

Hubungan Jumlah Volume Air Terhadap Jarak Maksimum Penempatan Sensor YL69

Moh. Hamdan^{1,a)}, Eka Sylvianti Rahayu^{1,b)}, Putri Mustika Widartiningsih^{1,c)}
Delpina Nggolaon^{1,d)}, dan Hendro^{2,e)}

¹Program Magister Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

²Laboratorium Fisika Instrumentasi,
Kelompok Keilmuan Fisika Teoretik Energi Tinggi dan Instrumentasi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

^{a)}mohammadhamdan2128@gmail.com (corresponding author)

^{b)}ekarukmanaeka@gmail.com

^{c)}putrimw.itb@gmail.com

^{d)}delhynanggolaon@gmail.com

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

Abstrak

Telah berhasil dibuat perangkat alat pengukur kelembaban tanah menggunakan sensor YL69 berbasis mikrokontroler ATmega 328. Untuk mengembangkan perangkat ini menjadi sebuah sistem otomatisasi pengendalian kelembaban tanah yang dapat bekerja dengan baik, dibutuhkan konfigurasi penempatan sensor yang optimal dalam mendeteksi distribusi perambatan air dalam tanah. Maka analisis pola perambatan air dalam tanah dari sumbernya perlu dilakukan. Penelitian ini bermaksud untuk menganalisa pola perambatan air dalam tanah humus serta mengetahui jarak penempatan sensor yang maksimum dari sumber air dengan volume tertentu. Empat buah sensor YL69 ditempatkan pada interval jarak tertentu dari sumber air. Percobaan dilakukan dengan menggunakan volume air yang bervariasi yaitu 80, 90, 100, 110, 120, 160, 180, dan 200 mL dengan setiap pengukuran dilakukan selama 20 menit. Dengan mengetahui jarak maksimum perambatan air dari masing-masing volume air yang diberikan, diperoleh jarak maksimum penempatan sensor sebagai fungsi dari volume air sumber.

Kata-kata kunci: kelembaban tanah, sensor YL69, mikrokontroler ATmega328.

PENDAHULUAN

Air merupakan faktor yang sangat penting dalam proses pertumbuhan suatu tanaman. Selain sebagai bahan utama untuk berlangsungnya proses fotosintesis, air juga memiliki banyak fungsi lain bagi tumbuhan. Tumbuhan memerlukan air sebagai pelarut untuk proses masuknya mineral dari tanah ke dalam organ dan jaringan tubuh tumbuhan. Air juga dapat bertindak sebagai reaktan beberapa reaksi metabolisme dalam tumbuhan. Selain itu, air juga berperan dalam menjaga turgiditas sel untuk menghasilkan tenaga mekanik dalam proses pembesaran suatu sel [1]. Oleh karena itu, kandungan air dalam tanah yang direpresentasikan oleh kelembaban tanah adalah faktor yang sangat berpengaruh dalam produktivitas pertanian.

Pentingnya menjaga stabilitas kelembaban tanah suatu lahan pertanian memicu suatu ide dalam mengembangkan sistem otomatisasi pengendalian kelembaban tanah tersebut. Sistem otomatisasi biasanya terdiri atas komponen inti berupa sensor kelembaban tanah, mikrokontroler, dan aktuator berupa *relay* yang mengaktifkan dan mematikan saluran air sehingga tercapai kestabilan kelembaban tanah sesuai dengan kebutuhan jenis tanaman yang dikelola. Namun permasalahan yang sering muncul dalam pembuatan sistem otomatisasi ini adalah terkait dengan penempatan sensor relatif terhadap sumber air untuk dapat mendeteksi

kelembaban tanah secara optimal. Untuk itu diperlukan suatu analisis terhadap pola distribusi perambatan air dalam tanah dari sumbernya.

