

KAJIAN TENTANG PERLAKUAN JARAK ANTAR ELEKTRODA TEMBAGA TERHADAP KINERJA SENSOR KONDUKTIVITAS LISTRIK TANAH TIPE KAPASITIF

(Study of Copper Electrode Distance on the Performance of Capacitive Type of the Soil Electric Konduktivitas Sensor)

Gede Andri¹, I Made Anom. S. Wijaya², I Gede Putu Budi Sanjaya²

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana

Email: andrigede46@yahoo.com

ABSTRACT

The measurement of EC can be conducted in two ways, namely electromagnetic induction and direct contact. This study using capacitive direct contact. The aims of this study were to determine the relationship between distance, shape and electrode materials to the measurements performance, and to determine to treatment that has the best performance. The study was started by designing the electrodes then continued by functional test and performance test. The treatments used was electrodes distances of 3, 6, 9, 12 & 15 mm. The electrode probe was inserting into the soil with the depth of 20 cm to get the frequency and at the same time soil sample was collected for analyzed in the laboratory to get the EC values. Based on those data the relationship of between soil frequency and EC were then analyzed. The results indicated that the best performance electrode with distance 3 mm. The equation of soil frequency and EC was $EC = 0.186875 F_{soil} - 10.5695$ with $R^2 = 0.861$, RMSE = 0.04, stability = 0.04 and respond time = 37.35 second.

Keyword: Electric conductivity (EC), capacitive sensor, parallel chip sensor electrode, soil frequency, performance test.

1. PENDAHULUAN

Tanah yang menjadi lahan pertanian harus dijaga kualitasnya. Menurut Doran dan Parkin (1994) kualitas tanah menunjukkan sifat fisik, kimia dan biologi tanah yang berperan dalam menyediakan kondisi untuk pertumbuhan tanaman, aktivitas biologi, mengatur aliran air serta sebagai filter lingkungan terhadap polutan. Data analisa tanah sangat penting diketahui petani untuk memberikan penanganan yang tepat terhadap lahan pertaniannya, sehingga kesuburan tanahnya dapat tetap dipertahankan. Analisa yang masih sering dilakukan adalah dengan cara melakukan uji laboratorium. Uji Laboratorium memerlukan proses lama dan biaya yang tinggi. Mengingat kebanyakan petani memerlukan hasil cepat dan biaya yang seminimal mungkin, maka diperlukan suatu alat pengukur yang bisa memberikan hasil secara cepat dan biaya terjangkau. Pengukuran konduktivitas listrik (EC) tanah menjadi pengukuran yang paling sering dilakukan untuk mengetahui keragaman kandungan tanah untuk aplikasi *precision*

pertanian, karena sangat mudah dilakukan dan memberikan hasil yang tepat (Rhoades,1999).

Pengukuran konduktivitas listrik (EC) tanah dapat ditentukan dengan dua cara, yaitu : induksi elektromagnetik (EM) dan kontak langsung. EM dilakukan dengan memberikan energi elektromagnetik ke dalam geologi bahan menggunakan sumber arus yang melewati permukaan bumi, tetapi tidak terjadi kontak fisik. Sebuah sensor dalam perangkat mengukur medan elektromagnetik yang dihasilkan saat menginduksi. Metode kontak langsung melibatkan perangkat yang mengarahkan arus listrik ke dalam tanah melalui elektroda logam terisolasi yang menembus permukaan tanah. Perangkat ini mengukur langsung drop tegangan antara sumber dan elektroda sensor. Pengukuran EC tanah dengan elektroda dan metode EM telah memberikan hasil yang sebanding (Sudduth dkk., 1998). Penelitian ini dilakukan dengan pengukuran dengan kontak langsung, yaitu dengan menggunakan elektroda sensor kapasitif.

