

Kegiatan I
Karakterisasi I-V Kelembaban tanah Menggunakan EC Probe

Ketua Peneliti:
Rahmondia Nanda Setiadi, M.Si

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanah adalah suatu benda alami yang terdapat di permukaan kulit bumi yang tersusun dari bahan mineral sebagai hasil pelapukan bebatuan dan bahan organik sisa-sisa tanaman dan hewan. Tanah sangat berperan penting dalam pertumbuhan tanaman, oleh karena itu semua makhluk di bumi sangat tergantung pada tanah. Tanah perlu dijaga kondisi dan keseimbangan kandungannya. Penurunan produktivitas tanah dapat terjadi karena adanya faktor-faktor yang dapat menurunkan tingkat produktivitas tersebut, diantaranya adalah erosi yang terus-menerus dapat mengakibatkan terkikisnya lapisan tanah yang subur, bencana alam, sistem ladang berpindah, dan lain-lain.

Tanah memiliki fungsi yang sangat vital dalam penyediaan bahan pangan bagi manusia dan juga bagi makhluk hidup lainnya. Fungsi-fungsi tersebut membawa konsekuensi bahwa tanah sebagai pelindung tanaman dari serangan hama penyakit dan dampak negatif pestisida maupun limbah industri berbahaya.

Tanaman sangat bergantung pada jumlah kandungan air di dalam tanah, karena air diperlukan dalam proses transportasi zat-zat yang diperlukan tanaman. Kekurangan air dapat menyebabkan kekeringan pada tanaman, akibatnya tanaman tidak tumbuh dengan sempurna. Oleh karena itu diperlukan pengaturan kadar air pada tanah tempat tanaman tersebut tumbuh. Pengaturan kadar air tersebut memerlukan suatu instrument yang dapat mengukur besar kadar air yang ada di dalam tanah. Sehingga diketahui berapa kadar air yang terdapat di dalam tanah.

1.2. Rumusan Masalah

Tanah merupakan benda alam yang terus berubah, sehingga pembentukan tanah sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor yang saling mempengaruhi dan bekerja sama antara faktor yang satu dengan yang lainnya. Faktor pembentuk tanah itu adalah iklim, organisme, bahan induk, topografi, dan waktu yang akan menghasilkan tanah dengan sifat-sifat tertentu.

Pembentukan tanah berjalan cepat di daerah yang beriklim lembab dengan suhu tinggi dan curah hujan tinggi. Seperti halnya di Indonesia tanah Ultisol telah mengalami pencucian yang sangat intensif menyebabkan tanah Ultisol memiliki kejenuhan basa yang rendah dan

pelapukan mineral yang rendah. Tanah Ultisol memiliki kepadatan tanah 1,10-1,35 g/cm³, tingkat permeabilitas, infiltrasi dan perkolasi sedang hingga lambat dan keasaman tanah tinggi.

Secara vertikal tanah berdiferensiasi membentuk horizon-horizon yang berbeda-beda baik dalam morfologis seperti ketebalan dan warnanya, maupun karakteristik fisik, kimiawi, dan biologis. Profil tanah merupakan irisan vertikal dari lapisan paling atas hingga ke bebatuan induk tanah (regolit), yang biasa terdiri dari horizon-horizon O-A-E-B-C-R. Empat lapisan teratas yang masih dipengaruhi cuaca disebut solum tanah^[1].

Dengan mengetahui sifat fisika dan kimia tanah, maka dapat disusun pola pengelolaan tanah pertanian sesuai dengan daerah dan sifat-sifat tanah tersebut. Oleh karena itu sangat penting untuk mempelajari tanah dan seluk-beluknya baik dari segi sifat fisiknya maupun sifat kimianya. Dari keadaan tanah yang sebenarnya, akan lebih mudah dalam mengolah tanah sebagai lahan pertanian dan dapat dilakukan tindakan yang benar agar dapat bermanfaat semaksimal mungkin untuk kehidupan seluruh makhluk hidup. Disamping itu dari sifat fisika dan kimia tanah, dapat disusun pola pengelolaan tanah pertanian sesuai dengan daerah dan sifat-sifat tanah tersebut.

