

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KONSENTRASI TANAH HALUS DALAM AIR BERDASARKAN INTENSITAS CAHAYA

Design of Concentration Smooth Soil Instrument In Water Based On Light Intensity

Imam Sofi'i

Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung, Jl. Soekarno-Hatta, Rajabasa, Bandar Lampung 35144
e-mail: sasofii@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pengetahuan praktis untuk mengetahui besarnya konsentrasi tanah yang terlarut dalam air sungai sangat diperlukan. Hal ini berkaitan dengan tindakan pencegahan. Air sungai yang mengandung lumpur akibat erosi menunjukkan perubahan tingkat intensitas, yaitu air sungai yang banyak mengandung lumpur berwarna lebih gelap dibandingkan dengan air yang mengandung sedikit lumpur. Saat ini penentuan massa partikel tanah hasil erosi dilakukan di laboratorium dengan cara sedimentasi sehingga kurang praktis. Tujuan penelitian adalah untuk (1). Membuat model alat ukur konsentrasi tanah halus yang larut dalam air berdasarkan perbedaan intensitas cahaya menggunakan photodiode (2). Menguji kinerja alat yang dibuat dalam memprediksi konsentrasi tanah. Metode yang digunakan adalah dengan membuat peralatan elektronik menggunakan photodiode sebagai sensor cahaya. Photodiode yang digunakan ada 3 buah yang diletakkan pada bagian atas, tengah dan bawah untuk menangkap cahaya. Sumber cahaya yang digunakan adalah lampu LED infra merah. Bahan yang akan diuji diletakkan diantara sensor dan lampu LED. Dengan demikian maka cahaya yang diterima oleh sensor akan dipengaruhi oleh konsentrasi campuran air dan tanah. Hasil rancangan menunjukkan bahwa alat yang dibuat dapat digunakan untuk mengukur perubahan intensitas cahaya. Untuk mendapatkan besarnya konsentrasi tanah maka dilakukan dengan mengkonversinya menggunakan persamaan regresi yang telah diperoleh dari data percobaan.

Kata kunci : *Erosi, tanah, photodiode*

ABSTRACT

Appropriate instrument to measure concentration of soil dissolved in water river is necessary. This problem is related with precaution of soil erosion. River water that containing soil due to erosion affects its light intensity, river water containing a lot of soil is darker compared to water with few soil. At present soil mass in water due to erosion is measured through sedimentation in the laboratory which is not practical. The objective of this research is to (1) make model measuring instrument of concentration soil dissolved in water based on light intensity using photodiode sensor (2) Test performance of instrument made to predict soil concentration. Method is used by making electronic equipments utilizing photodiode as light sensor. Three photodiodes were used and placed at top, middle and under test tube to catch light. Light source used was lamp of LED infra red. Material that will be tested was placed between sensor and LED lamp. Therefore the light accepted by sensor will be influenced by mixture concentration of soil water. The design result indicates that instrument made is applicable to measure light intensity change. To obtain concentration level of soil water mixture is carried out by converting the results with equation of regression have been obtained from experiment data.

Keywords: *Erosion, soil, photodiode*

PENDAHULUAN

Tanah merupakan bagian permukaan bumi yang sangat penting bagi kehidupan. Dalam bidang pertanian tanah merupakan tempat tumbuhnya tanaman yang akan dibudidayakan. Tanah bagian atas atau disebut juga top soil merupakan tanah yang subur dan banyak mengandung bahan organik.

Tanah lapisan atas cenderung mudah terkikis akibat pengaruh manusia maupun alam. Pengaruh alam yang menyebabkan terkikisnya tanah lapisan atas disebabkan oleh angin, air maupun penyebab alam lainnya. Kehilangan lapisan tanah ini disebut dengan istilah erosi. Arsyad (1983) dalam Utomo (1989) menyatakan bahwa erosi adalah suatu peristiwa hilang atau terkikisnya tanah atau bagian tanah dari suatu tempat yang terangkut ke tempat lain baik oleh air maupun angin.