Sensor jenis kapasitif memiliki prinsip dasar pengukuran berdasarkan perubahan kapasitansi. Kapasitansi antara dua pelat ditentukan oleh tiga hal yaitu Luas penampang plat elektroda, jarak elektroda, material dielektrik antara plat elektroda. Suprpto (2006), semakin besar jarak antara elektroda akan semakin menurunkan densitas arus yang mengalir pada medium tanah, apabila jarak elektroda menjadi 2 kali dari semula maka densitas arus akan menurun $\frac{1}{4}$ dari semula. Hubungan yang erat antara hasil pengukuran EC dengan jarak antar elektroda, sehingga perlu dilakukan pengkajian tentang jarak antar elektroda terhadap hasil pengukuran yang di dapatkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan jarak elektroda terhadap kinerja sensor kapasitif, dan juga untuk mendapatkan perlakuan yang memberikan kinerja terbaik.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini di laksanakan pada Bulan Juni – Juli 2014. Pembuatan rangka sensor dilaksanakan di bengkel Hun Bubut di Desa Pesanggaran Denpasar. Kontruksi sensor dilaksanakan di Laboraturium Rekayasa Alat dan Ergonomika Fakultas Teknologi Pertanian Universita Udayana. Tahapan pengujian sensor dilaksanakan di lahan sawah Desa Cemagi, Kec. Mengwi, Kab Badung, Bali. Analisis EC dilaksanakan di Laboratorium Pengelolaan Sumber Daya Alam Fakultas Teknologi Pertanian Universita Udayana.

2.2. Alat dan Bahan

2.2.1. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian meliputi 2 jenis yaitu, alat untuk perancangan, konstruksi elektroda sensor dan alat untuk melakukan uji EC. Alat untuk perancangan elektroda sensor adalah gergaji besi, grinda, *tools kit*, solder, amplas, alat

bakar, dan multimeter. Alat yang digunakan untuk uji EC adalah mesin pengocok, gelas ukur, pipet tetes, gelas beker, dan EC meter dengan merek dagang *milwaukee*.

2.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan untuk sensor ini adalah bahan elektroda plat tembaga tebal 0,3 mm, isolasi bakar, kabel kanare, skun (konektor u), lem *rubber*, batang aluminium, garam KCl p.a, aqua DM dan tanah.

2.3. Metodologi

Sensor secara umum dibagi menjadi 2 yaitu rangkaian pembaca dan elektroda sensor. Rangkaian pembaca sensor dirancang menggunakan frekuensi *counter* dan osilator. Kapasitor pada penelitian ini adalah plat tembaga yang dipasang sejajar. Kapasitor ini akan mengasilkan kapasitansi, nilai kapasitan akan mempengaruhi sinyal osilator, sinyal ini kemudian dibaca oleh frekuensi counter dengan pembacaan per detik yaitu berupa data frekuensi. Elektroda sensor pada penelitian ini dirancang melalui berbagai tahapan yaitu studi literatur, perancangan, konstruksi, uji kerja, uji kinerja, membangun persamaan pendugaan EC dan validasi.

2.3.1. Studi literatur

Sebagai tahapan dalam melakukan riset, telah dilakukan studi literatur berupa pengumpulan materi ilmiah berupa jurnal dan paper tentang berbagai cara yang dilakukan untuk mendesain sensor. Dalam tahap ini, dilakukan pengelompokkan dan telaah mendalam terhadap seluruh informasi tentang konduktivitas listrik tanah, kapasitif dan juga sensor tanah yang bisa mendukung perancangan elektroda sensor.

