

RANCANG BANGUN ALAT UKUR RESISTIVITAS TANAH SEBAGAI ALAT BANTU MENGETAHUI INDIKATOR KUALITAS TANAH UNTUK TANAMAN PADI

Dariska Kukuh Wahyudianto¹, Rika Rokhana², Eru Puspita²

¹Penulis, Mahasiswa Jurusan Teknik Elektronika PENS - ITS

²Dosen Pembimbing, Staf Pengajar di Jurusan Teknik Elektronika PENS - ITS

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Electronics Engineering Polytechnic Institute of Surabaya

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, INDONESIA

Tel: +62 (31) 594 7280; Fax: +62 (31) 594 6114

email : d4risk4@gmail.com

Abstrak— Kualitas tanah sangat penting diketahui oleh petani sebelum melakukan penanaman padi. Dikarenakan kualitas tanah akan berpengaruh pada kesuburan tanaman padi dan kecocokan untuk menanam tanaman padi di lahan pertanian itu. Namun saat ini petani kita belum memiliki indikator dalam mengetahui tingkat kualitas tanah. Petani kita hanya menggunakan metode kira-kira dan pengalaman saja dalam proses penanaman padi.

Sehubungan dengan hal diatas maka dibuat alat yang dapat mengetahui indikator tingkat kualitas tanah dengan menggunakan parameter resistivitas tanah. Untuk mengetahui nilai resistivitas tanah, alat ini memakai 4 buah sensor logam tembaga dirangkai dengan metode 4 titik wenner. Saat pengukuran sepasang sensor logam tembaga terluar dialiri sumber arus mengakibatkan terjadi beda potensial di sepasang sensor logam tembaga yang terletak ditengah. Agar nilai beda potensial yang diperoleh dapat dibaca oleh mikrokontroler maka dimasukkan ke rangkaian amplifier instrument yang berfungsi sebagai buffer. Sedangkan untuk mengubah data dari sensor berupa data analog menjadi data digital digunakan ADC (*Analog Digital Converter*) internal yang terdapat didalam Atmega 32 Selanjutnya data digital tersebut diolah oleh mikrokontroler Atmega 32.

Setelah diolah di mikrokontroler Atmega 32, data akan ditampilkan di layar LCD 2X16. Data yang ditampilkan berupa nilai resistivitas tanah (Ω m), jenis tanah, dan tingkat kualitas tanah. Dengan nilai resistivitas tanah yang diperoleh dapat diketahui apakah tanah tersebut cocok (baik) atau tidak cocok (buruk) untuk ditanami tanaman padi. Diharapkan dengan alat ini para petani dapat mengetahui resistivitas tanah sebagai salah satu indikator tingkat kualitas tanah sehingga bisa meningkatkan produksi pertanian.

Kata Kunci : *Resistivitas tanah, Sensor, 4 titik wenner, Sumber Arus, Beda Potensial, Amplifier Instrument, Buffer, Mikrokontroler, ADC, Atmega 32, LCD 2X16.*

I. PENDAHULUAN

Kualitas tanah sangat penting diketahui oleh petani sebelum melakukan penanaman padi. Karena kualitas tanah akan berpengaruh pada kesuburan tanaman padi dan kecocokan untuk menanam padi di lahan pertanian itu. Namun saat ini petani kita belum memiliki indikator dalam mengetahui tingkat kualitas tanah. Petani kita hanya menggunakan metode kira-kira dan pengalaman saja dalam proses penanaman padi.

Penggunaan metode pengalaman dan kira-kira ini bisa menyebabkan penurunan kualitas tanah bahkan bisa menyebabkan tanah sawahnya menjadi tidak subur.

Kualitas tanah dapat diketahui melalui sifat tanah yaitu sifat kimia tanah, dan sifat fisik tanah. Sifat kimia tanah meliputi : ph tanah, kandungan fosfor, kandungan bahan organik (BO). Sedangkan sifat fisik tanah berupa : tekstur, permeabilitas, resistivitas tanah, dan kedalaman tanah [6].