Terjadinya erosi dapat dilihat secara visual yaitu pada saat hujan dimana air sungai menjadi keruh berwarna kuning kecoklatan. Semakin keruh warna air sungai tersebut menunjukkan semakin tingginya jumlah tanah yang terlarut di dalamnya. Akibat dari erosi antara lain adalah hilangnya lapisan subur tanah pertanian, pendangkalan waduk atau bendungan, terjadinya banjir dan sebagainya. Semua akibat dari erosi tersebut adalah merugikan.

Pengetahuan praktis untuk mengetahui besarnya tanah yang terlarut dalam air sungai sangat diperlukan. Hal ini berkaitan dengan tindakan pencegahan dan penanggulangannya. Saat ini penentuan massa partikel tanah akibat erosi dilakukan di laboratorium dengan cara sedimentasi (pengendapan) contoh air yang mengandung partikel tanah. Penentuan dengan cara ini memerlukan waktu yang cukup lama terutama jika partikel tanah yang larut sangat halus dan contoh air yang dianalisa cukup banyak.

Air sungai yang mengandung lumpur akibat erosi menunjukkan perubahan tingkat intensitas cahaya, dimana air sungai yang banyak mengandung lumpur berwarna lebih gelap (intensitas cahayanya rendah) dibandingkan dengan air yang mengandung sedikit lumpur (intensitas lebih terang). Intensitas cahaya merupakan tingkat kekuatan cahaya. Cahaya dengan intensitas tinggi memberikan cahaya yang terang sedangkan cahaya dengan tingkat intensitas rendah memberikan cahaya yang gelap.

Komponen elektronika yang mempunyai tingkat kepekaan terhadap perubahan disebut sensor. Menurut Sarwono dan Sutedjo (1992), sensor didefinisikan sebagai suatu peralatan yang dapat menangkap perubahan rangsangan fisik dan merubahnya menjadi sinyal yang dapat diukur atau dicatat. Komponen elektronika yang peka terhadap perubahan cahaya adalah sensor cahaya. Sensor cahaya yang dapat digunakan antara lain adalah sensor foto sel, foto dioda dan foto transistor (McClure, 1987 dan Doebelin, 1990).

Dengan melihat permasalahan di atas maka melalui penelitian ini akan dikembangkan suatu alat praktis dengan menggunakan sensor cahaya yang mampu untuk menentukan besarnya konsentrasi tanah yang larut dalam air berdasarkan perbedaan intensitas cahaya. Tujuan penelitian adalah (1). Membuat model alat ukur konsentrasi tanah halus yang larut dalam air berdasarkan perbedaan intensitas cahaya menggunakan photodiode, dan (2). Menguji kinerja alat yang dibuat dalam memprediksi jumlah konsentrasi tanah yang terlarut.

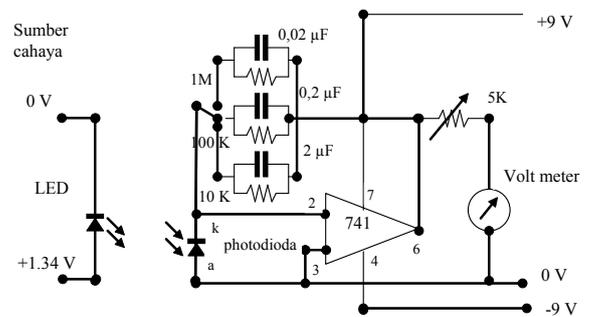
METODE PENELITIAN

Pendekatan Desain

Alat pengukur konsentrasi tanah dibuat menggunakan beberapa komponen elektronika. Bagian alat yang sangat mempengaruhi keberhasilan adalah pada bagian sensor. Pada penelitian ini sensor cahaya yang digunakan adalah photodiode.

Photodiode termasuk kelompok dioda dimana hanya dapat dilewati arus satu arah tetapi sulit dilewati dalam arah yang berlawanan. Pada arah yang sulit ini dapat berubah dengan adanya perubahan intensitas cahaya. Photodiode mempunyai karakteristik bahwa perubahan intensitas cahaya yang mengenainya sebanding dengan perubahan arus apabila tegangan konstan (Plant dan Stuart, 1983).