Berdasarkan uraian di atas, dilakukanlah penelitian ini untuk menganalisis pola perambatan air dalam tanah dengan cara mendeteksi kelembaban tanah tersebut menggunakan sensor YL69. Sensor ini dihubungkan ke mikrokontroler ATmega 328 yang dalam penelitian ini digunakan Arduino Uno. Pembacaan kelembaban tanah dilakukan melalui serial monitor IDE Arduino tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penempatan sensor terjauh dari sumber air sesuai dengan volume air yang diberikan.

Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah merupakan besaran yang menyatakan banyaknya kandungan air yang terkandung dalam tanah. Kelembaban tanah didefinisikan sebagai rasio dari massa air dengan massa tanah pada sampel. Kelembaban tanah lebih sering dinyatakan dalam bentuk persentase dibandingkan dengan dalam bentuk rasio. Definisi ini dinyatakan dalam bentuk persamaan matematis sebagai berikut.

$$w = \frac{M_w}{M_s} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana w merupakan kelembaban tanah, M_w massa air pada sampel tanah, dan M_s merupakan massa dari sampel tanah. Teknik pengukuran kelembaban tanah dikenal dengan dua metode yakni metode langsung dan tidak langsung. Metode langsung dilakukan dengan membandingkan berat tanah sedangkan metode tidak langsung dilakukan dengan cara memanfaatkan prinsip hantaran listrik. [2]

Sensor YL69

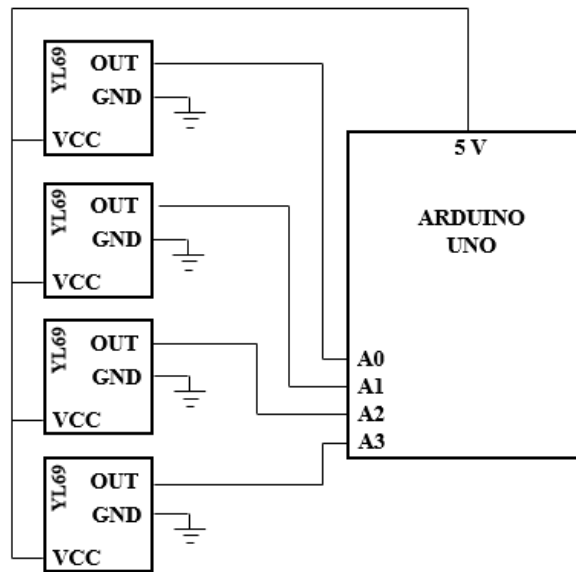
Terdapat beberapa jenis sensor untuk mengukur kelembaban tanah, salah satunya adalah sensor YL 69 yang merupakan sensor resistif. Sensor YL 69 terdiri dari dua elektroda yang terbuat dari campuran keramik berpori. Nilai kelembaban tanah ditentukan oleh nilai resistansi sampel tanah. Pada kedua elektroda yang terdapat pada sampel, akan mengalir arus yang konstan. Kemudian jika tanah berada pada keadaan kering, maka nilai resistansi dari tanah akan besar sehingga arus yang mengalir akan kecil, akibatnya adalah beda potensial pada kedua elektroda sensor akan menjadi besar. Sebaliknya, jika kondisi tanah basah, maka nilai resistansi dari sampel tanah akan menjadi kecil, sehingga arus yang mengalir akan bernilai besar dan beda potensial antara kedua elektroda menjadi kecil. Sensor ini membutuhkan tegangan masukan antara 3,3-5 volt dan arus konstan 35 mA. [3]

Mikrokontroler ATmega 328

Mikrokontroler ATmega 328 merupakan mikrokontroler yang sering digunakan karena memiliki berbagai kelebihan, yakni bersifat *open source* dan menggunakan bahasa pemrograman yang sudah sangat dikenal yakni bahasa C. ATmega 328 merupakan mikrokontroler Atmel yang memiliki arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) yang menjadikan prosesnya lebih cepat daripada CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Salah satu fitur dari mikrokontroler ini yaitu memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1 KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan [4]. Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini adalah Arduino Uno.