Pada tugas akhir ini direncanakan dibuat sebuah alat yang bisa mengetahui kualitas tanah dengan menggunakan parameter resistivitas tanah. Resistivitas tanah digunakan sebagai parameter kualitas tanah dikarenakan resistivitas tanah merupakan parameter yang populer, dan efektif sebagai salah satu indikator mengetahui kualitas tanah [8].

II. DASAR TEORI

A. TANAH SAWAH

Tanah sawah adalah tanah yang digunakan untuk bertanam padi sawah, baik terus-menerus sepanjang tahun maupun bergiliran dengan tanaman palawija. Istilah tanah sawah bukan merupakan istilah taksonomi, tetapi merupakan istilah umum seperti halnya tanah hutan, tanah perkebunan, tanah perkebunan dan sebagainya [6]. Tanah sawah dapat berasal dari tanah kering yang diairi kemudian disawahkan, atau dari tanah rawa-rawa yang “dikeringkan” dengan membuat saluran-saluran drainase (Prasetyo dkk, 2004).

Menurut Lahuddin dan Muklis (2006) tanah sawah (*Paddy Soil*) merupakan tanah yang dikelola sedemikian rupa untuk budidaya tanaman padi sawah, dimana pada umumnya dilakukan penggenangan selama atau sebahagian dari masa pertumbuhan padi. Tergolong sebagai tanah tergenang (*wetland Soil*), namun agak berbeda dari tanah rawa (*Mars Soils*) atau tanah terendam (*Waterlogged Soils*) ataupun tanah subaquatic (*Subaquatic Soils*) dalam hal pengelolannya karena tidak terus menerus digenangi, disebut juga sebagai *Wetland Rice Soils*. Ciri khas tanah sawah atau *paddy soils* yang membedakan dengan tanah tergenang lainnya, adalah lapisan oksidasi dibawah permukaan air akibat difusi O₂ setebal 0.8 – 1,0 cm, selanjutnya lapisan reduksi setebal 25-30 cm dan diikuti oleh lapisan tapak bajak yang kedap air. Selain itu selama pertumbuhan tanaman padi akan terjadi sekresi O₂ oleh akar tanaman padi yang menimbulkan kenampakan yang khas pada tanah sawah. Pengelolaan tanah ini meliputi (i) perataan lahan dan pembuatan pematang, (ii) pelumpuran, tanah dicangkul dan dihaluskan dalam jenuh air, (iii) penggenangan tanah dengan air setinggi 5–10 cm selama 4–5 bulan, (iv) drainase air dan pengeringan lahan pada saat panen dan (v) penggenangan kembali setelah interval waktu sekitar beberapa minggu hingga 8 bulan.

B. TANAMAN PADI SAWAH

Tanaman padi termasuk golongan tanaman setahun / semusim. Bentuk batangnya bulat dan berongga, daunnya memanjang seperti pita yang berdiri pada ruas-ruas batang yang mempunyai malai yang terdapat pada ujung batang. Padi (*Oriza sativa*) tumbuh baik didaerah tropis, untuk padi sawah ketersediaan air sangat penting maka tanah sawah harus memiliki kemampuan menahan air yang tinggi seperti tanah lempung [6].

Syarat tumbuh tanaman padi :

1. Iklim

- Curah hujan yang baik 200 mm/bulan atau lebih, dan untuk pertahun 1500-2000 mm.
- Temperatur (suhu) antara > 23 °C.

- Tinggi tempat antara 0-650 meter dpl dengan suhu 22,5 °C – 26,5°C dan juga masih bias antara 650 – 1500 m dpl dengan suhu 18,7 °C – 22,5°C.
- Sinar matahari diperlukan untuk fotosintesis.
- Angin diperlukan untuk penyerbukan dan pemuahan.

2. Keadaan Tanah

- Tekstur tanah yang diperlukan pada padi sawah dituntut adanya lumpur.
- pH tanah antara 5 – 6.5 (Foth, 1990).

