

**ANALISIS PENGARUH PUPUK KCl TERHADAP PARAMETER KELEMBABAN  
PADA TANAH INSEPTISOL UNTUK PENGEMBANGAN SENSOR  
KELEMBABAN TANAH (SOIL MOISTURE SENSOR)  
ANALYSIS OF KCl FERTILIZER TO HUMIDITY PARAMETER ON INCEPTISOL  
FOR SOIL MOISTURE SENSOR DEVELOPMENT**

**Samsidar<sup>1\*</sup>, Sri Oktamuliani<sup>2</sup>, Lazuardi Umar<sup>3</sup>**

Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi, Jambi  
Syamsy\_rahman@yahoo.com, Jl. Raya Jambi – Muara Bulian KM. 15 Mendalo Darat  
36361

**ABSTRACT**

*Analysis of KCl fertilizer to humidity parameter on inceptisol for soil moisture sensor development has done. Development of soil moisture sensor based on the principle of impedance spectroscopy is one method of development of sensors that are currently quite favored. Impedance Spectroscopy method works on the principle the status of the complex impedance of a system is analyzed within a certain frequency range. In this study, a validation of soil moisture sensor with the addition of KCl fertilizer on inceptisol undefined. This research used sensors with a length of 100 mm and a diameter sonde 7 mm to measure the inceptisol moisture due to humidity undefine about 10%, 20%, 30% and 40%. Development of soil moisture sensors are validated with the addition of KCl fertilizer to the humidity of inceptisol and then do measured conductivity, where the conductivity associated with impedance. The results of quantitative analysis showed that the addition of KCl fertilizer at the humidity of 10% and 20%, soil moisture sensor still has high accuracy, while the humidity of 30% and 40%, the sensor is less accurate and the results of qualitative analysis is more appropriate soil moisture sensors used on soil that does not contain KCl fertilizer.*

*Keywords: Keyword: KCl, Inseptisol, humidity sensor*

**ABSTRAK**

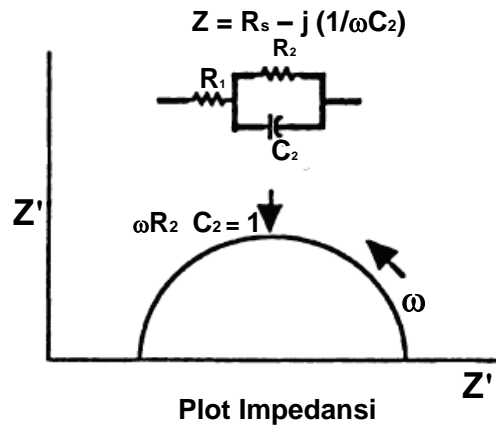
*Pengembangan sensor kelembaban tanah (soil moisture sensor) berdasarkan prinsip spektroskopi impedansi merupakan salah satu metode pengembangan sensor yang saat ini cukup diunggulkan. Metode Spektroskopi Impedansi bekerja berdasarkan prinsip dimana status impedansi kompleks suatu sistem dianalisa dalam jangkauan frekuensi tertentu. Pada penelitian ini dilakukan studi validasi sensor kelembaban tanah dengan penambahan pupuk KCl pada tanah inseptisol terdefinisi. Tahap awal penelitian digunakan sensor dengan panjang sonde 100 mm dan diameter 7 mm untuk mengukur kelembaban tanah Inseptisol dengan kelembaban terdefinisi 10%, 20%, 30% dan 40%. Untuk pengembangan sensor kelembaban tanah divalidasi dengan penambahan pupuk KCl terhadap variasi kelembaban tanah Inseptisol yang terdefinisi dan kemudian diukur nilai konduktivitasnya, dimana nilai konduktivitas berkaitan dengan nilai Impedansi. Hasil analisis kuantitatif menunjukkan bahwa penambahan pupuk KCl pada kelembaban 10% dan 20%, sensor kelembaban tanah masih memiliki akurasi yang cukup tinggi, sedangkan pada kelembaban 30% dan 40%, sensor kurang akurat dan hasil analisis kualitatif bahwa sensor kelembaban tanah lebih tepat digunakan pada tanah yang tidak mengandung pupuk KCl.*

