitoring dan kendali yang dilakukan secara berkelanjutan. Hal ini tentu sulit dilakukan oleh petugas ataupun orang yang berkepentingan dengan terus menerus memantau dan mengontrol keadaan lingkungan selama 24 jam [2]. Meninjau permasalahan tersebut maka perlu adanya sistem monitoring dan kendali parameter lingkungan otomatis secara real time yang dapat diakses di web.

## **DASAR TEORI**

### **Kelembaban Tanah**

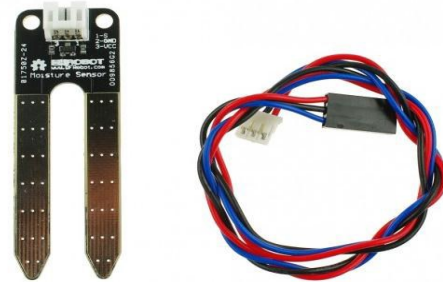
Kelembaban tanah adalah air yang mengisi sebagian atau seluruh pori – pori tanah yang berada di suatu tempat. Definisi yang lain menyebutkan bahwa kelembaban tanah menyatakan jumlah air yang tersimpan di antara pori – pori tanah. kelembaban tanah sangat dinamis, hal ini disebabkan oleh penguapan melalui permukaan tanah, transpirasi dan perkolasi [4]. Curah hujan, jenis tanah, dan laju evapotranspirasi merupakan faktor-faktor yang menentukan kelembaban tanah yang akan menentukan ketersediaan air dalam tanah bagi pertumbuhan tanaman[5].

### **Suhu Udara**

Suhu udara adalah ukuran energi kinetik rata-rata dari pergerakan molekul-molekul. Suhu suatu benda ialah keadaan yang menentukan kemampuan benda tersebut untuk memindahkan (transfer) panas ke benda-benda lain atau menerima panas dari benda-benda lain. Dalam sistem dua benda, benda yang kehilangan panas dikatakan benda yang bersuhu lebih tinggi. Suhu dapat didefinisikan secara mikroskopik berkaitan dengan gerakan molekul sedemikian rupa sehingga semakin besar kecepatan molekul makin tinggi suhunya [6].

### **Soil Moisture Sensor**

*Soil Moisture Sensor FC-28* adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah [4]. Gambar 1 menunjukkan sensor *soil moisture*. Sensor ini terdiri dua probe untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi besar). *Soil Moisture Sensor FC-28* memiliki spesifikasi tegangan input sebesar 3.3V atau 5V, tegangan output sebesar 0 – 4.2V, arus sebesar 35 mA, dan memiliki value range ADC sebesar 1024 bit mulai dari 0 – 1023 bit.



**Gambar 1.** Sensor *soil moisture*

### **Sensor DS18B20**

Sensor suhu DS18B20 beroperasi dalam kisaran  $-55^{\circ}\text{C}$  sampai  $125^{\circ}\text{C}$ , dan memiliki tingkat keakuratan  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  dalam kisaran  $-10^{\circ}\text{C}$  sampai  $85^{\circ}\text{C}$ . Sensor DS18B20 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus dan tidak memerlukan penyetelan lanjutan [7].

## **Mikrokontroler**

Mikrokontroler yaitu suatu chip yang mempunyai fungsi sebagai alat pengontrol rangkaian elektronik dan dapat menyimpan program yang ada di dalamnya [8]. Atau dapat juga dianalogikan dengan sebuah sistem komputer yang dikemas dalam bentuk chip. Artinya bahwa di dalam sebuah IC mikrokontroler sebetulnya sudah terdapat kebutuhan minimal mikroprosesor, ROM, RAM, I/O, dan clock seperti halnya yang dimiliki oleh sebuah komputer PC [9]. Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel.

## **Relay**

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik [10]. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi atau solenoid di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka.

## **Jaringan Komputer**

Jaringan Komputer adalah sekumpulan Komputer berjumlah banyak yang terpisah-pisah akan tetapi saling berhubungan dalam melaksanakan tugasnya, dan beberapa komputer bisa dikatakan saling terhubung bila keduanya dapat saling bertukar informasi [11]. Konsep awal jaringan komputer adalah komunikasi data dari satu komputer ke komputer lain. Pada awal kemunculannya komunikasi data antar komputer hanya bersifat *point-to-point* atau hubungan antar dua komputer bisa saling bertukar data dan informasi.