C. TAHANAN JENIS TANAH

Tahanan jenis tanah yang akan menentukan impedansi pertanahan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang meliputi temperatur, gradien tegangan, besar arus, kandungan air dan bahan kimia, kelembaban serta cuaca [3]. Untuk mengetahui harga tahanan jenis tanah yang akurat diperlukan pengukuran secara langsung pada lokasi, karena struktur tanah yang sesungguhnya tidak sesederhana yang diperkirakan, untuk setiap lokasi yang berbeda mempunyai hambatan jenis tanah yang tidak sama (Hutauruk, 1991). Faktor keseimbangan antara tahanan dan kapasitansi disekelilingnya adalah tahanan jenis tanah yang direpresentasikan dengan p.

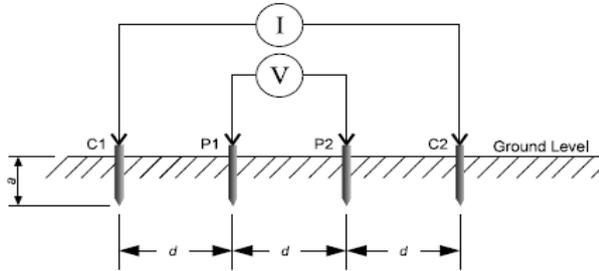
Tabel 2.1 Pengaruh Jenis Tanah dengan Resistivitas Tanah[3]

Jenis Tanah	Resistivitas Tanah (Ω m)
Kalkopirit, bornit, pirit, galena, magnetite	0.000001 ~ 0.01
Tanah rawa	10 – 40
Tanah padi berupa tanah liat dan rawa	10 – 150
Tanah pertanian berupa tanah liat	10 – 200
Tanah gambut, lempung, dan lumpur	5- 250
Campuran tanah liat dan pasir	200 – 400
Tanah Kapur	50 – 150
Tanah pasir dengan kelembaban 90 %	130
Tanah pasir dengan kelembaban normal	300 – 800
Campuran tanah liat dan kerikil	50 – 400
Tanah liat, tanah lumpur	5 – 250
Kerikil basah	500
Pasir dan kerikil kering	1000
Tanah berbatu	3000
Pegunungan	200-2000
Solid granit	10.000 – 50.000
Tanah abu	3,5

D. TEKNIK PENGUKURAN TAHANAN JENIS TANAH

Metode 4 Titik Wenner

Untuk mengukur hambatan jenis tanah pada umumnya digunakan metode empat buah titik elektroda atau metode von Werner, (Blattner, 1982) seperti ditunjukkan pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 2.1. Metode 4 titik Wenner [5]

Dalam Metode Wenner, ke empat elektroda untuk masing-masing tes diregangkan dengan setiap pemasangan masing-masing berukuran sama secara berdekatan. Susunan Wenner mempunyai dua perspektif pelaksanaan. Pada sisi negatifnya metode ini membutuhkan kabel yang panjang, elektroda yang besar dan setiap jarak renggangnya membutuhkan satu orang per elektroda untuk melengkapi penelitian sesuai dengan waktu yang dibutuhkan. Dan juga karena ke empat elektroda yang dipindahkan itu mudah terbaca dengan berbagai macam pengaruh.

Sedangkan sisi positifnya susunan ini sangat cocok dan efisien untuk mengetahui perbandingan tegangan yang masuk per unitnya dari arus yang mengalir. Tahanan Jenis Tanah dengan metode Wenner dapat dihitung dengan persamaan :

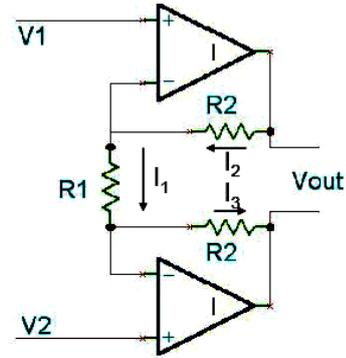
$$\rho_a = \frac{4\pi a R}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}}$$