2.3.2. Perancangan

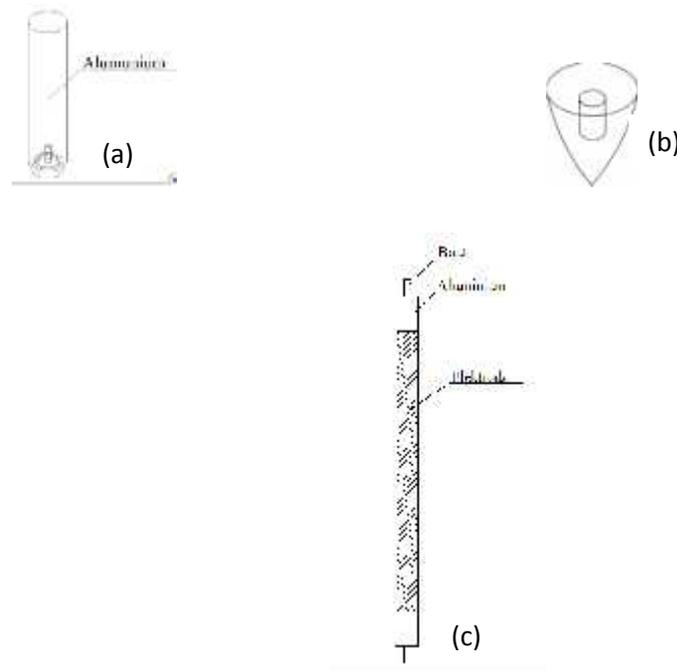
Perancangan elektroda sensor kapasitif terdiri dari 2 tahapan perancangan, yaitu perancangan elektroda dan rangka sensor. Elektroda sensor dibuat dengan bahan tembaga. Perancangan rangka terdiri dari 3 bagian utama, yaitu batang, pegangan, dan kepala elektroda sensor.

2.3.2.1. Perancangan Struktural

Elektroda dibuat dengan tembaga dengan ketebalan 0,3 mm. Tembaga dipotong dengan ukuran 1,5 cm x 20 cm. Rangka elektroda sensor dibuat dalam 3 bagian yaitu rangka pegangan elektroda sensor, batang elektroda sensor dan juga kepala elektroda sensor. Pegangan elektroda sensor dibuat menggunakan bahan aluminium dengan diameter batang 2,5 cm dan tinggi 10 cm.

Batang elektroda sensor menggunakan bahan aluminium yang dilapisi isolasi bakar. Batang elektroda sensor dibuat dengan ukuran 1,5 x 25 cm. Ketebalan dari batang aluminium dibuat berbeda yaitu 3 mm, 6 mm, 9 mm, 12 mm dan 15 mm. Ketebalan dari batang elektroda sensor menjadi perlakuan jarak antar plat pada penelitian ini. Batang

elektroda sensor ditempel di elektroda sensor, dan untuk menghubungkan kerangka pembaca, elektroda sensor ini di pasang kabel kanare dengan panjang 1 m, dan sebagai penyambung digunakan konektor u (skun u) dengan cara di solder. Isolator pelapis elektroda digunakan isolasi bakar. Rangka kepala elektroda sensor di buat dengan bahan aluminium, aluminium di buat dengan berbagai ukuran menyesuaikan dimensi dari batang elektroda sensor yang dirancang. Pegangan, batang dan kepala elektroda sensor dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. a. Pegangan elektroda, b. Kepala elektroda, c. Batang elektroda sensor

2.3.2.2. Perancangan Fungsional

Elektroda sensor yang dirancang meliputi beberapa bagian yaitu elektroda dan rangka elektroda sensor. Elektroda berfungsi sebagai media pertukaran muatan listrik dari media yang diukur. Rangka elektroda sensor secara umum berfungsi untuk mempermudah proses pengukuran tanah. Rangka sensor sendiri dibagi menjadi 3 bagian, yaitu bagian pegangan elektroda sensor, badan elektroda sensor dan kepala elektroda sensor.

Pegangan elektroda sensor berfungsi untuk tempat tangan untuk memberikan daya tekan pada saat melakukan uji lapangan. Badan elektroda sensor berfungsi sebagai tempat dudukan elektroda dan juga sebagai pelindung elektroda sensor dari kemasukan air tanah yang diukur. Sedangkan bagian kepala elektroda sensor berfungsi untuk mempermudah elektroda sensor menembus tanah, bentuknya yang lancip akan memudahkan pengguna untuk menancapkan sensor ketanah.