Rangkaian elektronika yang digunakan dalam penelitian ini adalah rangkaian sensor cahaya seperti terlihat pada Gambar 1. Pada rangkaian ini digunakan penguat tegangan tipe umpan balik inversi menggunakan IC 741. Pengukuran tegangan akibat perubahan intensitas cahaya ditampilkan pada *display* peraga. *Display* peraga yang digunakan adalah volt meter *digital*. Penggunaan *display* peraga digital bertujuan untuk ketelitian pembacaan



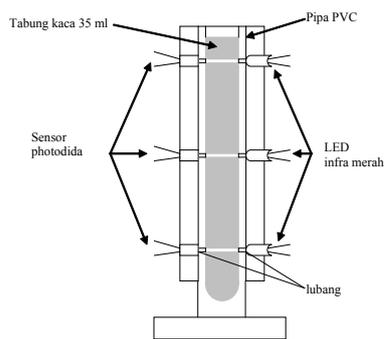
Gambar 1. Rangkaian sensor cahaya (Zam, 2003)

Pendekatan Struktural

Secara keseluruhan model alat (rangkain elektronik) yang dibuat terdiri dari beberapa bagian yaitu catu daya berupa adaptor arus DC, sumber cahaya berupa lampu LED infra merah, tempat campuran air dan tanah terbuat dari gelas atau

tabung kaca 35 ml, bagian pendeteksi tingkat gelap terang berupa rangkaian elektronik yang menggunakan sensor cahaya (photodiode) dan output berupa *display* peraga.

Dalam penelitian ini digunakan 3 buah rangkaian elektronik. Rangkaian elektronik yang pertama digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya pada bagian atas, rangkaian elektronik yang kedua digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya pada bagian tengah dan rangkaian elektronik yang ketiga digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya pada bagian bawah. Tujuan peletakan pada tempat yang berbeda adalah untuk melihat efektifitas sensor dalam merespon perubahan konsentrasi tanah. Penempatan objek, sensor dan sumber cahaya seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Penempatan lampu, sensor dan objek

Pendekatan Fungsional

Masing-masing bagian yang menyusun alat mempunyai fungsi, yaitu : Lampu berfungsi sebagai sumber cahaya utama yang mempengaruhi kinerja sensor cahaya. Gelas atau tabung kaca berfungsi sebagai tempat campuran air dan tanah yang akan diukur tingkat gelap dan terangnya. Bagian pendeteksi tingkat gelap terang atau sensor cahaya berfungsi untuk menangkap cahaya yang telah melewati gelas atau tabung kaca. Bagian output berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran oleh sensor berupa tampilan angka-angka.

Pengujian

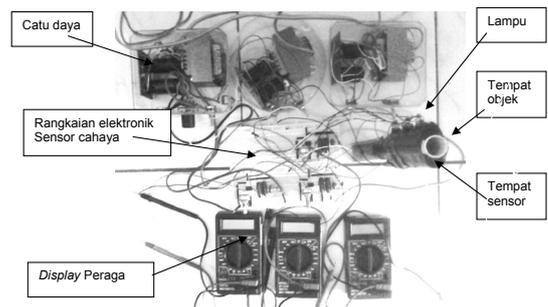
Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi uji sensor dalam mendeteksi perubahan intensitas cahaya dan uji alat secara keseluruhan dalam mendeteksi jumlah tanah halus dalam air akibat pengaruh perubahan intensitas cahaya. Bahan yang digunakan untuk pengujian adalah tanah halus dengan ukuran lolos ayakan nomor 40 (ukuran lubang 0.425 mm), lolos ayakan nomor 60 (ukuran 0.250 mm), lolos ayakan nomor 100 (ukuran 0.150 mm), lolos ayakan nomor 200 (ukuran <0.074mm) dan lengser (<0.075 mm). Konsentrasi tanah yang digunakan untuk masing-masing ukuran tanah adalah 1 sampai dengan 15 gr/lit dengan interval 1 gr/lit. Tanah tersebut diperoleh dari endapan tanah yang berada di sekitar daerah aliran sungai (DAS).