*Katakunci: KCl, Inseptisol, Sensor Kelembaban*

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan informasi kelembaban tanah pada perkebunan sayuran (tanah inseptisol) merupakan hal terpenting agar kebutuhan nutrisi pada tanah dapat terpenuhi, untuk itu pengembangan sensor kelembaban tanah terus dilakukan. Pengembangan sensor kelembaban tanah dengan memperhatikan aspek pengaruh suhu, jenis dan tekstur tanah merupakan teknik pengembangan sensor kelembaban tanah yang dewasa ini terus dikembangkan. Kazito telah mengembangkan sensor kelembaban tanah dengan memperhatikan aspek perubahan suhu dan tekstur tanah dengan metode konduktivitas elektrik [1]. Begitu juga dengan Sensor kelembaban tanah dengan prinsip probe dielektrik gabungan mampu memberikan respon data jangka panjang dan resolusi tinggi namun untuk perubahan tekstur/jenis tanah dan kandungan organik tanah memberikan hasil pengukuran yang kurang akurat [2], untuk itu Mortl mencoba mengkalibrasi sensor dielektrik tanah dengan mengukur sifat konduktivitas terhadap tiga variasi jenis tanah. Selain itu upaya untuk mengkalibrasi sensor terus dilakukan karena adanya faktor yang sangat kompleks yang mempengaruhi kelembaban tanah seperti Mineralogi, salinitas, porositas, suhu lingkungan, kehadiran bahan organik dan struktur matriks tanah untuk itu kalibrasi dilakukan dengan menggunakan Micro Electro Mechanical System (MEMS) [3]. Penelitian spesifik telah dilakukan [4] untuk melihat bagaimana pengaruh distribusi pupuk dengan mempertimbangkan aspek kelembaban untuk pemenuhan kebutuhan nutrisi tanah dalam rangka efisiensi penggunaan pupuk.

Dari berbagai teknik pengembangan dan kalibrasi sensor kelembaban tanah (*soil moisture sensor*) hal yang terpenting adalah perhitungan bagaimana pengaruh faktor kompleks yang terdapat dalam tanah (jenis tanah, suhu, keberadaan bahan organik dan non organik (pupuk) yang sangat mempengaruhi kelembaban tanah, untuk itu penelitian ini mengkalibrasi keberadaan bahan non organik (pupuk KCl) dengan menggunakan prinsip spektroskopi impedansi. pengukuran dengan metode spektroskopi impedansi adalah salah satu cara pengembangan sensor kelembaban yang cukup efisien dan memiliki tingkat akurasi tinggi. Metode spektroskopi impedansi bekerja berdasarkan prinsip dimana status impedansi kompleks suatu sistem tertentu dianalisis dalam jangkauan frekuensi [5]. Di dalam metode ini konduktivitas dielektrik dan nilai konstanta diperoleh dari bagian riil dan bagian imajiner dari nilai admintansi, yang menunjukkan hubungan frekuensi dengan sifat material.



Gambar 1. Bode plot impedansi kompleks ( $Z = Z' - jZ''$ )

Tinjauan khusus dilakukan untuk mengetahui hubungan konduktivitas tanah dengan impedansi kompleks suatu sistem

$$Z = \sqrt{R^2 + (Xc)^2} \quad (1)$$

Dimana impedansi kompleks terdiri dari hambatan real (R) dan imajiner (Xc), bagian imajiner berhubungan dengan frekuensi

$$Xc = \frac{1}{j\omega C}, \omega = 2\pi f \quad (2)$$

Xc= Resistansi Kapasitif dan C= Kapasitor, selanjutnya Pengaruh nilai admintansi (Y)

$$Y = \left\{ \frac{(V_o - V_i)V_o}{Z} \right\} (\cos \varphi + j \sin \varphi) \quad (3)$$

$$Y = G + j\omega C \quad (4)$$

$$G = \frac{V_o^2 - V_o \cdot V_i}{Z} \cos \omega \quad (5)$$

$$\omega C = \frac{V_o^2 - V_o \cdot V_i}{Z} \sin \varphi \quad (6)$$

Kaitan nilai G dengan Konduktivitas tanah :

$$G = \sigma \frac{A}{L} \quad (7)$$

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan impedansi kompleks dengan nilai konduktivitas dilakukan subsitusi persamaan 5 ke persamaan 7 :