2.3.3. Kontruksi

Kontruksi dilakukan dengan menggabungkan semua bagian elektroda sensor yang telah dirancang yaitu bagian kepala elektroda sensor, badan elektroda sensor dan juga pegangan elektroda sensor. Bagian-bagian elektroda sensor yang ada digabungkan secara tidak permanen, dengan tujuan bagian badan elektroda sensor dapat diganti-ganti sesuai dengan perlakuan elektroda yang dilakukan dalam penelitian ini.

2.3.4. Uji Kerja

Uji kerja elektroda sensor dilakukan dengan mencelupkan elektroda sensor ke dalam media air. Air ditampung pada gelas ukur dengan ketinggian air minimal 20 cm, kemudian elektroda dimasukan kedalam air, dan ditest menggunakan multimeter. Tujuan dari uji kerja ini adalah untuk mengetahui apakah sensor sudah dapat bekerja dan siap untuk digunakan untuk pengukuran frekuensi di lahan. Apabila masih belum siap, maka elektroda diperbaiki lagi untuk menemukan kesalahannya.

2.3.5. Uji Kinerja

Uji kinerja dilakukan di Desa Cemagi, Kec. Mengwi, Kab. Badung, Bali. Subak Cemagi Let merupakan persawahan yang datar, lokasinya sangat dekat dengan pantai dan tekstur tanahnya liat berdebu. Uji kinerja dimulai dengan menancapkan elektroda ke tanah sedalam 20 cm untuk diambil data frekuensinya, setiap satu titik pengukuran dilakukan 3 kali ulangan pengambilan data frekuensi. Pengukuran di lapangan dilakukan pada pukul 08.00 – 11.00 WITA, hal ini dilakukan untuk menyeragamkan suhu pengambilan data. Pengukuran di lapangan dilakukan pada lahan semi basah (lembab) dengan tujuan agar elektroda sensor tidak rusak pada waktu pengukuran secara langsung di lapangan. Titik lokasi pengukuran diambil sampel tanahnya untuk uji EC di laboratorium. Pengukuran EC diikuti dengan pengukuran frekuensi filtrat dengan sensor yang dirancang. Data uji lapangan dikelompokkan menjadi 2 kelompok, yaitu data untuk membangun persamaan EC dan juga kelompok data untuk uji kinerja.

2.3.6. Membangun Persamaan Pendugaan EC

Persamaan pendugaan EC dibangun dengan mencari hubungan frekuensi filtrat dengan EC hasil analisis. Persamaan yang dihasilkan kemudian disubstitusikan dengan persamaan hasil hubungan antara frekuensi filtrat dengan frekuensi tanah. Persamaan hasil dari hubungan frekuensi filtrat dengan frekuensi tanah ini digunakan untuk mengkoreksi nilai frekuensi tanah, sehingga persamaan pendugaan EC dapat digunakan untuk pengukuran di lapangan dengan lebih presisi dan akurat.

2.3.7. Validasi

Validasi dilakukan dengan mengujikan persamaan pendugaan EC ke kelompok data yang disiapkan untuk validasi.

2.3.8. Parameter yang diamati

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah presisi elektroda sensor, akurasi hasil pengukuran sensor, waktu respon elektroda sensor dan tingkat kestabilan respon elektroda sensor terhadap media yang diukur.

2.3.8.1. Presisi

Presisi merupakan ukuran keragaman observasi yang masih berada di dalam batas penerimaan statistik, menjadi indikator keseragaman atau reproduksibilitas suatu hasil, meskipun hasilnya tidak selalu benar (Fares et al., 2004). Presisi pada penelitian ini ditentukan dari R^2 yang dihasilkan dari persamaan regresi hasil hubungan frekuensi laboratorium dengan EC hasil analisis.

2.3.8.2. Akurasi

Akurasi merupakan tingkat kesesuaian hasil terhadap pengukuran standar (Fares et al., 2004). Akurasi pada penelitian ini ditentukan dari nilai RMSE (*Root Mean Squared Error*) yang dihasilkan oleh masing-masing perlakuan elektroda sensor yang dirancang. Semakin kecil nilai RMSE yang dihasilkan oleh elektroda sensor, maka pembacaan elektroda sensor dikatakan semakin akurat.

