

METODE PENGUKURAN IMPEDENSI LISTRIK TANAH SECARA LANGSUNG UNTUK MEMPREDIKSI KEKERINGAN AIR TANAH DI LAHAN PERTANIAN SAAT MUSIM KEMARAU

Kurniawan Subatra

Tenaga Pengajar SMK-PPN Sembawa

Korespondensi Email: kurniawansubatra28@gmail.com

Abstrak

Tanaman budidaya membutuhkan jumlah air yang cukup dalam pertumbuhannya. Untuk mengetahui kandungan air tanah secara langsung biasanya menggunakan metode gravimetrik yang dilakukan di laboratorium. Namun metode ini harus membutuhkan waktu dan tenaga yang banyak untuk mendapatkan satu nilai kadar air tanah.. Ada suatu cara sederhana yang mungkin bisa digunakan oleh petani dengan menggunakan metode tidak langsung dengan mengukur impedensi atau hambatan listrik tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengukuran sifat impedensi listrik tanah atau hambatan listrik tanah di laboratorium. Penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen di laboratorium menggunakan sampel tanah yang diukur hambatan listrik tanahnya yang diukur melalui sensor yang dihubungkan dengan alat pengukur hambatan listrik. Pengukuran hambatan listrik tanah dilakukan mulai dari tanah tersebut jenuh air (mewakili musim penghujan) hingga tanah tersebut kering air (mewakili musim kemarau). Tanah jenuh air hingga kering air dapat terlihat dari berat tanah tersebut yang ditimbang dari keadaan jenuh air hingga mencapai kadar kering air. Parameter yang diamati adalah nilai impedensi listrik, kadar air tanah, hubungan antara impedensi listrik dengan kadar air tanah. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa adanya hubungan erat antara berat tanah terhadap impedensi listrik tanah. Dimana semakin kering suatu tanah, maka semakin besar nilai impedensi listrik tanahnya, sebaliknya semakin basah suatu tanah maka semakin kecil nilai impedensi listrik tanah. Dengan demikian pengukuran nilai impedensi listrik tanah dapat dijadikan metode pengukuran kadar air tanah secara tidak langsung di lahan pertanian.

Kata Kunci : impedensi atau hambatan listrik, tanah kering, kadar air tanah.

Abstract

Cultivation plants need sufficient amount of water in their growth. To find out the ground water content directly usually using the gravimetric method carried out in the laboratory. However, this method must require a lot of time and energy to get one value of groundwater content. There is a simple method that might be used by farmers by using an indirect method by measuring the impedance or electrical resistance of the ground. This research aims to study the measurement of the nature of the electrical impedance of the ground or the electrical resistance of the soil in the laboratory. The research carried out was an experimental study in a laboratory using a soil sample measured by the electrical resistance of the soil measured through sensors connected to an electrical resistance meter. The measurement of land electrical resistance is carried out starting from the land is saturated with water (representing the rainy season) until the land is dry (representing the dry season). Water saturated soil to dry water can be seen from the weight of the land which is weighed from the water saturated state until it reaches the dry water level. The parameters observed were the value of electrical impedance, groundwater content, the relationship between electrical impedance and groundwater content. The observations show that there is a close relationship between soil weight and the electrical impedance of the ground. Where the drier a soil is, the greater the ground electrical impedance value, conversely the wetter a ground the smaller the ground electrical impedance value. Thus the measurement of ground electrical impedance values can be used as a method of measuring groundwater content indirectly on agricultural land.

Keywords: electrical impotence or resistance, dry soil, soil moisture content.

PENDAHULUAN

Pada tanah memiliki ruang pori yang berisi udara dan air. Pada saat kering, kandungan air tanah akan berkurang, sebaliknya pada saat hujan, kandungan air tanah akan bertambah. Tanaman budidaya membutuhkan jumlah air yang cukup dalam pertumbuhannya. Untuk mengetahui kandungan air tanah secara langsung biasanya menggunakan metode gravimetrik yang dilakukan di laboratorium [3].

Namun metode ini harus membutuhkan waktu dan tenaga yang banyak untuk mendapatkan satu nilai kadar air tanah. Ada suatu cara sederhana menggunakan metode tidak langsung dengan mengukur impedensi atau hambatan listrik tanah, yang sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh Friendman pada tahun 1997 [2]. Horowitz mengungkapkan impedensi didefinisikan sebagai perbandingan harga tegangan (V) dan kuat arus (I). Dengan demikian nilai impedensi sama dengan nilai hambatan listrik [10].