$$\sigma \frac{A}{L} = \frac{V_o^2 - V_o \cdot V_i}{Z} \cos \omega \quad (8)$$

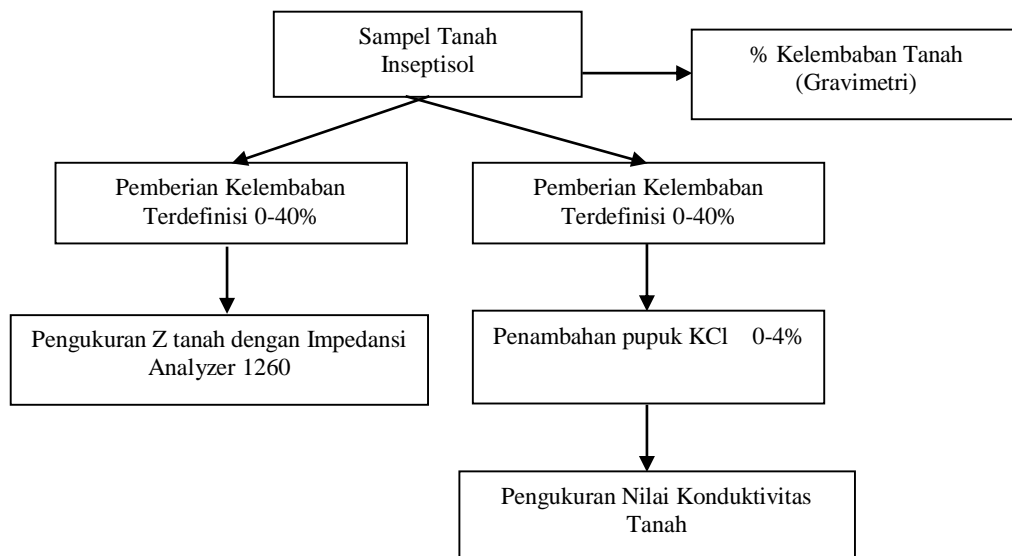
$$\sigma = \left( \frac{V_o^2 - V_o \cdot V_i \cos \omega}{Z} \right) \cdot \frac{L}{A} \quad (9)$$

Dari persamaan 9 nilai Konduktivitas ( $\sigma$ ) berbanding terbalik dengan Impedansi Kompleks ( $Z$ ). Untuk itu salah satu cara untuk melihat bagaimana pengaruh keberadaan bahan non organik (pupuk KCl) dengan kelembaban tanah maka dilakukan pengukuran nilai konduktivitas tanah tersebut.

## 2. METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel tanah dilakukan di perkebunan sayuran Universitas Jambi dengan cara mengambil bagian atas (*top soil*) tanah inseptisol untuk selanjutnya dilakukan preparasi sampel. Tahap awal preparasi dilakukan pengayakan dan selanjutnya di oven selama 24 jam dengan suhu 104°C.

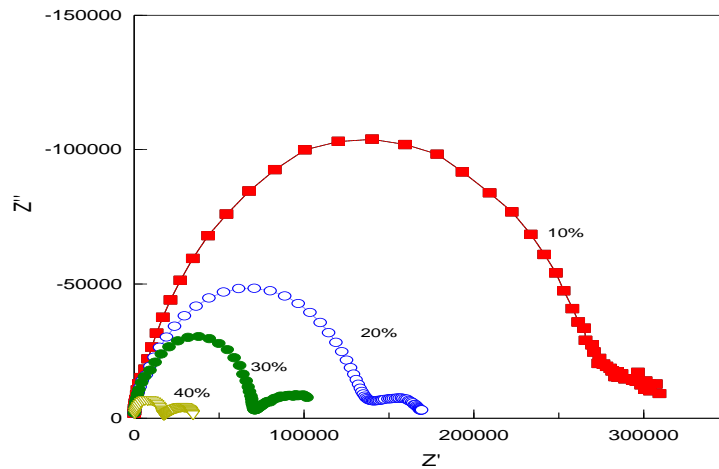
Selanjutnya dilakukan pengukuran dengan menggunakan Impedansi Analyzer 1260 dan pengukuran nilai konduktivitas tanah dilakukan dengan cara penambahan pupuk KCl terlebih dahulu, pengukuran nilai konduktivitas tanah dilakukan dengan menggunakan alat *Conductivity meter*. Adapun tahap pengambilan data seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahap Pengambilan Data