2.3.8.3. Waktu Respon

Waktu respon, yaitu waktu yang dibutuhkan sensor untuk mengenali zat yang dideteksinya. Waktu respon pada penelitian ini ditentukan dari lamanya waktu yang diperlukan oleh elektroda sensor yang dirancang untuk konstan ketika melakukan pengukuran media. Konstan yaitu ketika angka yang ditampilkan oleh komponen elektronika tidak berubah lagi atau diam.

2.3.8.4. Stabilitas Pengukuran

Stabilitas pengukuran, yaitu sejauh mana sensor dapat secara konsisten memberikan pembacaan yang sama untuk satu jenis media yang sama. Stabilitas pada penelitian ini ditentukan dengan mencari standar deviasi dari setiap ulangan pengukuran yang dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Elektroda sensor

Penelitian diawali dengan konstruksi elektroda sensor sesuai hasil rancangan. Bahan tembaga digunakan sebagai bahan konduktor elektroda sensor karena bahan ini memiliki konduktivitas listrik tinggi dan harga yang lebih terjangkau dibandingkan bahan emas dan perak. Elektroda sensor dapat dilihat pada Gambar. 2



Gambar 2. elektroda sensor

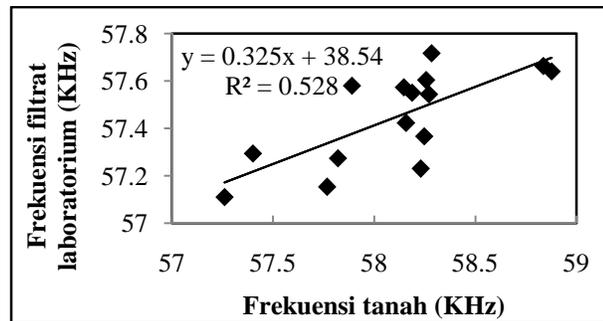
Elektroda sensor yang sudah selesai dipasang kemudian dilakukan uji kerja dengan mencelupkan elektroda sensor ke air. Uji kerja dilakukan dengan tujuan menguji apakah elektroda sensor bocor atau tidak. Kebocoran sensor diketahui dengan menggunakan multimeter. Sensor yang sudah lolos uji kerja selanjutnya dapat digunakan di lapangan untuk tahapan uji kinerja. Uji kinerja dilakukan dengan menancapkan elektroda sensor langsung ke titik pengukuran di lapangan. Output dari sensor ini berupa data frekuensi yang terbaca melalui komponen pembaca. Komponen pembaca ini terhubung ke elektroda sensor melalui kebel kanare dengan skun u sebagai konektornya. Komponen sensor lengkap ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Komponen sensor lengkap

3.2. Hubungan frekuensi tanah dengan frekuensi filtrat laboratorium

Uji kinerja dilakukan pada tanah sawah yang lembab dengan kadar air berkisar antara 46,61 – 57,73 %. Uji kinerja menghasilkan data frekuensi tanah dan data frekuensi filtrate yang diukur di laboratorium. Data frekuensi tanah kemudian dihubungkan dengan data frekuensi filtrat untuk dicari persamaan regresinya. Hasil hubungan frekuensi tanah dengan frekuensi filtrat salah-satunya di sajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan frekuensi tanah dengan frekuensi filtrat elektroda sensor jarak 3 mm

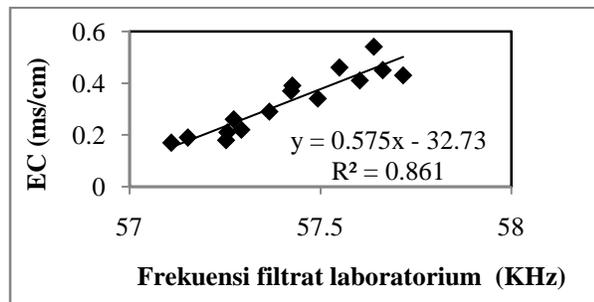
Persamaan yang dihasilkan digunakan untuk mengkoreksi nilai frekuensi filtrat pada persamaan pendugaan EC sehingga persamaan pendugaan EC dapat memberikan hasil yang baik secara langsung di lapangan. Persamaan yang dihasilkan dari semua hubungan elektroda sensor dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Persamaan hasil hubungan dari frekuensi lapangan dengan frekuensi laboratorium