Salah satu sifat fisis penting dari tanah adalah faktor kelembaban yang memberikan informasi tentang jumlah air yang ada pada tanah. Sifat ini penting bagi pertumbuhan tanaman seperti sayur-sayuran, palawija, jagung, dan tanaman lainnya.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat resistivitas tanah terhadap kadar air. Pengujian juga dilakukan terhadap berbagai jenis tanah yang berbeda. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk membuat suatu instrumen yang dapat mengukur kadar air atau kelembaban tanah.

II. TEORI PENELITIAN

Dari beberapa literatur berbagai macam model yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara parameter listrik dengan kadar air, temperatur, dan kandungan garam di dalam tanah. Konduktivitas listrik dan resistivitas biasanya sering diukur baik dalam skala laboratorium maupun lapangan.

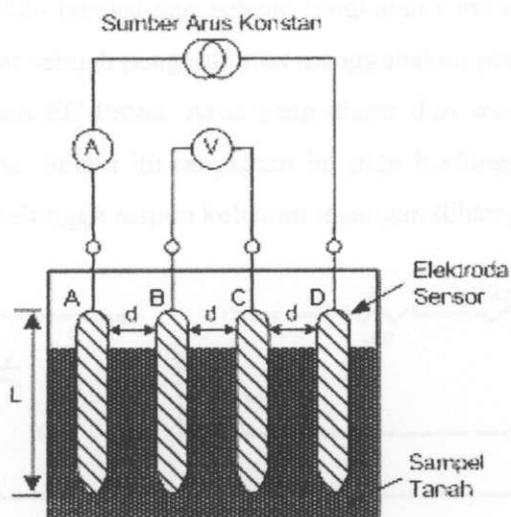
Hubungan antara kadar air di dalam tanah dengan parameter listrik dilakukan dalam skala laboratorium dan lapangan, hampir semua hasil pengukuran memberikan model curvilinear.

Ananyan (1961) menurunkan dan membuktikan hubungan eksponensial antara resistansi, temperatur, dan kadar air berdasarkan banyak eksperimen. Diantara beberapa metode, penggunaan arus DC sering digunakan. Resistansi listrik DC menunjukkan variasi yang bergantung pada kadar air tanah (Robain et al., 2003).

III. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan pengujian tanah berdasarkan karakteristik resistivitasnya. Cara menguji resistivitas tersebut yaitu dengan cara menginjeksikan arus ke dalam tanah, kemudian tegangan yang diakibatkan arus tersebut diukur. Pada tegangan yang diukur terdapat pengaruh kadar air pada tanah untuk arus injeksi yang sama. Pengaruh inilah yang diteliti dan dapat digunakan untuk mengukur kadar air pada tanah.

Karakterisasi tanah dengan variasi kelembaban dan jenis tertentu dilakukan dengan menggunakan *Electrical Conductivity* (EC) - Probe. EC-Probe yang digunakan adalah metode Wenner terdiri dari 4 buah elektroda yang tampak seperti pada Gambar 1. Dua elektroda terluar merupakan elektroda untuk menginjeksikan arus ke tanah, sedangkan dua elektroda di tengah merupakan elektroda pendeteksi yang akan mengukur tegangan tanah yang berada di antaranya.



Gambar 1. EC-Probe dengan konfigurasi Wenner.

Tampak bahwa L adalah panjang elektroda yang ditancapkan pada tanah, elektroda A dan D dihubungkan untuk sumber arus (I) sedangkan elektroda B dan C dihubungkan untuk mendapatkan nilai tegangan (V).

Untuk karakterisasi diberikan arus yang bervariasi pada elektroda arus dan tegangan pada elektroda tegangan dicatat, dari data ini dapat diperoleh satu buah model untuk kelembaban dan jenis tanah tertentu.

