

# Sistem Irigasi Sederhana Menggunakan Sensor Kelembaban untuk Otomatisasi dan Optimalisasi Pengairan Lahan

Dinda Thalia Andariesta<sup>1,a)</sup>, Muhammad Fadhlika<sup>1,b)</sup>, Abdul Rajak<sup>2,c)</sup>, Nina Siti Aminah<sup>1,d)</sup>, dan Mitra Djama<sup>1,2,e)</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Fisika Teoretik,  
Kelompok Keilmuan Fisika Teoretik Energi Tinggi dan Instrumentasi,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

<sup>2</sup>Program Studi Fisika Institut Teknologi Sumatera

<sup>a)</sup> dindathaliaa@gmail.com (corresponding author)

<sup>b)</sup> fadhlika@gmail.com

<sup>c)</sup> rajakphysic89@gmail.com

<sup>d)</sup> nina@fi.itb.ac.id

<sup>e)</sup> mitra@fi.itb.ac.id

## Abstrak

Irigasi merupakan upaya yang dilakukan manusia untuk mengairi lahan pertanian. Dalam penelitian ini irigasi dilakukan pada skala mikro. Kadar air dalam tanah menjadi variabel utama dalam menentukan debit pengaliran air ke lahan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sensor yang sensitif untuk mengetahui kadar air dalam tanah atau kelembaban tanah secara kuantitatif. Telah dirancang sistem irigasi sederhana dengan menggunakan sensor kelembaban dan arduino (mikrokontroler atmega328) untuk otomatisasi sistem irigasi, sehingga diharapkan penelitian ini dapat mengoptimalkan proses pengairan lahan. Prinsip alat sederhana ini yaitu melakukan pengukuran kadar air dalam tanah dengan menggunakan sensor kelembaban. Sensor berkerja berdasarkan resistansi elektrik dimana konduktivitas sensor akan meningkat saat kadar air dalam tanah tinggi sehingga resistansi sensor bernilai kecil dan sebaliknya. Data hasil pengukuran digunakan sebagai dasar penentuan kondisi saat pengairan lahan, Untuk menguji sensitivitas, dilakukan karakterisasi sensor dengan memvariasikan kelembaban tanah untuk mengetahui perubahan resistansi sensor. Sistem irigasi juga akan terintegrasi dengan platform Internet of Thing (IoT) sehingga data pengukurannya dapat diakses menggunakan internet.

*Kata-kata kunci: sensor kelembaban, irigasi, internet of thing*

## PENDAHULUAN

Irigasi merupakan proses pengairan buatan untuk membantu pertumbuhan tanaman. Makalah ini menyajikan sistem irigasi sederhana berbasis mikrokontroler yang memonitor dan mengontrol kadar air tanah sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan air. Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino, sensor kelembaban YL-69, dan esp8266. Mikrokontroler digunakan bersama-sama dengan sensor untuk mengukur dan mengontrol kuantitas fisik seperti suhu, kelembaban, panas dan cahaya. Pada sistem ini kuantitas fisik yang dikontrol adalah kelembaban, dengan demikian akan menghasilkan otomatisasi sistem irigasi. Otomatisasi sistem irigasi merupakan salah satu metode yang paling nyaman, efisien dan efektif untuk optimalisasi

penggunaan air. Sistem akan membantu dalam menghemat air dan membuat tanaman tumbuh lebih baik karena dalam kondisi yang terkontrol. Kelembaban tertentu yang terbaca oleh sensor kelembaban akan menjadi masukan sistem dan pompa air listrik akan menjadi output dari mikrokontroler.

Pada makalah ini, kelembaban tanah diukur menggunakan sensor kelembaban YL-69 dengan metode volumetrik. Kelembaban tanah dapat ditentukan secara eksak dengan mengetahui volume total tanah dan air yang digunakan dalam sistem irigasi. Selanjutnya sensor akan mengubah besaran fisik berupa kelembaban tanah menjadi sinyal listrik. Untuk memonitor kelembaban tanah secara *realtime*, kami mengintegrasikan sistem ini dengan *platform Internet of Things (IoT)*. Oleh karena itu digunakan modul WiFi esp8266 untuk koneksi ke internet.