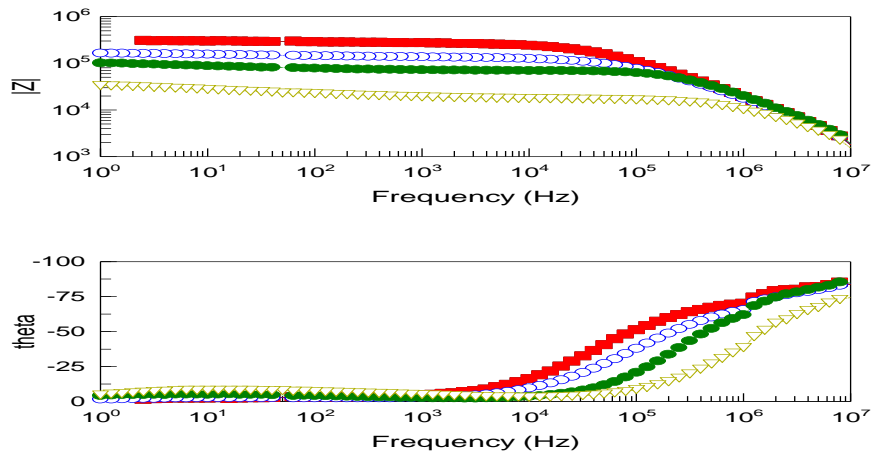
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kelembaban tanah inseptisol dengan menggunakan impedansi analyzer



Gambar 3. Nilai  $Z'$  Dan  $Z''$  Dengan Kelembaban 10%, 20%, 30% dan 40%

Dari Gambar 3. dapat dilihat pada masing-masing persentase kelembaban dimana pada kelembaban 10% mempunyai nilai resistansi atau  $Z'$  lebih besar dibandingkan dengan kelembaban 20%, hal serupa terjadi pada kelembaban 20% mempunyai nilai resistansi yang lebih besar dibandingkan dengan kelembaban 30% dan 40% dan selanjutnya kelembaban 30% mempunyai nilai resistansi yang lebih besar dibandingkan dengan nilai resistansi pada kelembaban 40%. Penentuan nilai resistansi pada kurva dapat dilihat dengan memperhatikan diameter lingkaran, Semakin besar diameter lingkaran yang dibentuk oleh kurva maka nilai resistansi semakin besar. Kurva hasil pengukuran kelembaban tanah melengkung menyerupai setengah lingkaran ini menunjukkan bahwa spektroskopi impedansi terdiri dari pengukuran impedansi kompleks sebagai fungsi dari frekuensi sudut ( $\omega$ ). Adapun nilai impedansi kompleks dan theta dapat dilihat pada Gambar 4. berikut.



Gambar 4. Nilai  $|Z|$  Dan Theta Dengan Kelembaban 10%, 20%, 30% dan 40%

Dari Gambar 4. diperoleh nilai impedansi kompleks ( $|Z|$ ) dengan frekuensi ( $f$ ) sebagai parameter, dimana pada kelembaban 10% mempunyai nilai impedansi kompleks lebih besar dan kelembaban 40% mempunyai nilai impedansi kompleks paling kecil. Nilai theta berkurang seiring dengan berkurangnya persentase kelembaban tanah, begitu juga dengan pengaruh variasi frekuensi terhadap nilai theta, pada range frekuensi 1Hz-10KHz nilai theta relatif konstant dan perbedaan kelembaban kurang memepengaruhi nilai theta akan tetapi pada range frekuensi 10KHz-10MHz nilai theta cenderung mengalami penurunan pada masing-masing kelembaban tanah. Jadi untuk pengukuran nilai impedansi kompleks dan theta sebaiknya menggunakan range frekuensi 10KHz-10MHz.