Kelembaban tanah divariasikan dengan cara mencampur tanah basah dan tanah kering dengan jumlah tertentu. Kelembaban tanah relatif dapat dinyatakan dengan rumus²:

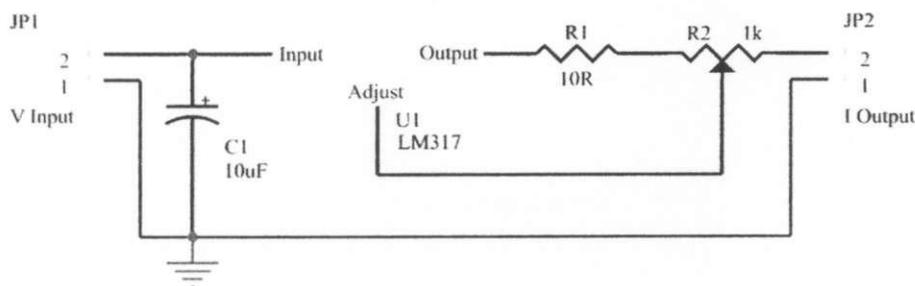
$$\theta_v = \frac{V_w}{V_w + V_r} \times 100\%$$

Sedangkan untuk variasi jenis tanah dapat digunakan tanah Inseptisol, Entisol, dan Andisol. Inseptisol adalah tanah yang belum matang dengan perkembangan profil yang lebih lemah dibanding dengan tanah matang, dan masih banyak menyerupai sifat bahan induknya. Penggunaan tanah Inseptisol untuk pertanian atau nonpertanian adalah beraneka ragam. Daerah-daerah yang berlereng curam atau hutan, rekreasi atau wildlife, yang berdrainase buruk hanya untuk tanaman pertanian setelah drainase diperbaiki.

IV. HASIL PENELITIAN

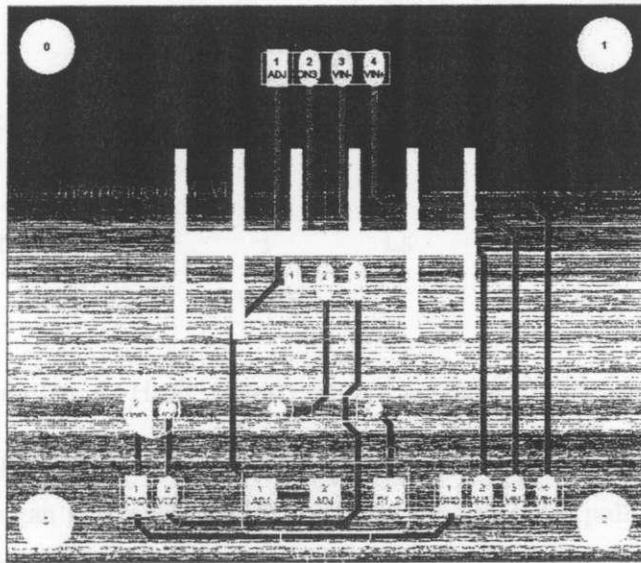
4.1. Disain Sumber Arus

Sumber arus yang digunakan berasal dari sebuah rangkaian sumber arus yang dibuat sendiri. Pada rangkaian ini terdapat sebuah pengatur arus menggunakan potensio untuk mengatur arus yang diinjeksikan ke dalam EC-Probe. Arus yang diatur dari sumber arus dapat ditentukan sesuai keinginan pengguna. Selain itu rangkaian ini juga berfungsi menjaga agar arus yang diinjeksikan tetap stabil. Sehingga respon keluaran tegangan diharapkan juga menjadi stabil.



Gambar 2. Skematik rangkaian elektronik sumber arus.