## PENGUKURAN KELEMBABAN TANAH

### Sensor Kelembaban Tanah YL-69

Sensor terdiri dari dua elektroda dan prinsip kerjanya berbasis resistansi. Sensor kelembaban tanah membaca kelembaban tanah di sekitar elektrodanya. Arus listrik yang mengalir di kedua elektroda melalui tanah dan resistansi pada tanah akan menentukan nilai kelembaban tanah. Apabila kadar air dalam tanah atau kelembaban tinggi, ion dalam air akan mempermudah arus listrik mengalir melalui tanah sehingga resistansi kecil. Demikian juga sebaliknya apabila kadar air dalam tanah atau kelembaban rendah maka resistansi besar. Hubungan antara resistansi dengan arus dinyatakan oleh Hukum Ohm,

$$R = \frac{V}{I} \tag{1}$$

dengan V adalah tegangan, I adalah arus dan R adalah resistansi.

Spesifikasi dari sensor kelembaban YL-69 dinyatakan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Spesifikasi sensor kelembaban YL-69

Spesifikasi	Nilai
Vcc	3.3 V atau 5 V
Arus	35 mA
Tegangan Output Sinyal	0 – 4.2 V
Output Digital	0 atau 1
Output Analog	Resistansi ( $\Omega$ )
Dimensi Panel	3.0 x 1.6 cm
Dimensi Probe	6.0 x 3.0 cm

### Perhitungan Kelembaban Tanah dengan Metode Volumetrik

Metode volumetrik merupakan penentuan kelembaban tanah dengan menghitung perbandingan volume air terhadap volume total (volume tanah ditambah volume air). Secara matematis dinyatakan sebagai

$$\theta = \frac{V_w}{V_T} \tag{2}$$

dimana  $V_w$  adalah volume air dan  $V_T$  adalah volume total (volume tanah ditambah volume air).

Apabila massa tanah dan massa air diketahui, maka dapat didefinisikan perbandingan antara keduanya yang dinyatakan sebagai w

$$w = \frac{m_{air}}{m_{tanah}} \tag{3}$$

Rapat massa tanah adalah

$$\rho = \frac{m_{tanah}}{V_T} \tag{4}$$

Sehingga kelembaban tanah adalah

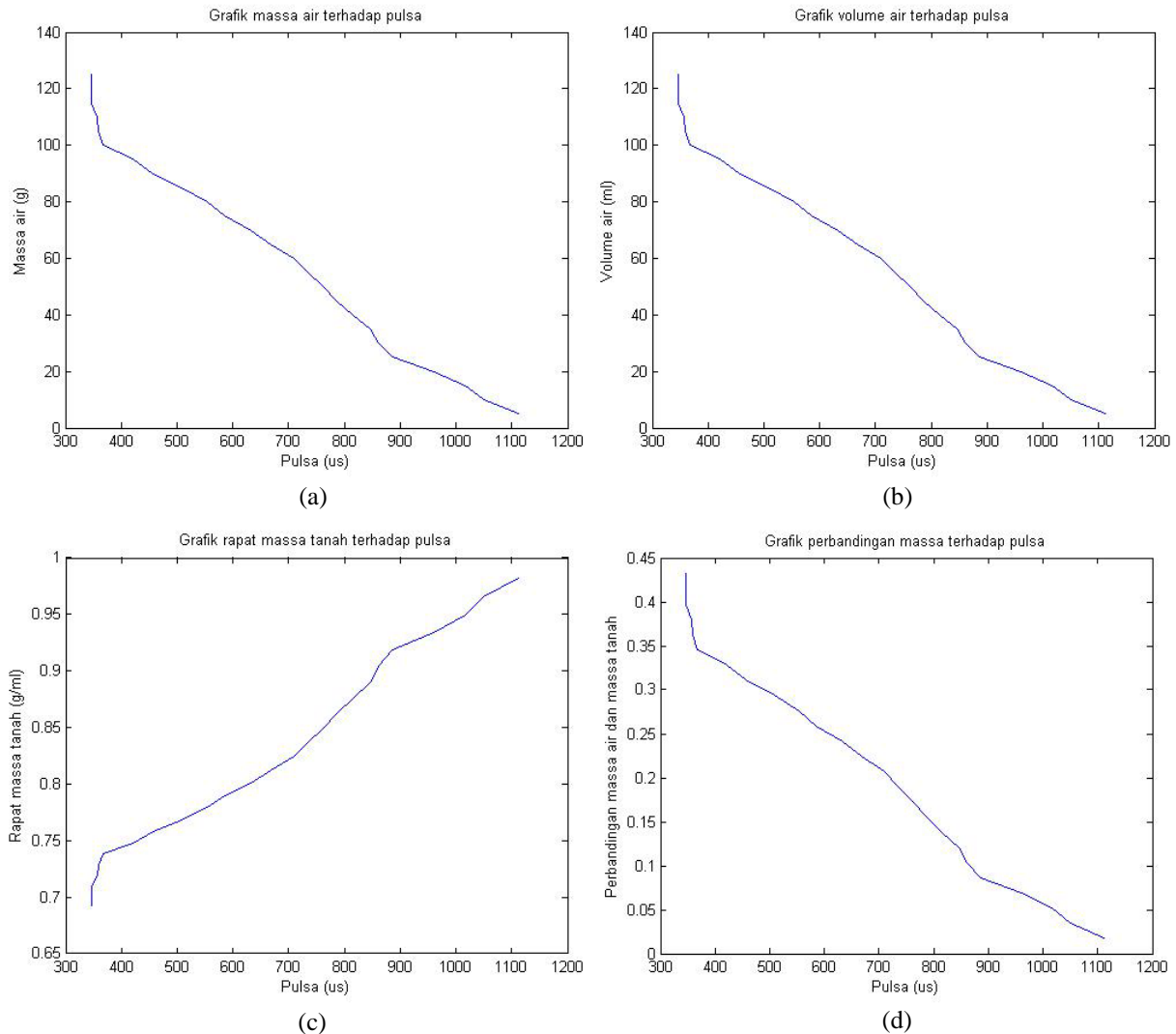
$$\theta = w \frac{\rho}{\rho_{air}} \tag{5}$$