Dimana :

- ρ_a = Tahanan Jenis Tanah [$\Omega \cdot m$]
- R = tahanan yang terukur [Ω]
- a = jarak antara elektroda [m]
- b = elektroda yang tertanam [m]

E. AMPLIFIER INSTRUMENTASI

Penguat ini merupakan penguat serba guna dan bermanfaat yang terdiri atas tiga op-amp dan tujuh buah tahanan. Rangkaian ini tersusun atas rangkaian penguat differensial dan penguat non inverting.



Gambar 2.2 Rangkaian penguat non inverting [11]

Analisis rangkaian penguat non inverting dapat diuraikan sebagai berikut. Dengan menganggap op-amp tersebut ideal, maka persamaan arus pada simpul masukan negatif op-amp yang atas dapat dituliskan :

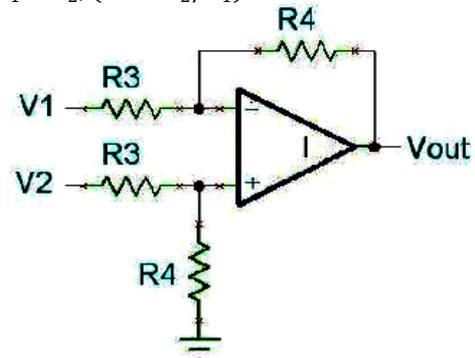
$$I_1 = (V_1 - V_2)/R_1 \dots\dots\dots (1)$$

$$I_1 = I_2 = I_3 \dots\dots\dots (2)$$

Hukum kirchoff's tegangan menyebutkan bahwa

$$V_{out} = (R_1 + 2R_2)(V_1 - V_2)/R_1 \dots\dots\dots (3)$$

$$V_{out} = (V_1 - V_2)(1 + 2R_2/R_1) \dots\dots\dots (4)$$



Gambar 2.3 Rangkaian penguat differensial [11]

Rangkaian penguat differensial dapat dianalisa dengan penguraian sebagai berikut

$$V_- = V_+ = V_2 R_4 / (R_3 + R_4) \dots\dots\dots (5)$$

$$(V_1 - V_-) / R_3 = (V_- - V_{out}) / R_4 \dots\dots\dots (6)$$

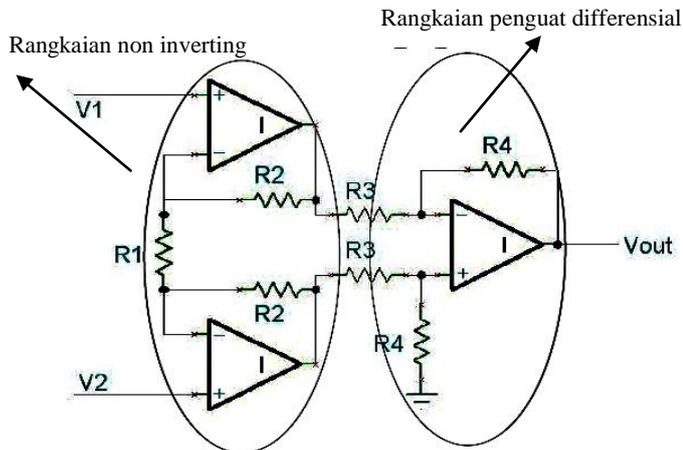
Masukkan nilai $V_2 R_4 / (R_3 + R_4)$ persamaan (5) pada nilai V_- persamaan (6)

$$(V_1 - V_2 R_4 / (R_3 + R_4)) / R_3 = ((V_2 R_4 / (R_3 + R_4)) - V_{out}) / R_4 \dots\dots (7)$$

$$-V_{out} \times R_3 = (V_1 \times R_4) - (V_2 \times R_4) (R_3 \times R_4) / (R_3 \times R_4) \dots\dots (8)$$