Rangkaian sumber arus ini dibuat pada Papan Rangkaian Tercetak (*Printed-Circuit Board – PCB*). Disain rangkaian dibuat terlebih dahulu pada software di PC Sebelum dicetak. Jika disain PCB telah selesai, disain yang dibuat dikirim ke tempat pembuatan PCB dan PCB akan selesai dalam bentuk fisik. Hasil disain sumber arus tersebut tampak pada Gambar 3.

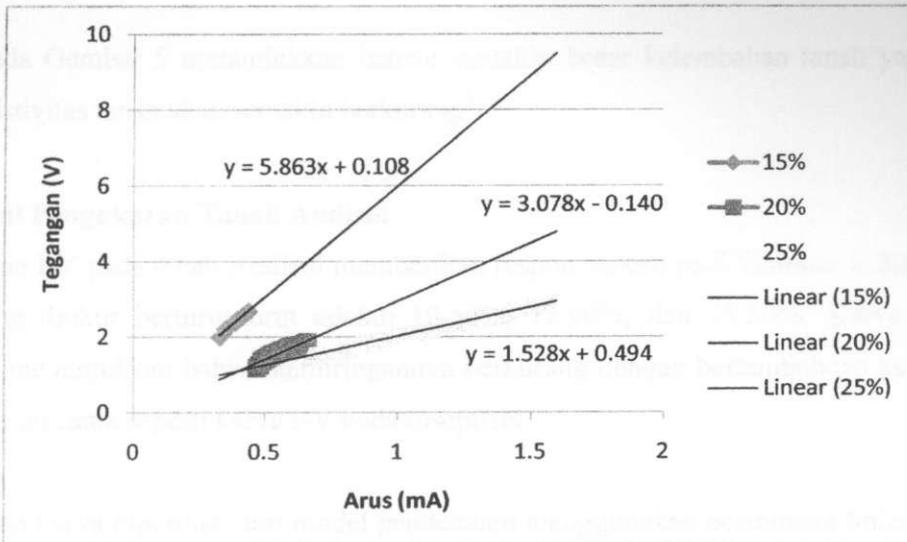


Gambar 3. Disain rangkaian sumber arus pada software.

Dari gambar tampak jalur-jalur pada PCB yang menghubungkan pin-pin pada komponen rangkaian sumber arus. Komponen utama dari sumber arus ini adalah IC LM317 yang mempunyai 3 pin (kaki).

4.2. Hasil Pengukuran Tanah Inseptisol

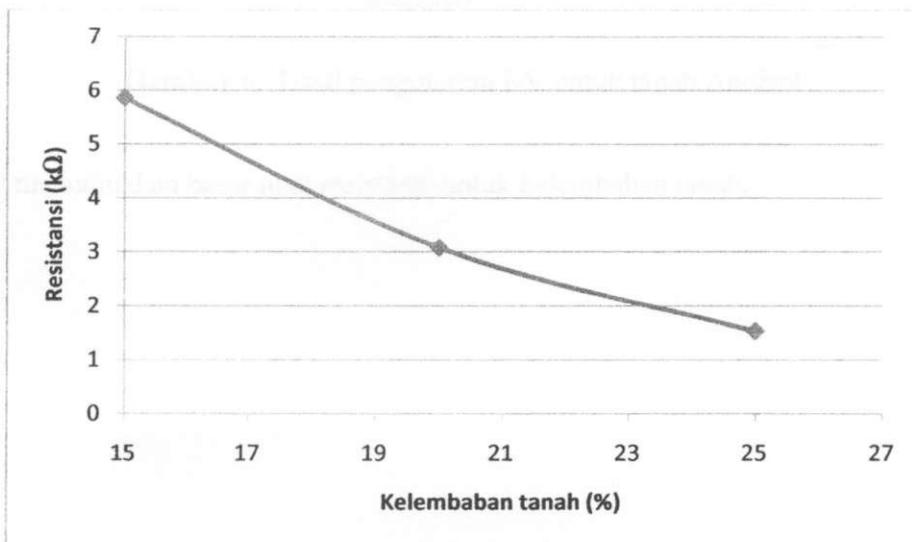
Pengukuran kelembaban tanah pada tahap awal dilakukan untuk tanah jenis Inseptisol. Pada pengukuran ini kelembaban tanah divariasikan untuk kelembaban 15%, 20%, dan 25%. Dari pengukuran tegangan yang diambil, diperoleh kurva seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil pengukuran I-V untuk tanah Inseptisol.