METODE EKSPERIMEN

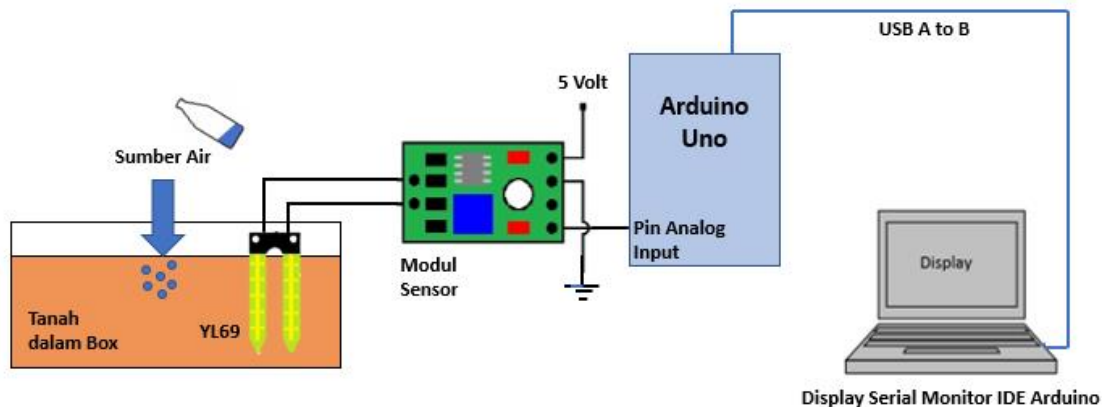
Alat atau komponen elektronika yang digunakan dalam perancangan instrumen ini antara lain: sensor YL69, kabel penghubung, *printed circuit board* (PCB), dan Arduino Uno: Mikrokontroler ATmega 328P. Sedangkan bahan yang digunakan antara lain: kotak atau wadah tanah, plastik, tanah, mistar, gelas ukur, air, corong, dan *stopwatch*. Dalam penelitian ini, digunakan empat buah sensor kelembaban tanah YL69 yang masing-masing dihubungkan ke mikrokontroler melalui pin tegangan input VCC 5 volt, ground, dan input analog A0, A1, A2, dan A3. Rancangan rangkaian instrumen penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian instrumentasi sensor kelembaban tanah YL69.

Pengukuran kelembaban tanah dalam penelitian ini dilakukan dalam sebuah wadah berbentuk kotak berukuran 50 x 50 cm. Kotak ini bertujuan untuk membatasi tanah yang digunakan sehingga jenis dan kondisi tanah yang digunakan dapat diatur sedemikian rupa agar sama antara satu pengukuran dengan pengukuran yang lainnya dalam penelitian ini. Jenis tanah yang digunakan adalah tanah humus.

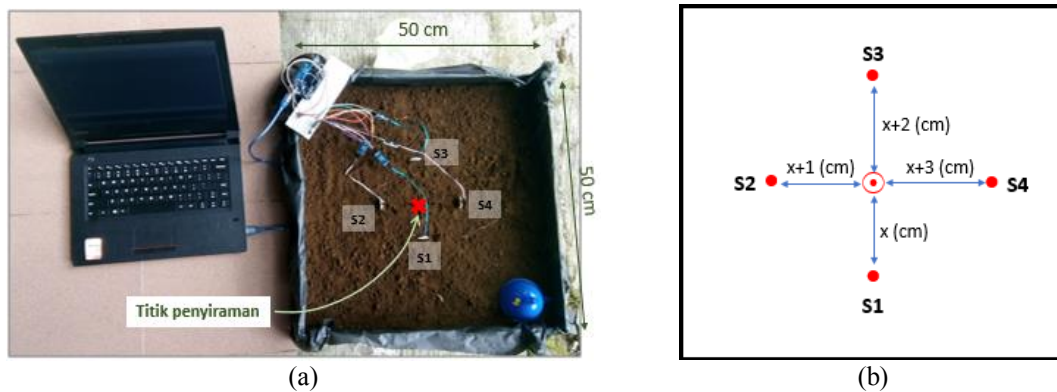
Air yang telah diukur volumenya dimasukkan ke dalam tanah dalam box eksperimen. Empat buah sensor YL69 yang telah terpasang dalam tanah tersebut akan membaca perubahan beda potensial antar masing-masing probe sensor ketika air tersebut telah merambat melewati sensor yang bersangkutan. Nilai beda potensial ini selanjutnya akan diproses melalui ADC mikrokontroler untuk diubah dari 0-5 volt menjadi rentang nilai 1-1023. Nilai output digital dari sensor selanjutnya ditampilkan melalui komputer melalui serial monitor IDE Arduino. Sistem kerja ini diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur sistem kerja alat eksperimen.