### Kontrol Kelembaban Tanah

Pengontrolan kelembaban tanah dilakukan secara *realtime* dengan menggunakan modul WiFi esp8266. *Platform Internet of Things (IoT)* yang digunakan adalah *Thinkspeak*. *Thinkspeak* akan menampilkan data kelembaban tanah terhadap waktu, sehingga dapat diketahui waktu penyiraman tanaman.

## HASIL PERHITUNGAN DAN PENGONTROLAN KELEMBABAN TANAH

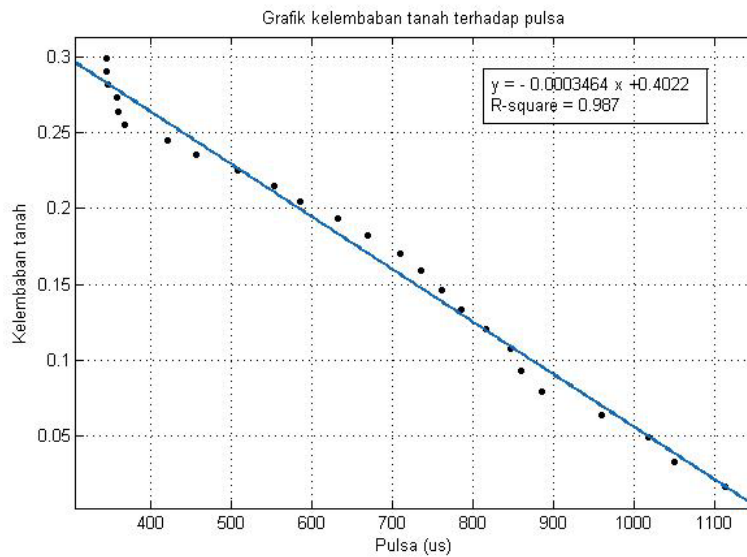
Perhitungan kelembaban tanah metode volumetrik untuk karakterisasi sensor dengan sampel massa tanah sebesar 289.63 g dan volume tanah 282 ml, dilakukan secara numerik menggunakan Microsoft Excel. Beberapa parameter yang divariasikan saat karakterisasi sensor antara lain massa air ( $m_{air}$ ), volume air ( $V_w$ ), perbandingan massa tanah dan massa total ( $w$ ) serta rapat massa tanah ( $\rho$ ). Berikut ini grafik keempat parameter tersebut terhadap pulsa analog yang dibaca oleh sensor.



Gambar 1. Grafik variasi parameter terhadap pulsa analog yang dibaca oleh sensor  
(a) Grafik massa air terhadap pulsa (b) Grafik volume air terhadap pulsa  
(c) Grafik rapat massa terhadap pulsa (d) Grafik perbandingan massa terhadap pulsa

Berdasarkan hasil yang diperoleh diketahui bahwa semakin banyak jumlah air yang ditambahkan, maka pulsa analog yang terbaca oleh sensor semakin kecil. Peningkatan jumlah air mengakibatkan nilai perbandingan massa air terhadap massa tanah semakin meningkat dan rapat massa tanah menurun karena volume total meningkat. Dengan demikian, semakin tinggi nilai perbandingan massa air terhadap massa tanah maka semakin kecil pulsa analog yang terbaca. Pulsa analog akan menurun seiring dengan penurunan rapat massa tanah. Hal tersebut sesuai dengan prinsip kerja sensor yang berbasis resistansi.