Kita tahu bahwa air adalah konduktor yang baik, sehingga di dalam tanah dapat juga diukur hambatan listriknya. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk melakukan percobaan di laboratorium mengukur hambatan listrik tanah dengan multimeter yang dihubungkan dengan kandungan air tanah.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diharapkan dalam penelitian ini adalah mempelajari pengukuran impedensi listrik tanah sebagai metode penetapan kadar air tanah di lapangan, dan mempelajari karakteristik tanah yang berhubungan dengan impedensi listrik tanah.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Adapun penelitian ini dilakukan mulai Maret hingga April 2018. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika, SMKPP Negeri Sembawa. Pengambilan sampel tanah dilaksanakan di lahan kebun milik SMKPP Negeri Sembawa yaitu tanah Ultisol.

Alat dan Bahan yang digunakan adalah multimeter, sepasang kawat tembaga, botol plastik volume 1,5 liter, timbangan elektrik, tanah kering Ultisol, dan air.

Rancangan Percobaan

Penelitian yang dilakukan ini adalah penelitian eksperimen di laboratorium menggunakan sampel tanah yang diukur hambatan listrik tanahnya yang diukur melalui sensor yang dihubungkan dengan alat pengukur hambatan listrik. Pengukuran hambatan listrik tanah dilakukan mulai dari tanah tersebut jenuh air (mewakili musim penghujan) hingga tanah tersebut kering air (mewakili musim kemarau). Tanah jenuh air hingga kering air dapat terlihat dari berat tanah tersebut yang ditimbang dari keadaan jenuh air hingga mencapai kadar kering air. Pengujian tingkat pengembangan diri para siswa setelah melakukan percobaan ini dengan metode kuesioner terbuka dan tertutup.

Teknik pengamatan dilakukan dengan cara melakukan pengukuran hambatan listrik tanah mulai dari keadaan tanah jenuh air (berat tanah lebih besar dari berat awal tanah) hingga tanah tersebut dalam kondisi kering air.

Pelaksanaan penelitian.

Disiapkan alat berupa tabung dari botol plastik, alat ukur listrik, timbangan digital, dan contoh tanah kering. Selanjutnya tanah kering tersebut dimasukkan kedalam tabung plastik. Lalu ditimbang berat tanah awal. Kemudian tanah tersebut dijenuhkan dengan memberi air hingga penuh. Lalu timbang lagi dan sekaligus ukur impedensi listriknya (dengan sensor tembaga sebagai penghantar arus tanah ke alat ukur). Biarkan selama satu hari. Hari berikutnya timbang lagi. Kemudian ukur lagi. Lakukan hingga tanah tersebut kering. Respon siswa dapat diketahui dari kuesioner yang diberikan setelah selesai melakukan percobaan.

Analisis Data

Data hasil pengamatan dibahas secara deskriptif dengan tabel dan grafik. Respon terhadap tingkat adopsi pengetahuan ini dibahas secara deskriptif dan statistik. Parameter yang diamati adalah nilai bobot tanah, nilai impedensi listrik tanah, dan nilai kadar air tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengamatan Impedensi Listrik Tanah

Pengukuran impedensi listrik (Z) tanah dilakukan dengan mengukur mulai dari tanah dijenuhkan hingga basah (mewakili musim penghujan) sampai permukaan lalu ditimbang beratnya kemudian di ukur hambatan listriknya, begitu seterusnya hingga tanah tersebut kering

(mewakili kondisi musim kemarau). Berikut ini adalah Tabel 1 hasil pengukuran dari hari ke-1 hingga hari ke-35.

Pengukuran impedensi listrik tanah untuk mengetahui kadar air tanah

Nilai impedensi listrik tanah diukur menggunakan ohm-meter yang dihubungkan dengan rangkaian elektronik yang mengeluarkan arus listrik pada signal frekuensi 1 kHz. Frekuensi 1 kHz digunakan karena

menghasilkan hubungan antara Z dan kadar air yang lebih erat dibandingkan frekuensi diatas atau dibawahnya. [7] [8]

Hasil pengamatan pada tabel 1, menunjukkan bahwa adanya hubungan antara berat tanah terhadap impedensi listrik tanah. Dimana semakin kering suatu tanah, maka semakin besar nilai impedensi listrik tanahnya, sebaliknya semakin basah suatu tanah maka semakin kecil nilai impedensi listrik tanah.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Berat Tanah (Kg), Impedensi Listrik Tanah (Ω), Dan Kadar Air Tanah (Kg/Kg) Dari Pertama Hingga Tiga Puluh Lima Hari Pengamatan.