Untuk memperoleh jarak maksimum yang dapat ditempuh oleh air, digunakan empat buah sensor yang dipasang pada empat arah di sekitar sumber air dengan interval jarak 8, 9, 10, dan 11 cm. Titik sumber air diletakkan pada bagian tengah box untuk menjaga kondisi yang ideal. Selain itu, kedalaman penancapan sensor dalam tanah dilakukan sampai seluruh probe sensor tertancap seluruhnya di dalam tanah agar diperoleh hasil pendeteksian yang optimal. Untuk menjaga agar distribusi penyebaran air homogen ke segala arah maka permukaan tanah dibuat sedemikian hingga agar rata (ketinggiannya sama) dan proses memasukan air ke titik sumber dilakukan dengan menggunakan corong secara perlahan. Pengukuran dilakukan untuk beberapa volume air yaitu: 80, 90, 100, 110, 120, 160, 180, dan 200 mL. Masing-masing pengukuran dilakukan selama 20 menit. Masing-masing sensor akan membaca nilai beda potensial secara

real time. Kemudian dengan mengetahui jarak maksimum perambatan air dari masing-masing volume air yang diberikan, dapat diperoleh data jarak maksimum perambatan air sebagai fungsi dari volume air sumber.

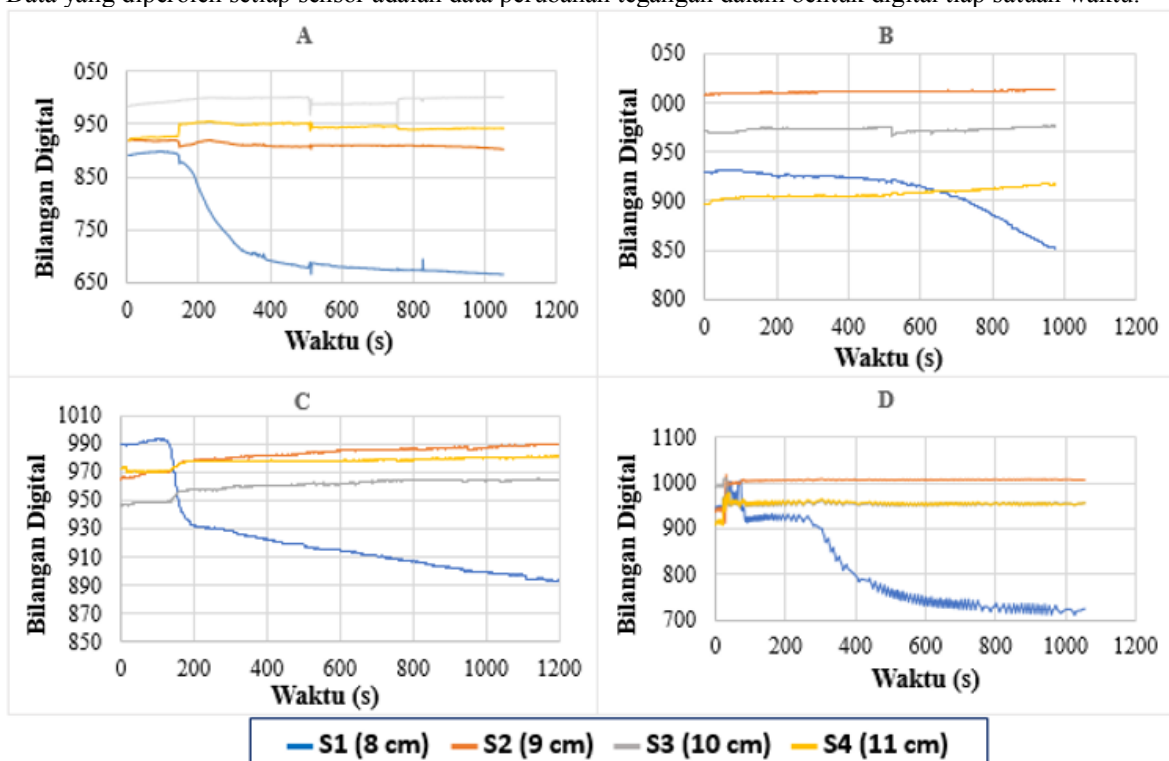


Gambar 3. (a) perancangan pendeteksi kelembaban tanah; (b) skema eksperimen.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Perubahan Tegangan Keluaran

Empat buah sensor yang diletakan di sekitar sumber air akan membaca perubahan tegangan keluaran akibat dari perubahan kandungan air pada bagian tanah tempat masing-masing sensor tersebut ditancapkan. Data yang diperoleh setiap sensor adalah data perubahan tegangan dalam bentuk digital tiap satuan waktu.

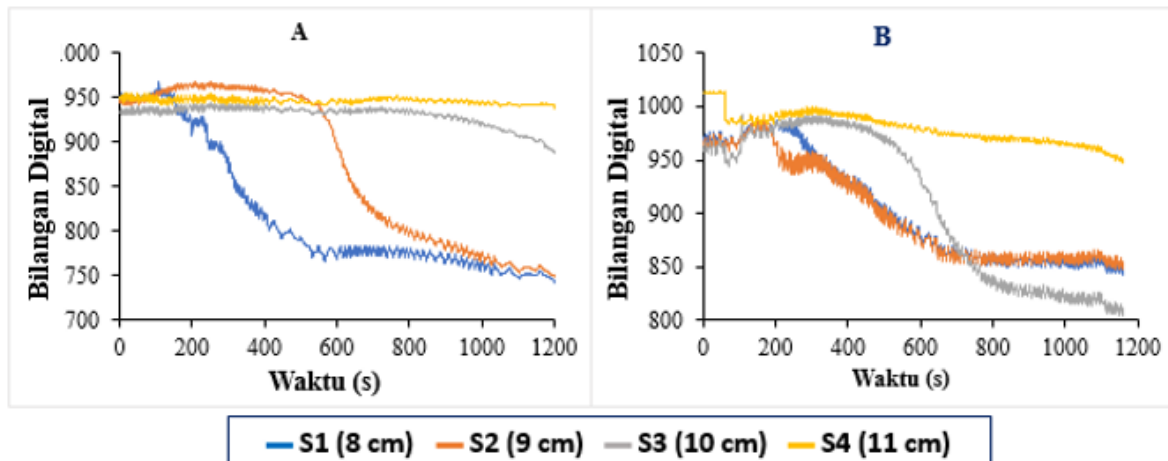


Gambar 4. Grafik tegangan digital terhadap waktu dengan volume (a) 80 mL; (b) 90 mL; (c) 100 mL; dan (d) 110 mL.