## **GSM**

GSM atau *Global System for Mobile Communications* adalah standar komunikasi digital seluler di seluruh dunia. modem GSM yang paling sering digunakan untuk menyediakan konektivitas internet mobile dan banyak digunakan untuk mengirim dan menerima *Short Message Service* [12]. Sebuah link nirkabel disediakan antara pemilik ponsel dan MCU (Microcontroller Unit) dengan GSM modul. Ini mirip modem *dial-up*. Ketidaksamaan utama antara keduanya adalah bahwa dalam transmisi modem dial-up dan penerimaan data melalui saluran telepon tetap sedangkan modem *wireless* menggunakan gelombang radio.

SIM800L merupakan modem quad-band 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz yang membutuhkan suplai tegangan 3,4 – 4,4 volt, dengan GPRS multi-slot class 12 yang mampu mentransmisikan data unduh maksimal 85,6 kbps. Ukuran modul GSM ini adalah 15,8 x 17,8 x 2,4 mm, dan beroperasi pada suhu -40°C hingga 85°C, dengan massa 1,35 gram.

## **GPRS**

General Packet Radio Service atau GPRS adalah layanan jaringan dari Global System for Mobile Communications atau GSM yang merupakan pengembangan utama menuju generasi berikutnya jaringan selular nirkabel seperti Universal Mobile Telecommunication System [13]. Layanan ini melengkapi teknologi yang sudah ada sekarang, yaitu circuit switched data dan short message service. GPRS merupakan standar komunikasi data pada jaringan GSM yang mempunyai kecepatan transfer data mencapai 115 kbps [14].

## **Website**

Website merupakan media penyampai informasi di internet [15]. Website ini

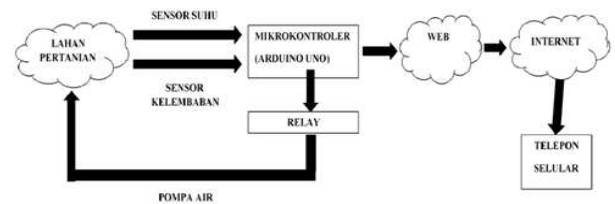
didasari dari adanya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi. Melalui perkembangan teknologi informasi, tercipta suatu jaringan antar komputer yang saling berkaitan. Jaringan yang dikenal dengan istilah internet secara terus-menerus menjadi pesan-pesan elektronik, termasuk e-mail, transmisi file, dan komunikasi dua arah antar individu atau komputer

## RANCANGAN DAN REALISASI

### Deskripsi Alat yang Akan Dibuat

Penelitian ini dibuat rancang bangun sistem pengaturan kelembaban tanah lahan pertanian menggunakan mikrokontroler yang ditampilkan di *website*. Sistem ini termasuk dalam kategori telemetri dengan sistem unit pengukuran pada objek yang tetap. Dalam sistem pengaturan kelembaban tanah lahan pertanian ini, digunakan jaringan seluler sebagai media pengiriman data. Jaringan seluler dipilih karena jangkauan jaringan yang luas, sehingga data pergerakan sistem akuisisi data dapat dikirim ke server. Saat ini, jaringan seluler sudah menjadi salah satu pilihan yang tepat sebagai media pengiriman data, karena jangkauan yang luas, lebar pita atau bandwidth yang besar, dan kemampuannya untuk transfer data dengan kecepatan tinggi. Hal ini sangat mendukung untuk sistem pengiriman data dengan jumlah yang sangat besar. Sensor *soil moisture* dan sensor DS18B20 digunakan untuk mengirimkan data berupa nilai kelembaban dan nilai suhu udara ke mikrokontroler dengan menggunakan komunikasi serial. Data ini kemudian dikirim ke *database server* menggunakan media transmisi data jaringan seluler. Semua data yang dikirim disimpan pada server *database*. Untuk melihat data-data yang dihasilkan, pengguna cukup mengunjungi *website*. Diagram blok sistem alat yang akan dibuat ditunjukkan pada Gambar 2.