Jarak (mm)	Persamaan	R ²
3	$F_{\text{filtrat}} = 0.325 F_{\text{tanah}} + 38.54$	0.53
6	$F_{\text{filtrat}} = 0.592 F_{\text{tanah}} + 22.13$	0.35
9	$F_{\text{filtrat}} = 0.346 F_{\text{tanah}} + 35.00$	0.76
12	$F_{\text{filtrat}} = 0.437 F_{\text{tanah}} + 29.97$	0.55
15	$F_{\text{filtrat}} = 0.104 F_{\text{tanah}} + 47.17$	0.40

3.3. Hubungan EC dengan Frekuensi Filtrat

Nilai konduktivitas elektrik yang dihasilkan dari analisa di laboratorium dihubungkan dengan frekuensi dari filtrat tanah yang diukur di laboratorium. Persamaan yang dihasilkan ini digunakan untuk membangun persamaan pendugaan EC. Hasil hubungan EC dengan frekuensi filtrat salah-satunya disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. hubungan EC dengan frekuensi filtrat laboratorium elektroda sensor jarak 3 mm

Hasil hubungan frekuensi filtrat laboratorium dengan nilai EC tanah secara lengkap disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persamaan dan nilai R^2 hasil hubungan dari frekuensi lapangan dengan frekuensi laboratorium

Jarak (mm)	Persamaan	R^2
3	$EC = 0.242 F_{\text{filtrat}} - 12.96$	0.86
6	$EC = 0.149 F_{\text{filtrat}} - 7.794$	0.81
9	$EC = 0.159 F_{\text{filtrat}} - 8.089$	0.63
12	$EC = 0.098 F_{\text{filtrat}} - 4.908$	0.42
15	$EC = 0.063 F_{\text{filtrat}} - 3.155$	0.51

Hasil penelitian menunjukkan elektroda jarak 3 mm menghasilkan nilai koefisien determinan (R^2) paling tinggi yaitu 0,861 dan elektroda jarak 12 mm menghasilkan koefisien determinan paling kecil yaitu 0,42. Asdak (2010), mengatakan model persamaan regresi dikatakan semakin baik apabila R^2 yang dihasilkan mendekati 1. Nilai R^2 menunjukkan seberapa jauh kesalahan dalam memperkirakan besarnya y yang dapat direduksi dengan menggunakan informasi yang dimiliki variabel x. Elektroda sensor dengan jarak 3 mm menghasilkan persamaan dengan nilai R^2 lebih baik, karena jarak perpindahan medan listrik yang terjadi antar lempeng lebih kuat karena jarak lempengnya dekat. Suprpto (2006) mengatakan semakin besar jarak antara elektroda akan semakin menurunkan densitas arus yang mengalir pada medium tanah.

3.4. Membangun Persamaan Pendugaan EC

Persamaan pendugaan EC dibangun dari persamaan hasil hubungan EC dengan frekuensi filtrat, yang disubstitusikan dengan persamaan hasil hubungan frekuensi tanah dengan frekuensi filtrat. Persamaan pendugaan EC sebagai contoh ditunjukkan oleh persamaan yang dihasilkan oleh elektroda sensor tembaga bentuk balok dengan jarak 3 mm.

$$F_{\text{filtra}} = 0.325 F_{\text{tanah}} + 38.54 \dots \dots \dots (1)$$

$$EC = 0.242 F_{\text{filtrat}} - 12.96 \dots \dots \dots (2)$$

$$EC = 0.242 (0.325 F_{\text{tanah}} + 38.54) - 12.98$$

$$= 0.186875 F_{\text{tanah}} - 10.5695 \dots \dots \dots (4)$$

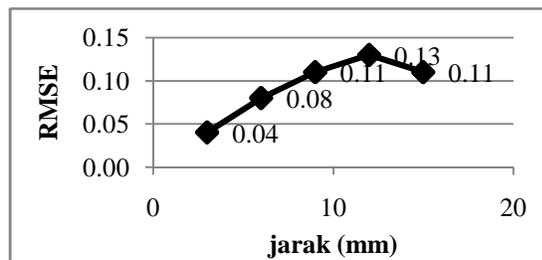
Persamaan pendugaan yang dihasilkan dari semua perlakuan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Persamaan pendugaan EC semua perlakuan elektroda sensor.