Uji kepekaan (sensitifitas) alat yang dibuat menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Kepekaan (\%)} = \frac{\Delta \text{ output/output } 0}{\Delta \text{ input/input } 0} \dots\dots\dots (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagian besar alat yang dibangun berupa komponen elektronik yang terdiri dari beberapa bagian yaitu catu daya, rangkaian elektronik sensor cahaya, sumber cahaya (lampu LED infra merah), *display* peraga dan obyek yang akan diukur. Gambar alat hasil rancang bangun seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Foto alat hasil rancang bangun

Sumber listrik yang digunakan untuk rangkaian elektronik adalah listrik arus searah yang mempunyai tegangan positif, negatif dan ground (nol), hal ini diperlukan karena pada rangkaian yang dibuat membutuhkan tegangan negatif. Besarnya tegangan yang diperlukan sebesar positif 9 V dan negatif 9 V. Sumber listrik yang digunakan untuk lampu LED infra merah menggunakan tegangan yang berbeda sebesar 1,34 V per lampu.

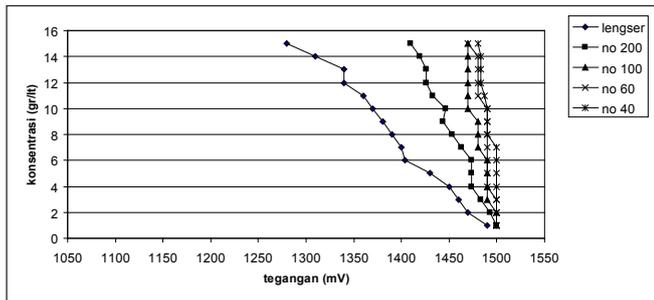
Rangkaian elektronik yang digunakan menggunakan photodiode sebagai sensor cahaya. Pemilihan photodiode sebagai sensor adalah karena memiliki linieritas yang tinggi dibanding sensor lainnya. Jenis photodiode yang digunakan jenis Silicon PN photodiode yang mampu mendeteksi cahaya pada panjang gelombang antara 400 nm – 1150 nm (Perkinelmer, 2008).

Sumber cahaya merupakan energi yang digunakan untuk mengaktifkan sensor photodiode. Sumber cahaya yang digunakan berupa LED infra merah. Jumlah LED yang digunakan masing-masing ada 3 buah.

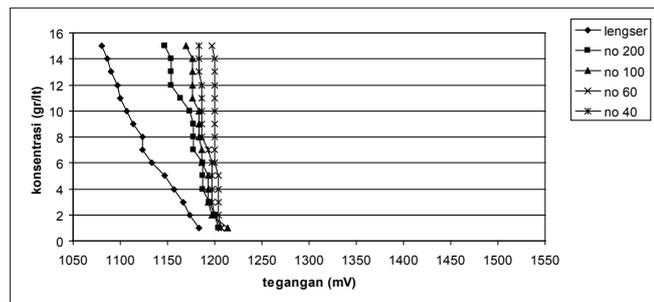
Alat peraga yang digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran akibat perubahan intensitas cahaya adalah multimeter digital. Penggunaan multimeter digital dimaksudkan untuk memudahkan pembacaan dan mengurangi kesalahan akibat pembacaan sehingga dapat memberikan hasil pembacaan yang teliti dibandingkan dengan multimeter analog. Output yang ditampilkan berupa tegangan yang diukur dalam satuan mili volt (mV).

Objek yang diukur berupa campuran tanah dan air dengan perbandingan tertentu yang diletakkan dalam tabung kaca 35 ml. Selanjutnya tabung tersebut diletakkan dalam pipa paralon yang diberi dua lubang, satu untuk tempat cahaya lampu masuk dan satu untuk tempat cahaya keluar yang ditangkap oleh sensor photodioda (lihat Gambar 2).