## Rancang bangun sistem pengaturan.....



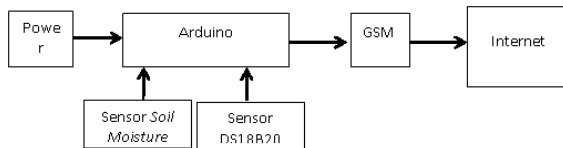
**Gambar 2.** Diagram blok sistem alat

Adapun sistem kerjanya yaitu pada saat sensor mengambil data, data yang didapat akan dikirim ke web melalui arduino dan akan disimpan di web berupa database. Data yang diambil secara *real time* yaitu waktu, nilai suhu, dan nilai kelembaban. Data yang sudah tersimpan bisa dilihat atau dimonitor melalui PC dengan membuka web suhu dan kelembaban. Aktuator berupa pompa air akan bekerja apabila nilai kelembaban yang didapat tidak sesuai dengan standart referensi yaitu bernilai 90%, dan akan berhenti apabila nilai kelembaban yang didapat sudah memenuhi standar referensi.

### Rancangan Skematik Sistem Akuisisi Data

Pada rangkaian alat rancang bangun sistem monitoring kelembaban tanah dan suhu udara, power digunakan untuk menghidupkan arduino, sensor soil moistur, sensor DS18B20, dan GSM. Pada rangkaian ini arduino berfungsi untuk membaca data nilai kelembaban tanah di lahan pertanian dan suhu udara yang terdapat di lingkungan. Selanjutnya semua data yang dibaca kemudian dikirim ke GSM module, yang kemudian dikirim ke server dengan menggunakan jaringan internet untuk disimpan di server basis data atau database. Data dari sensor soil moisture berupa nilai analog dengan range 0 – 1023, setelah melalui perhitungan maka nilai kelembaban tanah menjadi satuan persen (%). Dan nilai dari sensor DS18B20 berupa nilai digital sehingga nilai yang dihasilkan dapat langsung digunakan dengan satuan celsius (°C). Fungsi dari arduino adalah untuk

melakukan pemrosesan data dari sensor soil moisture dan sensor DS18B20. Pemrosesan data bertujuan untuk mendapatkan data yang diperlukan, selanjutnya data yang didapat dikirim ke web server.



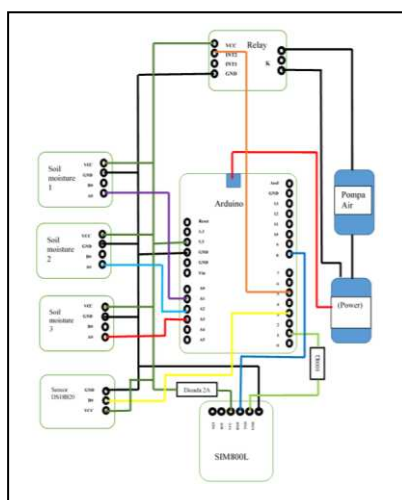
Gambar 3. Arsitektur sistem akuisisi data

### Rangkaian Skematik Sistem Penyiraman

Untuk menjalankan aktuator sebagai pengendali kelembaban tanah, digunakan Arduino, sensor *soil moisture*, relay, dan pompa air. Dimulai dengan pembacaan nilai kelembaban oleh sensor, kemudian Arduino mendapatkan nilai kelembaban. Apabila nilai kelembaban telah mencapai 90%, maka dapat melakukan penyiraman secara otomatis selama 5 detik.

### Desain Hardware

Desain *hardware* dari sistem alat ditunjukkan pada Gambar 4. Pada gambar menunjukkan pemasangan pin-pin dari Arduino dan penghubungan satu perangkat dengan perangkat lain.