Jarak (mm)	Persamaan
3	$EC = 0.186875 F_{\text{tanah}} - 10.5695$
6	$EC = 0.175232 F_{\text{tanah}} - 9.25952$
9	$EC = 0.13494 F_{\text{tanah}} - 17.68$
12	$EC = 0.102695 F_{\text{tanah}} - 5.23705$
15	$EC = 0.028912 F_{\text{tanah}} - 1.05674$

3.5. Validasi

Validasi dilakukan dengan menguji persamaan pendugaan EC ke kelompok data yang sudah disiapkan untuk validasi. Nilai konduktivitas listrik yang dihasilkan oleh persamaan pendugaan EC selanjutnya dibandingkan dengan nilai konduktivitas listrik yang diperoleh dari uji laboratorium untuk dicari selisih hasil pengukurannya. Selisih hasil pengukuran ini kemudian dicari nilai RMSE yang dihasilkan. Semakin kecil RMSE yang dihasilkan oleh elektroda sensor, semakin akurat elektroda sensor untuk membaca nilai konduktivitas listrik tanah. Keakurasaan dari semua perlakuan elektroda disajikan pada Gambar 6.

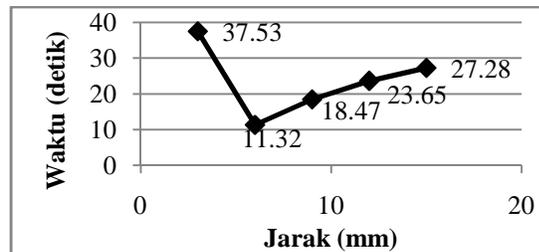


Gambar 6. Nilai akurasi elektroda sensor

Hasil uji RMSE menunjukkan elektroda sensor jarak 0,3 mm menghasilkan akurasi paling baik yaitu dengan nilai eror sebesar 0,4 dan akurasi paling jelek dihasilkan oleh elektroda sensor jarak 12 mm yaitu dengan nilai eror sebesar 0,13. Akurasi ini sangat ditentukan oleh nilai presisi yang dihasilkan persamaan pendugaan EC, semakin bagus nilai presisi yang dihasilkan maka akurasinya menjadi semakin baik. Nilai RMSE ini sebanding dengan apa yang dihasilkan oleh Hakim (2011) yaitu menghasilkan kisaran nilai RMSE 0.035 – 0.10 pada penentuan konduktivitas hidraulik tidak jenuh tanah.

3.6. Waktu respon sensor

Pengambilan data waktu respon dilakukan di laboratorium dengan pengujian terhadap 5 filtrat tanah yang berbeda. Pengambilan data waktu respon dilakukan tiga kali ulangan untuk tiap satu filtrat tanah yang diukur. Data yang ada kemudian dicari rata-ratanya. Data rata-rata waktu respon yang dimiliki oleh semua perlakuan elektroda sensor disajikan pada Gambar 7.

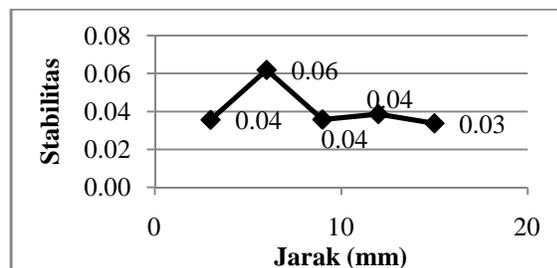


Gambar 7. Waktu respon elektroda sensor

Hasil pengukuran waktu respon menunjukkan elektroda sensor jarak 3 mm menghasilkan waktu respon paling lama yaitu 37.53 detik dan elektroda sensor dengan waktu respon paling cepat yaitu elektroda sensor jarak 6 mm yaitu 11.32 detik.