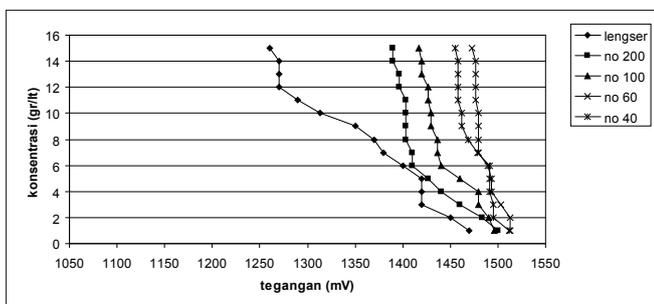
Pengukuran besarnya tegangan dilakukan pada bagian atas, bagian tengah dan bagian bawah. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7 sedangkan persamaan regresi masing-masing grafik dan kepekaan alat yang dibuat disajikan pada Tabel 1.



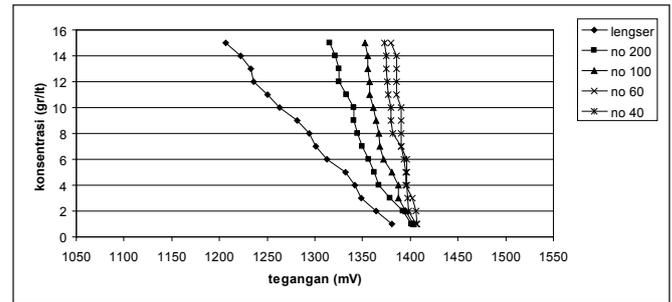
Gambar 4. Hubungan konsentrasi tanah vs tegangan dari sensor bagian atas



Gambar 5. Hubungan konsentrasi tanah vs tegangan dari sensor bagian tengah



Gambar 6. Hubungan konsentrasi tanah vs tegangan dari sensor bagian bawah



Gambar 7. Hubungan konsentrasi tanah vs tegangan dari rata-rata ketiga sensor

Tabel 1. Persamaan regresi hubungan konsentrasi tanah (m) terhadap tegangan output (v) dan sensitifitas alat pada masing-masing ukuran partikel tanah.

Posisi sensor	Ukuran tanah	Regresi	R ²	Sensitifitas sensor (%)
Atas	nomor 40	$m = -0.5381v + 811.13$	0.88	0.10
	nomor 60	$m = -0.4808v + 723.38$	0.86	0.14
	nomor 100	$m = -0.3778v + 567.68$	0.90	0.14
	nomor 200	$m = -0.1589v + 239.13$	0.98	0.43
	lengser	$m = -0.0729v + 109.5$	0.98	1.01
Tengah	nomor 40	$m = -0.5854v + 705.37$	0.89	0.14
	nomor 60	$m = -1.5955v + 1924.9$	0.74	0.06
	nomor 100	$m = -0.3841v + 463.54$	0.87	0.26
	nomor 200	$m = -0.2444v + 295.28$	0.97	0.34
	lengser	$m = -0.1324v + 156.94$	0.98	0.62
Bawah	nomor 40	$m = -0.2268v + 342.74$	0.90	0.27
	nomor 60	$m = -0.3017v + 456.49$	0.83	0.19
	nomor 100	$m = -0.1515v + 227.06$	0.88	0.38
	nomor 200	$m = -0.1148v + 171.15$	0.78	0.52
	lengser	$m = -0.0604v + 89.912$	0.97	1.02
Rata2	nomor 40	$m = -0.3908v + 549.89$	0.93	0.17
	nomor 60	$m = -0.5449v + 766.51$	0.91	0.14
	nomor 100	$m = -0.2659v + 372.63$	0.93	0.26
	nomor 200	$m = -0.1688v + 235.89$	0.95	0.44
	lengser	$m = -0.0809v + 112.52$	0.99	0.90

Dari gambar tersebut terlihat perbedaan grafik hubungan konsentrasi tanah terhadap tegangan antara tanah yang halus yaitu tanah pada lengser dengan tanah yang lebih kasar yaitu tanah lolos ayakan nomor 200, nomor 100, nomor 60 dan nomor 40. Pada tanah halus (lengser) perbedaan konsentrasi tanah yang kecil menunjukkan perubahan tegangan atau penurunan yang cukup drastis, sedangkan pada tanah yang kasar (lolos ayakan nomor 200, 100, 60 dan 40) perubahan konsentrasi tanah tidak secara nyata menurunkan tegangan.