Gambar 4. Desain hardware

### Desain Server dan Website

Konsep pengiriman data yang digunakan adalah dengan menggunakan *URL Variable*. Artinya data yang dikirim ke server dikirim dalam kueri url / suatu alamat situs yang berisi program PHP, yang sudah disesuaikan antara variabel pengirim data, dan variabel penerima data. alamat web yang digunakan adalah <http://suhudankelembaban.pe.hu/>, pengguna tinggal membuka *website*, setelah itu *website* akan menampilkan informasi, sesuai permintaan yang diminta pengguna. Data yang ditampilkan berupa tabel, sistem akan melakukan penambahan atau perubahan data yang ada ditabel secara otomatis yang akan masuk setiap 10 menit.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengujian Sensor

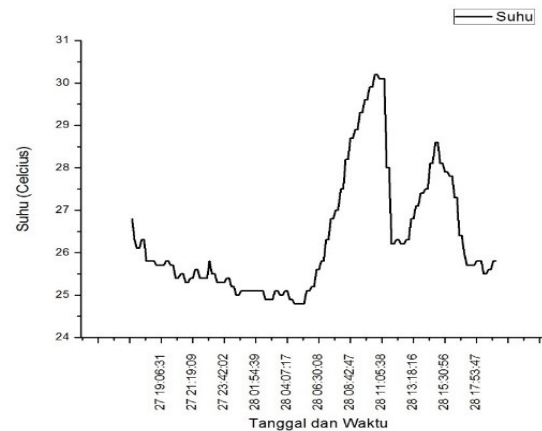
Uji kelembaban tanah dan suhu udara dilakukan di beberapa lokasi dan waktu yang berbeda. Percobaan pertama dilakukan pada pukul 12:59 WIB di lahan pekarangan warga di jalan Gondang Timur 3, Tembalang. Pada lokasi ini diperoleh nilai kelembaban tanah sebesar 84%, dan nilai suhu sebesar 29,5°C. Kondisi tanah basah karena bertempat di pembuangan air, dan kondisi cuaca mendung. Percobaan kedua dilakukan pada pukul 13:43 WIB di lahan perkebunan warga di jalan Banjarsari Gang Nirwanasari I, Tembalang. Pengukuran menunjukkan kelembaban tanah sebesar 13%, dan nilai suhu sebesar 31,3°C. Kondisi tanah kering dan kondisi cuaca cerah. Percobaan ketiga dilakukan pada pukul 13:55 WIB di tanah sawah warga di jalan Mulawarman Utara, Kramas. Pada lokasi ini diperoleh nilai kelembaban tanah sebesar 85%, dan nilai suhu sebesar 32,8°C. Kondisi tanah basah karena setelah disiram, dan kondisi cuaca panas. Percobaan keempat dilakukan pada pukul 14:01 WIB di tepi danau Universitas Pandanaran, Tembalang.

Diperoleh nilai kelembaban tanah sebesar 99%, dan nilai suhu sebesar 32,8°C. Kondisi tanah basah, dan kondisi cuaca cerah. Dan percobaan kelima dilakukan pada pukul 16:17 WIB di lahan perkebunan warga di jalan Banjarsari Gang Nirwanasari I, Tembalang. Diperoleh nilai kelembaban tanah sebesar 86%, dan nilai suhu sebesar 25,5°C. Kondisi tanah basah karena setelah hujan dan kondisi cuaca mendung.

keadaan mendung, maka nilai suhu udara berada pada kisaran 25°C sampai 26°C.

**Tabel 1.** Pengujian sistem pengiriman dan penerimaan data

No	Variabel (Dikirim)			Variabel (Diterima)		
	Suhu (°C)	Kelembaban 1 (%)	Kelembaban 2 (%)	Suhu (°C)	Kelembaban 1 (%)	Kelembaban 2 (%)
1	29,2	85	83	29,2	85	83
2	29,2	85	83	29,2	85	83
3	29,2	85	83	29,2	85	83
4	29,2	85	83	29,2	85	83