Hari pengamatan ke-	Berat tanah (kg)	Impedensi listrik tanah (Ω)	Kadar air tanah (kg/kg)
1	1.823	24	0,488
2	1.822	24	0,487
3	1.819	26	0,485
4	1.811	26	0,478
5	1.803	28	0,472
6	1.800	28	0,469
7	1.796	30	0,466
8	1.794	30	0,464
9	1.786	31	0,458
10	1.776	32	0,450
11	1.773	32	0,447
12	1.768	32	0,443
13	1.764	32	0,440
14	1.760	33	0,437
15	1.757	33	0,434
16	1.751	34	0,429
17	1.748	34	0,427
18	1.746	34	0,425
19	1.740	35	0,420
20	1.735	35	0,416
21	1.727	37	0,409
22	1.725	38	0,408
23	1.723	40	0,406
24	1.722	42	0,405
25	1.720	42	0,404
26	1.717	43	0,402
27	1.714	44	0,399
28	1.710	45	0,396
29	1.708	49	0,394
30	1.704	51	0,391
31	1.701	51	0,388
32	1.692	52	0,381
33	1.688	54	0,378
34	1.684	55	0,375
35	1.681	55	0,372

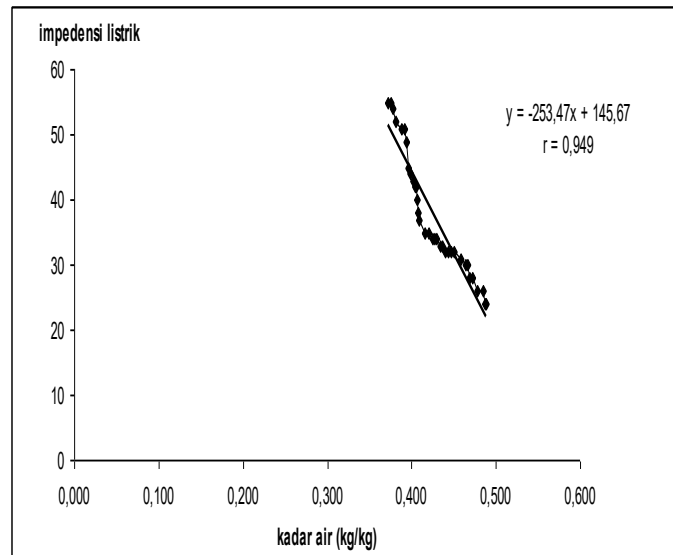
Pada Gambar 1, dapat diketahui jelas bahwa nilai impedensi listrik tanah bertambah seiring dengan berkurangnya berat tanah. Hal

ini menunjukkan bahwa tanah jenuh air memiliki daya hantar listrik yang tinggi namun daya hambat listrik yang rendah. Akan tetapi

tanah kering air memiliki daya hantar yang rendah namun daya hambat listrik yang tinggi.

Hal ini dikarenakan air adalah konduktor listrik yang baik. Sehingga sensor akan merespon sinyal dari air tanah dan daya hambat atau impedansi listrik rendah. Seperti yang telah dilakukan oleh Subatra [13] di daerah rawa

pasang surut ternyata pada kondisi lahan mengalami pasang, kadar air tanah meningkat sejalan dengan impedansi listrik yang rendah. Sebaliknya pada kondisi lahan mengalami surut, kadar air tanah menurun sejalan dengan impedansi listrik yang tinggi.



Gambar 2. Hubungan antara impedansi listrik tanah terhadap kadar air tanah.

Secara statistik, dapat diketahui bahwa hubungan antara kadar air tanah terhadap impedansi listrik tanah menghasilkan persamaan regresi linear yaitu $y = -253,47x + 145,67$. Nilai negatif menunjukkan kadar air meningkat dengan menurunnya nilai impedansi listrik tanah. Selanjutnya korelasi atau nilai keeratan yang didapatkan adalah 0,949. Artinya hubungan antara kadar air tanah terhadap impedansi listrik tanah sangat nyata dan sangat erat sebesar 94,9 %. sisanya (Gambar 2).

Fakta ini menunjukkan bahwa impedansi listrik tanah berhubungan erat dengan kadar air tanah. Seperti yang dilaporkan oleh penelitian Hermawan [12] tentang pengukuran sifat-sifat dielektrik untuk menduga kepadatan tanah menunjukkan bahwa air tanah cenderung meningkat, sebaliknya udara di dalam pori cenderung menghambat laju konduktivitas listrik di dalam tanah. Indikasi tersebut terlihat dari meningkatnya nilai impedansi listrik dengan semakin rendahnya kadar air tanah. Pengaruh kadar air terhadap nilai dielektrik tanah justru jauh lebih besar daripada pengaruh kepadatan tanah.