Dari Gambar 4 tampak bahwa masing-masing kurva membentuk kemiringan yang berbeda. Tanah Inseptisol dengan kelembaban 15% memiliki gradien yang paling besar, diikuti oleh tanah dengan kelembaban 20%, dan kemudian tanah dengan kelembaban 25%. Dari parameter yang diukur, gradien kurva tersebut merupakan $\Delta V / \Delta I = \Delta R$.

Dari fenomena di atas terlihat bahwa tanah dengan kelembaban yang rendah cenderung mempunyai resistivitas yang besar. Gambar 5 menunjukkan kurva kelembaban terhadap resistivitas tanah.



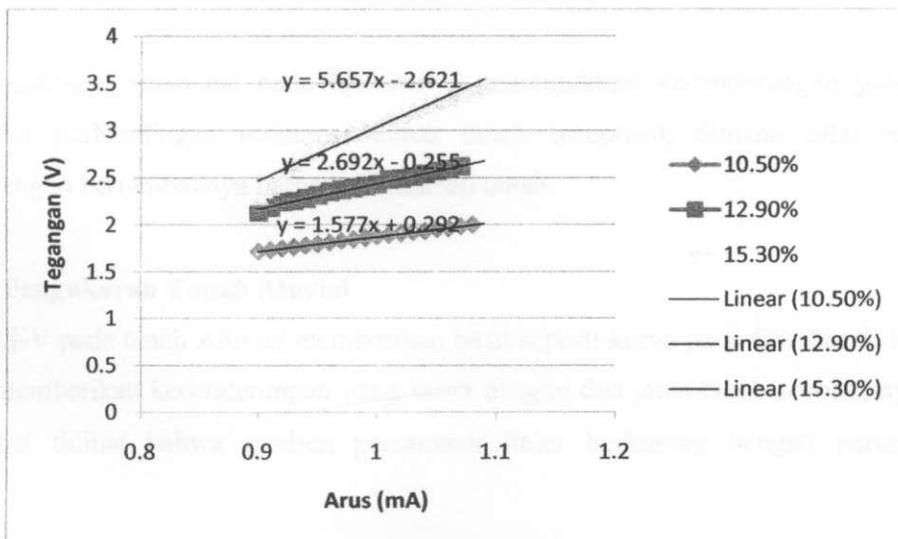
Gambar 5. Kurva resistansi terhadap kelembaban tanah untuk tanah Inseptisol.

Kurva pada Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin besar kelembaban tanah yang diukur maka resistivitas tanah akan semakin berkurang³.

3.3. Hasil Pengukuran Tanah Andisol

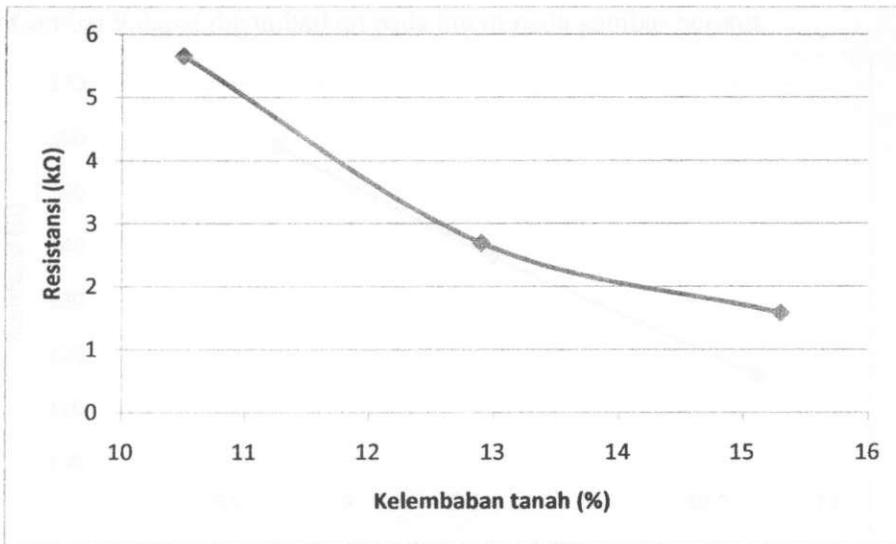
Pengukuran I-V pada tanah Andisol memberikan respon seperti pada Gambar 6. Kelembaban tanah yang diukur berturut-turut adalah 10.50%, 12.90%, dan 15.30%. Kurva I-V pada gambar 5 menunjukkan bahwa kemiringannya berkurang dengan bertambahnya kelembaban. Fenomena ini sama seperti kurva I-V pada inseptisol.