Pada tanah halus, perubahan konsentrasi tanah akan mempengaruhi intensitas warna air. Semakin tinggi konsentrasi tanah yang larut dalam air maka akan semakin gelap warna air tersebut. Dengan semakin gelap warna air maka cahaya yang diterima sensor photodiode akan semakin sedikit, karena cahaya terhalang atau diserap oleh air. Pada tanah-tanah yang kasar, perubahan konsentrasi tanah tidak menyebabkan perubahan yang nyata artinya peningkatan konsentrasi tanah tidak secara nyata mempengaruhi intensitas warna air. Hal ini mengakibatkan cahaya yang diterima oleh sensor relatif tetap dengan nilai yang cukup besar.

Dalam penerapan alat yang dikembangkan, penentuan besarnya konsentrasi tanah dalam air dapat ditentukan dengan memasukkan nilai pengukuran tegangan ke dalam persamaan regresi (Tabel 1), yang diperoleh berdasarkan data-data pengukuran. Penempatan letak sensor antara bagian atas, bagian tengah dan bagian bawah secara umum memberikan hasil yang hampir sama. Dengan demikian, penggunaan salah satu letak sensor atau rata-rata penempatan dari ketiga sensor dapat digunakan sebagai cara pengukuran.

Kepekaan (sensitifitas) alat yang dibuat masih rendah untuk tiap-tiap penempatan letak sensor dan ukuran partikel tanah (Tabel 1). Nilai kepekaan tertinggi sebesar 1.02% terjadi pada tanah berukuran halus (lengser) dengan penempatan sensor pada bagian bawah, sedangkan kepekaan terendah sebesar 0.06% terjadi pada tanah berukuran lolos ayakan nomor 60 dengan penempatan sensor pada bagian tengah. Nilai kepekaan yang rendah ini kemungkinan disebabkan oleh tegangan pada sensor photodiode yang kurang sesuai.

KESIMPULAN

1. Alat yang dibangun berupa komponen elektronik yang terdiri dari beberapa bagian yaitu catu daya, rangkaian sensor cahaya, sumber cahaya, *display* peraga dan obyek yang akan diukur.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor photodiode mampu mendeteksi perubahan tingkat warna air dengan kepekaan yang rendah. Pada tanah yang halus (<0.075 mm), peningkatan konsentrasi tanah dapat merubah intensitas warna air sedangkan untuk tanah-tanah yang berukuran lebih kasar (>0.075 mm) maka peningkatan konsentrasi tanah tidak secara nyata merubah intensitas warna air.
3. Penempatan letak sensor antara bagian atas, bagian tengah dan bagian bawah secara umum memberikan hasil yang hampir sama. Penggunaan salah satu letak sensor atau rata-rata penempatan dari ketiga sensor dapat digunakan sebagai cara pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Doebelin, E.O. (1990). *Measurement Systems Application and Design*. McGraw-Hill Publishing Company.
- McClure, W.F. (1987). Near Infrared Instrumentation. Dalam : Williams, P and Norris, K (ed.). *Near Infrared Technology in The Agricultural and Food Industries*, American Association of Cereal Chemists, Inc., USA.
- Perkineelmer. (2008). Photodiodes. <http://www.optoelectronics.perkinelmer.com>. [2 Februari 2008].
- Plant, M. dan Stuart, J. (1983). *Pengantar Ilmu Teknik Instrumentasi*. Penerbit PT Gramedia. Jakarta.
- Sarwono, S. dan Agus Sutedjo. (1992). *Instrumentasi dan Pengukuran Lingkungan*. Proyek Peningkatan Perguruan Tinggi. IPB. Bogor.
- Utomo, W.H. (1989). *Konservasi Tanah di Indonesia, Suatu Rekaman dan Analisa*. Rajawali Press. Jakarta.
- Zam, E.Z. (2003). *101 Rangkaian Lampu Elektronik*. Penerbit Indah. Surabaya.