3.7. Stabilitas Sensor

Data stabilitas pengukuran dilakukan dengan mencari standar deviasi dari ulangan pengukuran yang dilakukan. Stabilitas pengukuran dihitung menggunakan data frekuensi filtrat yang diukur di laboratorium, yaitu dengan mencari standar deviasi dari 3 kali ulangan untuk setiap sampel yang diukur, baru kemudian dicari rata-ratanya untuk semua sampel yang diambil. Hasil stabilitas disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Stabilitas elektroda sensor

Gambar 8 menunjukkan nilai stabilitas yang baik untuk semua perlakuannya, ini terjadi karena sensor yang dirancang memiliki jarak antar plat konduktor yang dipasang tidak terlalu jauh sehingga medan listrik yang dihasilkan kuat dan pembacaan yang terjadi secara seragam untuk setiap ulangannya. Perlakuan dimensi plat konduktor juga berpengaruh terhadap medan listrik yang dihasilkan, penelitian ini menggunakan jarak antar plat yang lebih kecil dari dimensi panjang dan lebar bahan konduktor elektroda.

Penggunaan ukuran ini sejalan dengan apa yang diungkapkan Tripler (1991) untuk menghasilkan medan listrik yang kuat dari suatu kapasitor keping sejajar yang terdiri dari dua keping yang sama luasnya dan terpisah dengan jarak d , maka jarak d harus lebih kecil dibandingkan dengan panjang dan lebar keping.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Sensor jarak 3 mm memberikan hasil persamaan pendugaan EC terbaik dengan persamaan pendugaan $EC = 0.186875 F_{\text{tanah}} - 10.5695$, nilai $R^2 = 0.861$, dan akurasi dengan eror sebesar 0.04, stabilitas pengukuran = 0.04, walaupun waktu respon yang dihasilkan lebih lama yaitu 37.53 detik.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan untuk melakukan pengujian elektroda sensor lebih banyak lagi, sehingga kinerja elektroda sensor menjadi lebih baik.

Daftar Pustaka

- Asdak, C, 2010, Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Cifriadi Adi, Barnas Holil, Munawar A. Riyadi (2005) Karakteristik Film Polisulfon Sebagai Bahan Dielektrik Sensor Kelembaban Jenis Kapasitif. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.
- Doran JW & Parkin. (1994). Defining and assessing soil quality, IN J.W. Doran D.C. Coleman D.F. Bezdick and B.A 21
- Hakim,A.,R. 2011. Perancangan Sistem Informasi Pengukuran Konduktivitas Hidraulik Tidak Jenuh Tanah dengan Sensor Tensiometer dan Higrometer Digital. SKRIPSI-S1 Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Rhoades, J.D., D.L. Corwin, and S.M. Lesch. 1999b. Geospatial measurements of soil electrical conductivity to assess soil salinity and diffuse salt loading from irrigation. p. 197–215. In D.L. Corwin, K.Loague, and T.R. Ellsworth (ed.) Assessment of non-point source Application of Soil Electrical Conductivity to Precision Agriculture: Theory, Principles, and Guidelines D. L. Corwin* and S. M. Lesch
- Sudduth, K.A., N.R. Kitchen and S.T. Drummond. 1998. Soil conductivity sensing on claypan soils: Comparison of electromagnetic induction and direct methods. Proc. of the 4th
- Suprpto,NM. 2006. Uji Konduktivitas Listrik Terhadap Kadar Air Tanah Dermaga Bogor dan Metode Wenner dan Sifat Fisik Tanahnya. Dapartemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan IPB.
- Tipler, P.1991.Fisika Untuk Sains dan Teknik, Edisi ke-3 jilid 2.Erlangga.Jakarta.