Kemiringan kurva diperoleh dari model pendekatan menggunakan persamaan linier, sehingga kemiringan dapat langsung diketahui dari gradien persamaan linier tersebut.



Gambar 6. Hasil pengukuran I-V untuk tanah Andisol

Gambar 7 menunjukkan besar nilai resistansi untuk kelembaban tanah.

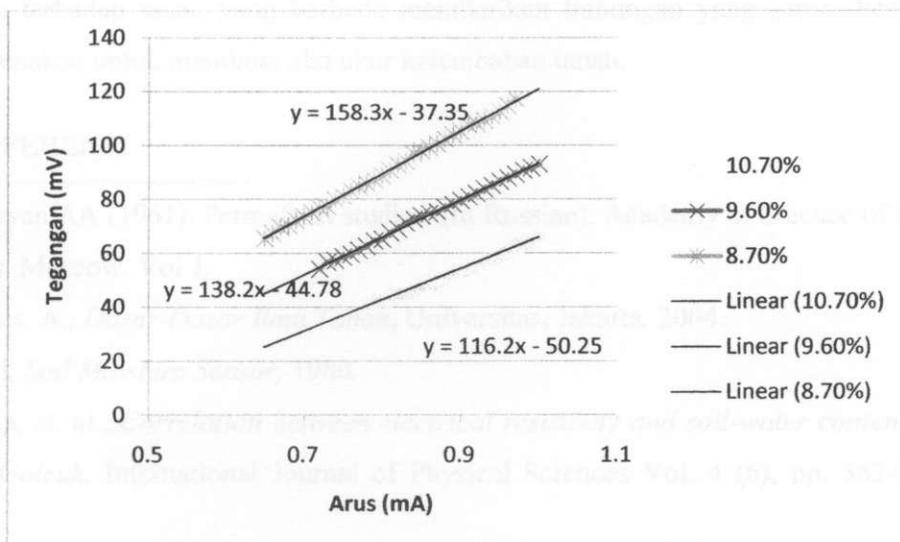


Gambar 7. Kurva resistansi terhadap kelembaban tanah untuk tanah Andisol.

Kurva perbandingan resistansi pada Gambar 7 menunjukkan kecenderungan yang sama dengan kurva perbandingan resistansi untuk tanah Inseptisol, dimana nilai resistansi berkurang dengan bertambahnya harga kelembaban tanah.