Grafik-grafik pada Gambar 4 menunjukkan bahwa untuk volume air 80 mL sampai dengan 100 mL, jarak perambatan terjauh yang dapat dicapai oleh air adalah 8 cm. Hal tersebut ditunjukkan dengan adanya penurunan kelandaian pada grafik untuk data sensor 1 yang ditunjukkan dengan kurva berwarna biru. Sedangkan data yang dideteksi oleh sensor-sensor lainnya cenderung tidak mengalami penurunan. Dengan kata lain, apabila sumber air yang digunakan berada pada rentang volume 80 mL sampai dengan 110 mL,

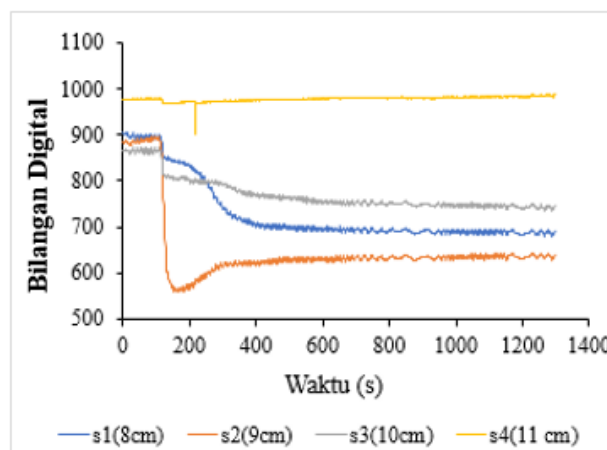
maka jarak penempatan sensor terjauh yang dapat mendeteksi kelembaban tanah secara efektif dalam slang waktu pengukuran 20 menit adalah 8 cm.

Ketika volume air ditambahkan terus sampai mencapai 160 mL, barulah sensor 2 yang diletakan pada jarak 9 cm mendeteksi adanya perubahan kelembaban tanah. Hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan grafik berwarna biru (sensor pada jarak 8 cm) dan jingga (sensor pada jarak 9 cm) pada Gambar 5 (a). Sedangkan data yang ditunjukkan oleh 2 sensor lainnya cenderung tidak mengalami penurunan. Kemudian ketika volume air dinaikan hingga mencapai 180 mL, data pada sensor 3 yang diletakan pada jarak 10 cm mengamali penurunan. Hal ini dapat dilihat pada grafik dalam Gambar 5 (b). Dengan kata lain, apabila sumber air yang digunakan adalah 160 mL maka jarak maksimum sensor yang dapat bekerja dengan waktu pengukuran 20 menit adalah 9 cm, sedangkan untuk volume air 180 mL adalah 10 cm.



Gambar 5. Grafik tegangan digital terhadap waktu dengan volume (a) 160 mL; dan (b) 180 mL.

Ketika volume air ditambahkan terus sampai mencapai 200 mL, barulah sensor 4 yang diletakan pada jarak 11 cm mulai mendeteksi adanya perubahan kelembaban tanah. Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 6. Namun dapat dilihat setelah sedikit mengalami penurunan data kembali naik. Kondisi ini menunjukkan bahwa air telah mencapai jarak maksimumnya dan kuantitas air yang sangat kecil ketika mencapai jarak tersebut sehingga karena efek penguapan kandungan air pada jarak tersebut kembali menurun yang menyebabkan grafik menjadi naik kembali.



Gambar 6. Grafik tegangan digital terhadap waktu dengan volume 200 mL.

Berdasarkan keseluruhan grafik dapat diketahui bahwa air akan menyebar ke seluruh arah di sekitar sumber dengan kuantitas yang menurun seiring bertambahnya jarak dari sumber air sehingga semakin besar volume air yang ditambahkan maka memungkinkan air akan menempuh jarak yang lebih jauh. Adapun fluktuasi nilai setiap pembacaan sensor, kami menganalisis bahwa hal ini adalah akibat dari struktur butiran

tanah yang tidak seluruhnya sama. Sehingga proses perambatan air tidak menunjukkan angka yang seluruhnya homogen.