$$-V_{out} \times R_3 = (V_1 \times R_4) - (V_2 \times R_4) \dots\dots\dots (9)$$

$$V_{out} = (V_1 - V_2) \times R_4 / R_3 \dots\dots\dots (10)$$



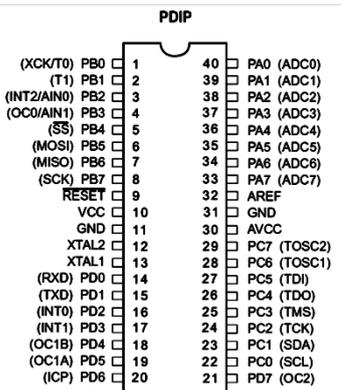
Gambar 2.4 Rangkaian amplifier instrumentasi [11]

Gambar 7. Merupakan gambar rangkaian amplifier instrumentasi yang merupakan gabungan 2 buah rangkaian yaitu rangkaian penguat differensial dasar dan rangkaian penguat non inverting. Untuk mengatur penguatan yang diinginkan diatur dengan mengubah-ubah nilai R_1 [11]. Rumusan dari penguat instrumentasi adalah sebagai berikut :

$$V_{out} = -(V_1 - V_2)(1 + 2 R_2/R_1) (R_4/R_3) \dots\dots\dots (11)$$

F. MIKROKONTROLER ATMEGA 32

Dalam perancangan tugas akhir ini penulis akan menggunakan mikrokontroler Atmega32. Mikrokontroler yang akan dihubungkan secara serial ke PC (*Personal Computer*), sehingga data yang dikirim dari PC tersebut dapat diolah oleh mikrokontroler Atmega 32 [4].



Gambar 2.5 Skema Atmega32 [4]

III. PENGUJIAN DAN ANALISA

3.1 Pengujian Berbagai Jenis Tanah

Pengujian alat dilakukan pada beberapa jenis tanah, dengan tujuan untuk mengetahui berapa nilai resistivitas tanah tersebut. Pengujian ini dilakukan pada tanah sawah, pasir, tanah merah (pegunungan), tanah pasir, dan tanah grassak

(padas). Dilakukan selama 10 kali pengujian tiap tanah dengan letak tempat berbeda-beda.



Gambar 3.1 Pengujian pada tanah sawah

Tujuan :

- a. Untuk mengetahui nilai resistivitas untuk beberapa jenis tanah

Peralatan :

- a. Alat ukur resistivitas tanah sebagai alat bantu mengetahui indikator kualitas tanah untuk tanaman padi.
- b. 4 buah probe logam tembaga.
- c. 2 buah baterai DC kotak 9 Volt.

Persiapan :

- a. Siapkan alat dengan ke empat probe elektrode logam tembaga
- b. Tanam keempat elektrode kedalam tanah dengan jarak 8 cm dan kedalaman 8 cm.
- c. Amati dan tulis nilai resistivitas tanah yang muncul pada layar LCD 2x16.

Hasil Pengujian :

Tabel 3.1.1 Pengujian resistivitas berbagai jenis tanah

No	Jenis Tanah	Resistivitas Tanah ($\Omega.m$)
1	Tanah sawah	3,14
		5,49
		6,27
		3,92
		7,06
		8,63
		2,35
		5,49
2	Tanah pegunungan (datosol)	258,82
		250,98
		298,04
		258,82
		290,20
		352,10
		258,82
		258,82

Table 3.1.2 Pengujian resistivitas berbagai jenis tanah (lanjutan)

3	Tanah Pasir	274,51
		705,88
		549,02
		627,45
		549,02
		1098,04
		941,18
		1098,04
		549,45
		549,02
		705,32
		627,45
4	Tanah grasak (padas)	423,53
		478,43
		462,75
		407,84
		368,88
		525,49
		431,37
		400,00
		352,94

AnalisaData :

Setelah melakukan pengujian alat terhadap berbagai jenis tanah diperoleh data bahwa setiap jenis tanah mempunyai nilai resistivitas tanah yang berbeda-beda. Nilai resistivitas tanah selain dipengaruhi oleh kandungan kimia, tekstur tanah, juga dipengaruhi oleh kadar air yang ada dalam tanah. Untuk mengetahui pengaruh kadar air terhadap nilai resistivitas tanah dilakukan pengujian 3.2.