Berikut ini grafik kelembaban tanah terhadap pulsa analog yang dibaca oleh sensor.

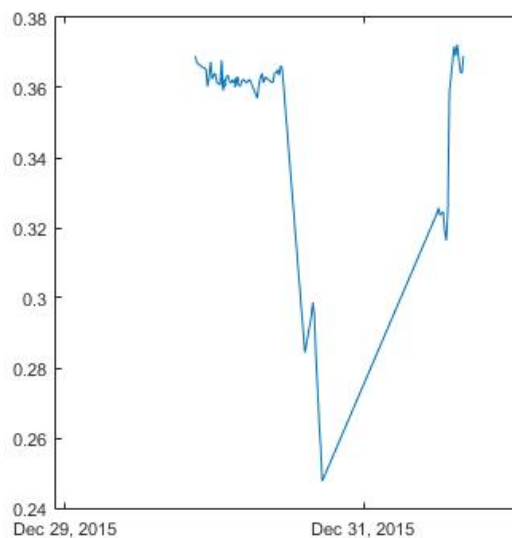


Gambar 2. Hasil perhitungan kelembaban tanah dengan metode volumetrik

Dilakukan *curve fitting* menggunakan MATLAB pada hasil perhitungan kelembaban tanah dengan metode volumetrik dan diperoleh kurva linier dengan persamaan  $y = - 0.0003464 x + 0.4022$ . Artinya pulsa analog berubah secara linier terhadap perubahan kelembaban tanah.

Hasil perhitungan kelembaban tanah dengan metode volumetrik menunjukkan bahwa semakin tinggi kelembaban tanah atau semakin tinggi kadar air dalam tanah, maka pulsa analog yang terbaca oleh sensor semakin kecil. Demikian juga sebaliknya. Hal ini sesuai dengan prinsip kerja sensor yaitu resistansi sensor menurun saat kelembaban tanah tinggi sehingga pulsa analog yang dihasilkan kecil.

Hasil pengontrolan kelembaban tanah pada *Thinkspeak* diberikan pada grafik berikut.



Gambar 3. Hasil pengontrolan kelembaban tanah pada *Thinkspeak*

Pada hasil pengontrolan kelembaban tanah yang dilakukan pada tanggal 29 Desember 2015 sampai 30 Desember 2015, diperoleh hasil bahwa kelembaban tanah pada kondisi normal sebesar 0.36. Selanjutnya kelembaban tanah menurun hingga mencapai 0.25. Kelembaban tertentu yang terbaca oleh sensor kelembaban akan menjadi masukan sistem dan pompa air listrik akan menjadi keluaran dari mikrokontroler. Pada kondisi inilah pompa menyala sehingga terjadi proses penyiraman tanaman. Kelembaban tanah akan kembali ke kondisi normal berkisar 0.36 setelah proses penyiraman.

## KESIMPULAN

Metode volumetrik merupakan metode sederhana yang dapat digunakan untuk proses perhitungan kelembaban tanah. Penggunaan sensor YL-69 memberikan hasil bahwa pulsa analog berubah secara linier terhadap perubahan kelembaban tanah, dimana keduanya memenuhi hubungan berbanding terbalik. Semakin tinggi kelembaban tanah maka semakin kecil pulsa analog. Hasil pengontrolan kelembaban tanah menunjukkan bahwa kelembaban tanah sebesar 0.25 akan menjadi masukan sistem untuk melakukan proses penyiraman. Kelembaban tanah kembali ke keadaan normal sebesar 0.36 setelah proses penyiraman. Artinya sistem irigasi yang dibuat dapat melakukan otomatisasi pada pengairan lahan guna mengoptimalkan penggunaan air.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penulisan makalah ini. Makalah ini didanai oleh Laboratorium Elektronika Program Studi Fisika Institut Teknologi Bandung 2015.

## REFERENSI

1. Fraden, Jacob. *Handbook of Modern Sensor : Physics, Designs, and Application 3<sup>rd</sup> Ed.* Springer (2004)
2. Njoroge, Kimani Paul. *Microcontroller-Based Irrigation System.* (2008)
3. Fisher, D.K. *Automated Collection of Soil-Moisture Data with a Low-Cost Microcontroller Circuit.* (2007)