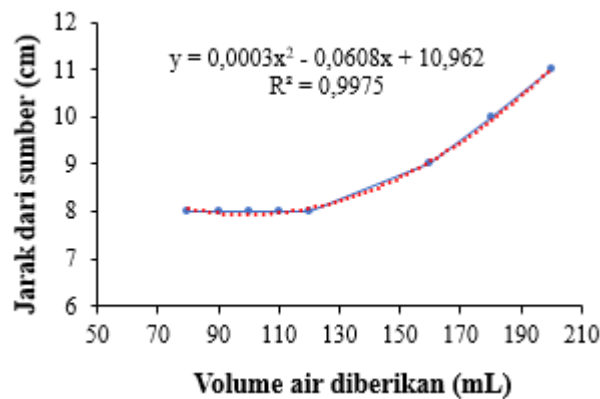
Jarak Maksimum Perambatan Air

Berdasarkan grafik pada Gambar 4-6, dapat diketahui bahwa terdapat jarak maksimum perambatan air sesuai dengan masing-masing volume air yang diberikan. Hal ini dirangkum dalam tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hubungan volume air sumber dan jarak maksimum perambatan air.

Volume air (mL)	80	90	100	110	120	160	180	200
Jarak maks. (cm)	8	8	8	8	8	9	10	11

Berdasarkan data tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara volume air sumber dan jarak maksimum perambatan air. Dalam hal ini disajikan grafik dengan regresi polinomial orde dua.



Gambar 8. Grafik jarak perambatan maksimum air terhadap jumlah volume air sumber dengan regresi polinomial orde dua.

Dengan melakukan variasi beberapa volume sumber air, dapat diperoleh hubungan antara jumlah volume sumber air yang diberikan dan jarak maksimum yang dapat dicapai oleh air tersebut. Hubungan ini memenuhi persamaan $y=0,0003x^2-0,0608x+10,962$ yang merupakan regresi polinomial orde dua dengan y dan x masing-masing adalah jarak dan volume air.

SIMPULAN

Pada penelitian ini telah berhasil dibuat perangkat alat ukur kelembaban tanah menggunakan sensor YL69 berbasis mikrokontroler ATmega 328. Dengan menggunakan konfigurasi eksperimen ini, hubungan antara jumlah volume air yang diberikan dan jarak maksimum yang dapat ditempuh oleh air memenuhi persamaan regresi polinomial orde dua $y=0,0003x^2-0,0608x+10,962$ dengan y dan x masing-masing adalah jarak dan volume air. Persamaan ini menunjukkan bahwa semakin besar volume air yang diberikan maka penempatan sensor dapat diletakan pada posisi yang semakin jauh dari sumbernya dan begitu pula sebaliknya. Hasil yang diperoleh dapat diterapkan dalam pengembangan sistem otomatisasi pengontrolan kelembaban tanah suatu lahan pertanian guna optimalisasi peletakan sensor terjauh dari sumber yang masih dapat mendeteksi kelembaban tanah secara efektif akibat pengaruh sumber air yang diberikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada laboratorium elektronika Program Studi Fisika ITB atas dukungan peralatan dan tempat eksperimen.

REFERENSI

1. H.F. Marvin. The Role of Water in Plant Growth. Mid-Continent Director and National Research Coordinator, USGA Green Section.
2. Gunawan, & M. Sari. *Rancang Bangun Alat Penyiraman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah*. Journal of Electrical Technology, 13-17 (2018).
3. D.T. Andariesta, S.N. Aminah, & M. Djamal. *Sistem Irigasi Sederhana Menggunakan Sensor Kelembaban untuk Otomatisasi dan Optimalisasi Pengairan Lahan*. Seminar Kontribusi Fisika (pp. 89-93). Bandung: Institut Teknologi Bandung (2015).
4. Anton Yudhana. *Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Informasi Sinyal Sensor Kelembaban*. Annual Research Seminar 2016 (pp. 276-280). Palembang: UNSRI (2016).
5. Sutrisno. *Elektronika Teori dan Penerapannya Jilid 1*. Bandung: Penerbit ITB (1986).