3.2 Pengujian Tanah dengan Kadar Air Diubah-ubah

Untuk pengujian 3.2 dilakukan pengujian resistivitas tanah dengan kadar air yang diubah-ubah dari keadaan tanah kering sampai tanah dengan kadar air 80%. Pengujian ini dilakukan pada jenis tanah sawah yang berasal dari daerah surabaya timur, tanah datosol (tanah merah pegunungan). Jarak dan kedalaam probe pada pengujian ini dibuat 8 cm dan 8 cm.



Gambar 3.2 Pengujian Tanah sawah dengan kadar air diubah

Tujuan :

- a. Untuk mengetahui pengaruh kadar air terhadap resistivitas tanah

Peralatan :

- a. Alat ukur resitivitas tanah sebagai alat bantu mengetahui indikator kualitas tanah untuk tanaman padi.
- b. 4 buah probe logam tembaga.
- c. 2 buah baterai DC kotak 9 Volt.
- d. 4 buah jenis tanah dalam wadah
- e. 1 buah Gelas ukur.

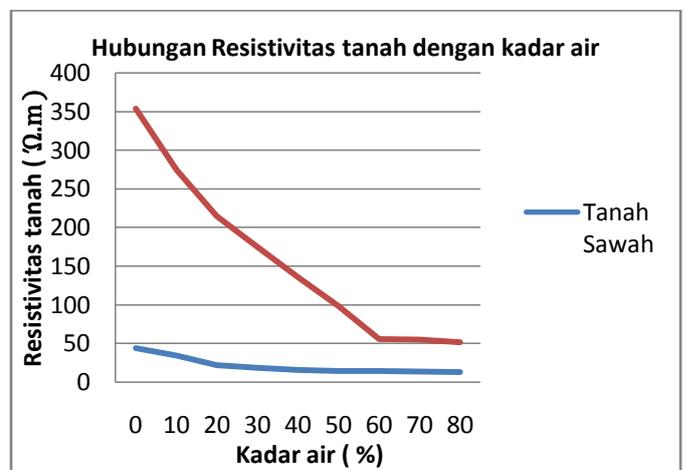
Persiapan :

- a. Jenis tanah dalam wadah ditambah air dengan menggunakan gelas ukur sesuai dengan kadar air yang diinginkan
- b. Siapkan alat dengan ke empat probe elektrode logam tembaga
- c. Tanam keempat elektrode kedalam tanah dengan jarak 8 cm dan kedalaman 8 cm.
- d. Amati dan tulis nilai resistivitas tanah yang muncul pada layar LCD 2x16.

Hasil Pengujian :

Tabel 3.2 Pengujian resistivitas tanah dengan kadar air diubah-ubah

No	Kadar Air (%)	Resistivitas tanah ($\Omega.m$)	
		Tanah Sawah	Tanah Datosol (Pegunungan)
1	0	43,80	353,98
2	10	34,18	275,11
3	20	22,12	214,59
4	30	18,35	174,78
5	40	15,53	135,48
6	50	14,47	98,45
7	60	14,19	56,11
8	70	13,27	55,42
9	80	12,83	51,77



Gambar 3.3 Hubungan resistivitas dengan kadar air

Analisa Data :