Pengukuran impedansi listrik tanah ini dapat memberikan informasi yang bermanfaat

bagi para petani. Dengan mengukur impedansi listrik tanah dapat dengan cepat memprediksi kandungan air tanah saat tertentu. Sehingga diharapkan dapat terjadi penghematan air saat terjadi musim kemarau. Hal ini sejalan dengan pendapat Or [12], bahwa metode pengukuran impedansi listrik tanah ini berpotensi untuk digunakan dalam memonitoring pergerakan air irigasi di dalam tanah. Dengan demikian metode pengukuran impedansi listrik tanah ini bermanfaat mengukur kadar air tanah secara cepat di lapangan yang berguna bagi petani.

Secara umum, kadar air berbanding terbalik dengan nilai impedansi listrik di dalam tanah. Menurunnya kadar air dengan meningkatnya nilai impedansi terlihat konsisten dari kondisi jenuh air hingga kondisi kering air. Hermawan [9] melaporkan pada kondisi jenuh, dimana kadar air gravimetri (Φ_g) berada di atas $0,5 \text{ kg kg}^{-1}$ dan kadar air volumetri di atas $0,4 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, nilai impedansi (Z) berada di bawah $0,4 \text{ k}\Omega$. Sebagai perbandingan, nilai Z untuk air tanah dangkal (air sumur) adalah $0,25 \text{ k}\Omega$, sehingga nilai Z untuk tanah jenuh lebih mendekati nilai Z untuk air.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan diatas, maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain

1. Metode pengukuran impedensi listrik tanah dapat dijadikan untuk mengukur kadar air tanah di lapangan.
2. Semakin tinggi nilai impedensi listrik tanah semakin rendah kadar air tanah, sebaliknya semakin rendah nilai hambatan listrik tanah atau impedensi listrik tanah maka semakin tinggi kadar air tanah. Hubungan antara nilai impedensi listrik tanah terhadap kadar air tanah dilihat pada persamaan regresi linear persamaan regresi linear yaitu $y = -253,47x + 145,67$., dengan nilai korelasi yang sangat erat sebesar 0,949.

B. Saran

Perlu adanya mencari faktor lain yang berpengaruh terhadap pengukuran kadar air tanah kering. Penggunaan sensor lebih diperhatikan menggunakan sensor yang bisa dipakai berulang-ulang. Perlu juga kalibrasi terhadap alat ukur sehingga pengukuran lebih valid.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Buckman, H. O, and Brady. 1982. *Ilmu Tanah*. (Jakarta: Bharata Karya Aksara)
- [2] Friendman, S.P. 1997. Statistical Mixing Model For The Apparent Dielectric Constant Of Unsaturated Porous Media. *Soil Sci.Soc.Am. J.* 61: 742-745.
- [3] Gardner, W. 1986. Water content. In A. Klute (Ed). *Methods of Soil Analysis. Part 1: Physical and Mineralogical Methods*. Second edition. *ASA, Inc., SSSA, Inc., Madison, Wisconsin, USA*. pp. 493-544.
- [4] Hakim. N., DKK. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Penerbit Universitas Lampung Press: Lampung.
- [5] Hanafiah, K., A. 2007. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. (Jakarta: Rajawali Pers)
- [6] Hardjowigeno, S. 1993. *Ilmu Tanah*. (Jakarta: Akademika Pressindo)
- [7] Hermawan, B. 2001a. Korelasi Antara Berat Volume Dan Impedensi Listrik Tanah: I. Percobaan Laboratorium. *JUPI*. 3(1) : 1 - 8.
- [8] Hermawan, B. 2001b. Korelasi antara berat volume dan impedensi listrik tanah: II. Percobaan Lapangan. *JUPI*. 3(1) : 9-15.
- [9] Hermawan, B., 2004. Penetapan Kadar Air Tanah Melalui Pengukuran Sifat Dielektrik Pada Berbagai Tingkat Kepadatan. *JUPI*. 6(2) : 66-74.
- [10] Horowitz, Paul (1989). "1". *The Art of Electronics*. Cambridge University Press. hlm. 31-32.
- [11] Kachanoski, R.G. Pringle and A. Ward. 1992. Field Measurement Of Solute Travel Times Using Time Domain Ferlectometry. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 47-52.
- [12] Or, D. 1995. Stochastic Analysis Of Soil Water Monitoring For Drip Irrigation Management In Heterogeneous Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59: 1222-1233.
- [13] Subatra, K. 2010. Pengukuran Kadar Air Tanah Secara Tidak Langsung Di Lahan Pasang Surut Telang Sumatera Selatan. *Laporan Hasil Pengamatan di Lahan Basah*. PPMAL. (tidak dipublikasikan).
- [14] Sutedjo dan Kartasapoetra AG. 2002. *Pengantar Ilmu Tanah*. (Yogyakarta: Penerbit Rineka)