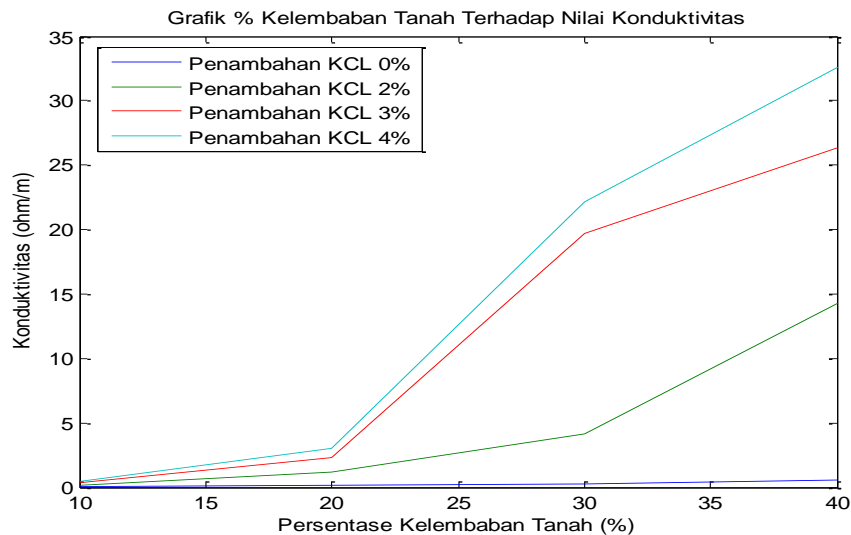
Selanjutnya hasil pengukuran nilai konduktivitas terhadap kelembaban tanah inseptisol (10%, 20%, 30% dan 40%) dengan penambahan pupuk KCl 0%, 2%, 3% dan 4% seperti pada Table 1.

Tabel 1 Nilai Konduktivitas Tanah terhadap perubahan %Kelembaban dan %KCl

Persentasi Kelembaban	Penambahan KCl			
	0%	2%	3%	4%
10%	0,08	0,14	0,32	0,48
20%	0,12	1,19	2,34	3,03
30%	0,27	4,14	19,72	25,64
40%	0,52	14,29	24,32	29,32

Dari Table 1 pada saat 0% KCl diperoleh perubahan nilai konduktivitas yang relatif normal terhadap penambahan % kelembaban tanah, ini berarti pada saat belum ada

pengaruh bahan non organik (pupuk KCl) pada tanah maka sensor kelembaban tanah dengan prinsip spektroskopi impedansi masih memiliki akurasi yang tinggi untuk pengukuran hasil impedansi kompleks. Begitu juga pada saat kelembaban 10% dengan penambahan pupuk KCl tidak terlalu mempengaruhi nilai konduktivitas. Untuk lebih mengetahui hasil pengukuran nilai konduktivitas dengan variasi kelembaban dan penambahan pupuk KCl dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik nilai konduktivitas terhadap penambahan pupuk KCl

Nilai konduktivitas pada kelembaban <20% relatif tidak terlalu berpengaruh dengan adanya penambahan pupuk KCl dan begitu juga pada saat tanah tanpa penambahan pupuk KCl (0% KCl) memiliki hasil pengukuran dengan perbedaan nilai konduktivitas yang relatif kecil.

#### 4. KESIMPULAN DAN PROSPEK

Hasil analisis dapat disimpulkan bahwa pengukuran kelembaban tanah dengan prinsip spektroskopi impedansi dapat digunakan pada tanah yang tidak mengandung pupuk anorganik (pupuk KCl) dan untuk kelembaban kecil dari 20%. Akan tetapi dengan adanya penambahan pupuk KCl dan kelembaban tanah > 20% maka sensor kelembaban dengan prinsip spektroskopi impedansi memiliki hasil pengukuran kurang akurat.

Pengembangan sensor kelembaban tanah dengan prinsip spektroskopi impedansi kedepannya perlu adanya desain khusus yang dapat digunakan untuk pengukuran kelembaban tanah akibat adanya pengaruh penambahan pupuk.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

1. Prodi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi.
2. Bantuan dana SEMIRATA 2015

## 6. PUSTAKA

- [1]. Kizito F, Campbell C.S. Frequency, electrical conductivity and temperature analysis of a low-cost capacitance soil moisture sensor, *J. Hydrology*. 2008;18 (1):367-378.
- [2]. Mortl A, Carpena M.R. Calibration of a combined dielectric probe for soil moisture and porewater salinity measurement in organic and mineral coastal wetland soils, *Geoderma*. 2011;8(1):50-62.
- [3]. Sussha L.S, Singh D.N. A critical review of soil moisture measurement, *Measurement*. 2014;26(8):92-105.
- [4]. Hiroaki M, Masato F. Millimeter scale sensor array system for measuring the electrical conductivity distribution in soil, *Computers and Electronics in Agriculture*. 2014;9(1):43-50.
- [5]. Prichard T. Soil Moisture Measurement Technologi. 2007.  
<http://ceeldorado.ucdavis.edu/files/45069.pdf>