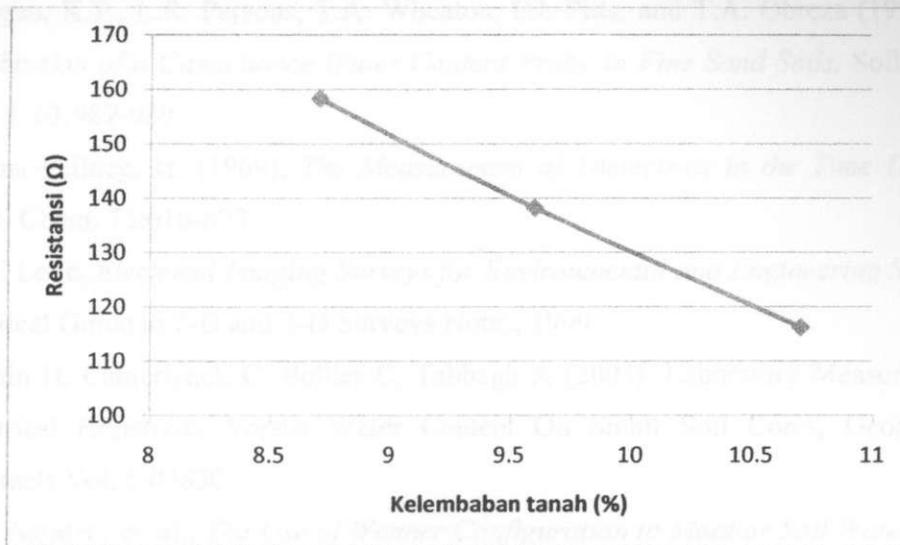
3.4. Hasil Pengukuran Tanah Aluvial

Pengukuran I-V pada tanah Aluvial memberikan hasil seperti kurva pada Gambar 8. Kurva I-V ini juga memberikan kecenderungan yang sama dengan dua jenis tanah sebelumnya. Dari gambar dapat dilihat bahwa gradien persamaan linier berkurang dengan penambahan kelembaban.



Gambar 8. Hasil pengukuran I-V untuk tanah Aluvial.

Gradien dari Gambar 9 dapat digambarkan pada kurva pada gambar berikut.



Gambar 9. Kurva resistansi terhadap kelembaban tanah untuk tanah Aluvial.

V. KESIMPULAN

Penelitian telah dilakukan dengan baik dan berjalan dengan lancar. Pembuatan sumber arus telah berhasil dilakukan, pengujian sumber arus memberikan keluaran arus konstan yang dapat diatur mulai dari 1mA sampai 125mA. Hasil pengukuran tegangan akibat adanya arus yang diinjeksikan pada probe memberikan hubungan antara resistivitas tanah dengan kelembaban tanah. Hubungan ini menggambarkan bahwa hambatan tanah berbanding terbalik dengan kadar air atau kelembaban.

Pengujian terhadap tanah yang berbeda memberikan hubungan yang sama. Fenomena ini dapat digunakan untuk membuat alat ukur kelembaban tanah.

VI. REFERENSI

- [1] Ananyan AA (1961). Permafrost studies. (In Russian). Academy of Science of USSR Press. Moscow. Vol 1.
- [2] Kemas, A., *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, Universitas, Jakarta, 2004.
- [3] Hillel, *Soil Moisture Sensor*, 1980.
- [4] Ozcep, et. al., *Correlation between electrical resistivity and soil-water content: Istanbul and Golcuk*, International Journal of Physical Sciences Vol. 4 (6), pp. 362-365, June, 2009.

-
- [5] Morgan, K.T., L.R. Parsons, T.A. Wheaton, DJ. Pitts, and T.A. Obreza (1999), *Field Calibration of a Capacitance Water Content Probe in Fine Sand Soils*, Soil Sci. Soc. Am. J. 63:987-989.
- [6] Fellner-Felldge, H. (1969), *The Measurement of Dielectrics in the Time Domain*, J. Phys. Chem. 73:616-623.
- [7] M.H. Loke, *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies*, A Practical Guide to 2-D and 3-D Surveys Notes, 1999
- [8] Robain H, Camerlynck C, Bellier C, Tabbagh A (2003). Laboratory Measurements Of Electrical Resistivity Versus Water Content On Small Soil Cores, Geophys. Res. Abstracts Vol. 5-03830.
- [9] S.K. Agodzo, et. al., *The Use of Wenner Configuration to Monitor Soil Water Content*, Lecture Notes, 2003