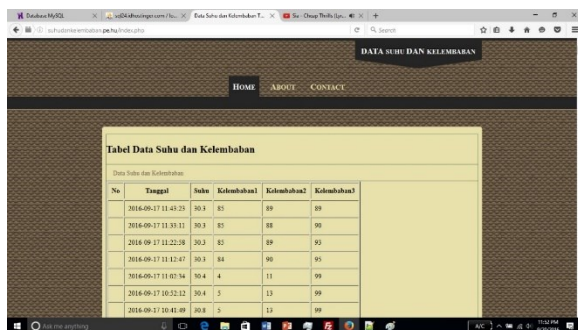


**Gambar 6.** Grafik suhu terhadap waktu

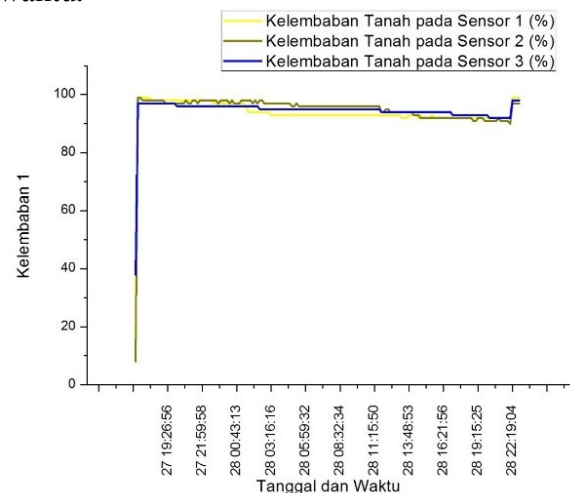
### Antarmuka Pengguna

Halaman dapat langsung diakses dengan mengunjungi alamat <http://suhudankelembaban.pe.hu/>. Untuk halaman utamanya sendiri tampak pada Gambar 5.

Data pada Tabel 1 kemudian digunakan untuk membuat sebuah grafik dimana sumbu y pada grafik tersebut adalah nilai jarak dan sumbu x pada grafik tersebut adalah nilai waktu.



**Gambar 5.** Halaman utama untuk akses data



**Gambar 7.** Grafik nilai kelembaban

### Hasil Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Grafik suhu pada gambar 6 menunjukkan nilai suhu udara terhadap waktu. Dalam grafik tersebut, kenaikan dan penurunan nilai suhu udara berbanding dengan waktu berupa siang hingga sore hari. Apabila panas, maka nilai suhu udara akan tinggi dengan kisaran nilai suhu udara berada pada 27°C sampai dengan 31°C, sedangkan pada malam sampai dengan pagi hari ataupun pada saat siang hari namun

Gambar 7 menunjukkan grafik kelembaban pada medium 1, 2, dan 3 terhadap waktu, dalam grafik tersebut terjadi kenaikan nilai kelembaban akibat penyiraman otomatis. Pada medium 1 terjadi kenaikan nilai kelembaban dari 14% menjadi 99%, pada medium 2 terjadi kenaikan nilai kelembaban dari 8% menjadi 99%, dan pada medium 3 terjadi kenaikan nilai kelembaban dari 38% menjadi 97%. Sistem penyiraman