Setelah melakukan pengujian resistivitas tanah dengan menambahkan kadar air yang berbeda beda diperoleh data yaitu hubungan resistivitas tanah dengan kadar air berbanding terbalik, semakin besar nilai resistivitas tanahnya maka kadar airnya semakin rendah, dan sebaliknya semakin kecil nilai resistivitas tanahnya kadar airnya semakin besar, hubungannya terlihat pada gambar grafik 4.12. Nilai resistivitas tanah sawah dengan tanah pegunungan (datosol) diperoleh nilai yang berbeda meskipun dengan kadar air yang diubah-ubah. Hanya nilainya mendekati saat tanah sawah dengan kadar air 0 % (kering) sebesar 43,80 Ω .m dan tanah pegunungan (datosol) dalam keadaan kadar air 80 % sebesar 51,77 Ω .m. Sehingga melihat tabel pengujian 4.9 diatas, alat ini tidak terlalu terpengaruh dengan kadar air, dan dalam proses pengukuran alat ini langsung bisa digunakan dilapangan tidak perlu dilakukan prosedur khusus dalam proses pengukurannya.

III. KESIMPULAN

Setelah melakukan perencanaan dan pembuatan sistem kemudian dilakukan pengujian dan analisisnya, ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari sistem alat ukur resistivitas tanah sebagai alat bantu mengetahui kualitas tanah untuk tanaman padi, antara lain :

1. Sensor yang baik untuk proyek akhir ini adalah logam tembaga dengan nilai konduktivitas $5,7 \times 10^7$ σ ,S/m, dengan jarak antara elektrode 8 cm dan kedalaman 8 cm dengan posisi elektrode lurus. Disusun dengan menggunakan metode 4 titik wenner.
2. Alat ukur resistivitas tanah sebagai alat bantu mengetahui kualitas tanah untuk tanaman padi ini kebal terhadap kadar air sehingga bisa langsung digunakan untuk pengukuran resistivitas tanah dilapangan, tidak perlu dilakukan prosedur khusus dalam proses pengukuran.
3. Alat ukur resistivitas tanah sebagai alat bantu mengetahui kualitas tanah untuk tanaman padi dapat mengetahui kualitas tanah dengan membandingkan nilai resistivitas tanah yang diukur dengan nilai resistivitas tanah kalibrasi yang kualitas tanahnya telah diuji dilaboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Janardana, IGN. "Pengaruh Umur Pada Beberapa Volume Zat Aditif Bentonit Terhadap Nilai Tahanan Pertanahan". Jurnal Teknologi Elektro Universitas Udayana., 2005.
- [2] http://www.electricalinstallation.org/wiki/Installationand_measurement_of_earth_electrodes, 6 Januari 2010, jam 20.45 WIB.
- [3] Kizlo, Marina & Kanbergs, Arvids. "The cause of the parameters changes of soil resistivity". International Scientific Conference on Power and Electrical ECT-2009, 2009.
- [4] http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/.../Atmega 32, 10 Oktober 2010, jam 18:45 WIB.
- [5] <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/16370/4/Chapter%20II.pdf>, 18 Oktober 2010, jam 07:21 WIB.
- [6] Muslimah, "Karakteristik dan Pengelolaan Tanah Sawah yang Terkena Bencana Tsunami Setelah 2,5 Tahun". Universitas Sumatera Utara, 2007.
- [7] Trinuarta, Endra, "Design Realization Of SoilParameters Measurmen Instrumentation". Fakultas Teknik Institut Teknologi Bandung, 2005.
- [8] Hartono, M.Sadikin & Yusraini M, "Alat Ukur Multi Fungsi untuk Parameter Pertanahan". Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II, 2008.
- [9] <http://community.myelectrical.com/wikis/myelectrical/wiki/earth/resistivity.aspx>, 17 Oktober 2010, jam 21.15 WIB.
- [10] Winoto,Ardi. "ATMega8/32/16/8535". Penerbit Informatika , 2008.
- [11] Robert F C & Frederick F D. "Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier", .1994.
- [12] http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/electronic/opamp_var2.html#c3, 22 september 2010, jam 21:15 WIB.
- [13] Supardi, Agus & Irawan, Toni. "Karakteristik Hambatan Jenis Tanah pada Gedung Psikologi UMS". Jurnal Teknik Elektro dan Emitor UMS, 2002.