otomatis terjadi apabila nilai kelembaban dibawah 90% pada salah satu medium atau lebih, sehingga nilai kelembaban pada semua medium mengalami penurunan akibat tidak disiram, dan pengaruh panas dari lingkungan. Sistem akan melakukan penyiraman kembali secara otomatis apabila nilai kelembaban tanah bernilai dibawah 90% pada salah satu medium atau lebih.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan. Data yang terdeteksi telah terkirim ke *database web server* dengan baik dan kelancaran pengiriman tergantung dari sinyal jaringan seluler dalam mengetahui fluktuatifitas nilai kelembaban tanah dan suhu udara. Kondisi lingkungan dan suhu udara mempengaruhi penurunan nilai kelembaban tanah, apabila suhu udara panas maka nilai kelembaban tanah akan lebih cepat turun. Dari penelitian didapat hasil pada medium 1 terjadi kenaikan nilai kelembaban tanah dari 14% menjadi 99%, pada medium 2 terjadi kenaikan nilai kelembaban tanah dari 8% menjadi 99%, dan pada medium 3 terjadi kenaikan nilai kelembaban tanah dari 38% menjadi 97%. Kenaikan nilai kelembaban tanah disebabkan penyiraman otomatis. Selain itu pada medium 1, mengalami kestabilan dengan waktu yang dibutuhkan selama 20 jam dari nilai kelembaban 14% hingga mencapai 92% dengan error 1,075%. Pada medium 2, mengalami kestabilan dengan waktu yang dibutuhkan selama 12 jam dari nilai kelembaban 8% hingga mencapai 96% dengan error 1,075%. Pada medium 3, mengalami kestabilan dengan waktu yang dibutuhkan selama 17 jam dari nilai kelembaban 14% hingga mencapai 94% dengan error 1,05%.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Tejoyuwono, N., Soeprapto, S., dan Endang, S. (2006) *Pengelolaan Kesuburan Tanah dan Peningkatan Efisiensi Pemupukan, Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, Vol. 21, No.1, Hal.1–19.
- [2] Oktofani, Y., Soebroto, A., dan Suharsono, A. (2014) *Sistem Pengendalian Suhu dan Kelembaban Berbasis Wireless Embedded System*, Laporan Penelitian Jurusan Teknik Informatika, Program Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang.
- [3] Saleh, E., Nainggolan, A. F., dan Lismaria, B (2012) *Budidaya Padi di dalam Polibeg dengan Irigasi Bertekanan untuk Antisipasi Pesatnya Perubahan Fungsi Lahan Sawah*, Jurnal Teknotan, Vol. 6, No.1, 1–8.
- [4] Caesar, P. Y., Isnawaty, dan Fid A. (2016), *Rancang bangun Prototype System Monitoring Kelembaban Tanah Melalui SMS Berdasarkan Hasil Penyiraman Tanaman “Studi Kasus Tanaman Cabai dan Tomat”*, Semantik, Vol. 2, No.1, Hal.97–110.
- [5] Mulyaningsih, S., dan Djumali (2014) *Pengaruh Kelembaban Tanah Terhadap Karakter Agronomi, Hasil Rajang Kering dan Kadar Nikotin Tembakau (Nicotiana tabacum L; Solanaceae) Temanggung pada Tiga Jenis Tanah*, Berita Biologi, Vol. 13, No. 1, Hal.1–11.
- [6] Fadholi, A. (2011) *Uji Perubahan Rata-Rata Suhu Udara dan Curah Hujan di Kota Pangkalpinang*, Jurnal Matematika Sains dan Teknologi, Vol.14, No.1, Hal.11–25.
- [7] Fanny, A., Mery, S., dan Deny, W. N. (2014) *Rancang Bangun Alat Ukur PH dan Suhu Berbasis Short Message Service (SMS) Gateway*, Jurnal Metrik, Vol.1, No.1, Hal.47–55.
- [8] Sugiartowo (2014) *Program Mikrokontroler ATMEGA 8535 untuk Menghitung Jumlah dan Panjang Produk yang Dihasilkan Mesin Rollforming Secara Otomatis (Studi*

- Kasus di Aulia Engineering*), Seminar Nasional Sains dan Teknologi, Fakultas Teknik, Jakarta: Universitas Muhammadiyah.
- [9] Ragiel, S., Ragil, S., dan Helmie, A. W. (2012) *Sistem Peringatan Dini Meluapnya Air Sungai Menggunakan SMS Gateway dan Mikrokontroler ATmega8535*, Seminar Ilmu Komputer Universitas Diponegoro, Semarang.
- [10] Masinambow, V., Najoan, M. E. I., dan Lumenta, A. S. M. (2014) *Pengendali Saklar Listrik Melalui Ponsel Pintar Android*. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, Vol. 3, No. 1, Hal. 1–9.
- [11] Tanenbaum, A. S. (2003) *Computer Networks 3th Edition*, New Jersey, Prentice Hall.
- [12] Kiruthiga, N., dan Thangasamy, S. (2015) *Real Time Biometrics based Vehicle Security System with GPS and GSM Technology*, Procedia Computer Science, Vol.47, Hal. 471–479.
- [13] Zhang, Y., Soong, B., dan Ma, M. (2006) *A dynamic channel assignment scheme for voice/data integration in GPRS networks*, Computer Communications, Vol. 29, No. 8, Hal. 1163–1173.
- [14] Novianta, M. A., dan Setyaningsih, E (2015) *Sistem Monitoring Kereta Api Berbais Web Server Menggunakan Layanan GPRS*, Jurnal Momentum, Vol. 17, No. 2, Hal. 58–67.
- [15] Jovan, F. (2007) *Panduan Praktis Membuat Web dengan PHP untuk pemula*, Media Kita, Jakarta Selatan.