

Sistem Monitoring Sedimentasi Layang Sungai Cikapundung Berbasis *Wireless System* Menggunakan Spektroskopi

Ahmad Suaif^{1,a)}, Dian Syah Maulana^{1,b)}, Lia Yuliantini^{1,c)},
Nina Siti Aminah^{1,d)} Mitra Djamal^{1,2,e)}

¹Laboratorium Elektronika,
Kelompok Keilmuan Teoretik Energi Tinggi dan Instrumentasi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

²Departemen Fisika,
Institut Teknologi Sumatera,
Jl. Terusan Ryacudu, Lampung 35365, Indonesia

a) ahmadsuaif@s.itb.ac.id

b) ula99@s.itb.ac.id

c) yuliantini.lia@s.itb.ac.id

d) nina@fi.itb.ac.id

e) mitra@fi.itb.ac.id

Abstrak

Pengukuran sedimentasi layang dikembangkan secara luas dengan menerapkan beragam metode spektroskopi. Pada paper ini, telah dikembangkan Sistem Pengukuran Sedimentasi Layang Sungai Cikapundung Bandung dengan menggunakan Spektroskopi Infrared. Selain digunakan pasangan transmitter dan receiver berupa LED dan fotodiode, dikembangkan pula sistem monitoring yang wireless dengan tujuan mengirimkan informasi secara kontinu yang dapat dipantau kapan saja dan dimana saja. Pada pengukuran ini, pengambilan data dilakukan pada Pintu Air Teras Cikapundung Bandung. Sejumlah air yang masuk ke sensor membawa informasi tegangan yang lantas diterjemahkan untuk mendapatkan informasi sedimentasi layang air Sungai Cikapundung Bandung. Berdasarkan pengukuran, diperoleh nilai laju sedimentasi layang sebesar 0,059 g/mL, dengan nilai transmitansi terukur sebesar 84,65% dan nilai absorbansi 15,35%.

Kata-kata kunci: Sungai Cikapundung, fotodiode, intensitas, sedimentasi layang, wireless system

PENDAHULUAN

Sungai dapat didefinisikan sebagai jaringan alur pada permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah. Aliran sungai merupakan sumber air yang paling dominan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia sehingga sungai tersebut sepatutnya diusahakan kelestariannya yaitu salah satunya dengan mengusahakan agar kapasitas penampang sungai tetap stabil dari endapan sedimen [1].

Proses sedimentasi di perairan seperti halnya di sungai-sungai dapat menimbulkan efek seperti pendangkalan dan penurunan kualitas air. Banyaknya partikel sedimen yang dibawa oleh aliran sungai ke laut juga akan diendapkan di sekitar muara sungai, sehingga berpotensi mengganggu alur pelayaran dan menyebabkan banjir apabila musim hujan tiba. Pada bidang ekologi, tingginya konsentrasi sedimen dalam badan air secara berkelanjutan akan menyebabkan kekeruhan [2].

Sungai Cikapundung, sebagai salah satu sungai utama di Kota Bandung, memiliki fungsi dan peran yang sangat penting bagi perkembangan Kota Bandung. Sungai ini merupakan sumber air baku bagi Kota Bandung. Karena memiliki peran yang sangat vital bagi perkembangan Kota Bandung, maka sudah sepatutnya bagi sungai ini dijaga kelestarian dan fungsinya. Salah satu hal yang dapat dilakukan untuk memantau kondisi sungai ini adalah dengan cara memonitoring keadaan sungai seperti halnya laju sedimentasi sungai [3].

LANDASAN TEORI

Sedimen layang (*suspended load*) merupakan salah satu parameter dalam penentuan kualitas dari suatu sungai yang diukur. Kandungan sedimen ini menunjukkan konsentrasi zat padat yang tersuspensi dalam air sungai. Salah satu kegunaan utama informasi mengenai kandungan sedimen ini adalah untuk mengetahui keadaan air sungai tersebut dan untuk memperkirakan kecepatan proses pendangkalan sungai [4].

Saat seberkas sumber cahaya dilewatkan, cahaya ini lantas akan berinteraksi dengan unsur-unsur tanah yang berada di dalam air sungai. Pada kasus ini, akan terjadi peristiwa dimana sebagian cahaya yang dipancarkan akan diserap dan sebagian lagi diteruskan. Cahaya yang diteruskan akan memiliki panjang gelombang tertentu. Penyerapan yang terjadi mematuhi hukum Lambert-Beer yang dijelaskan oleh persamaan berikut [5].

$$T = \frac{I_1}{I_0} \tag{1}$$

$$I = I_0 e^{-a[C]L} \tag{2}$$

$$A = a[C]L \tag{3}$$

dimana T dan A adalah transmisi dan absorpsi cahaya, I_1 adalah intensitas cahaya setelah melewati larutan, I_0 adalah intensitas cahaya sebelum melewati larutan, a adalah koefisien serapan, L adalah panjang lintasan cahaya, dan $[C]$ adalah konsentrasi sedimen layang.

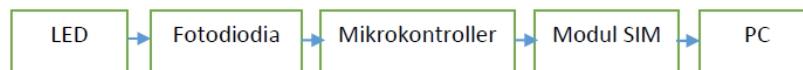
Tegangan sesudah dilewatkan pada larutan adalah sebanding dengan intensitas cahaya pada jarak L dari sumbernya [6] yaitu

$$V = V_0 e^{-\alpha L}, \tag{4}$$

dengan V_0 adalah tegangan instrumen sebelum cahaya ditembakkan pada larutan dan α merupakan jumlah konsentrasi sedimen layang yang dikalikan dengan koefisien serapannya.

METODOLOGI

Sistem yang dirancang terdiri dari pemancar LED 5mm, fotodioda 5mm, powerbank, mikrokontroler, Modul SIM900, dan PC. Blok diagram dari sistem ini adalah sebagai berikut.

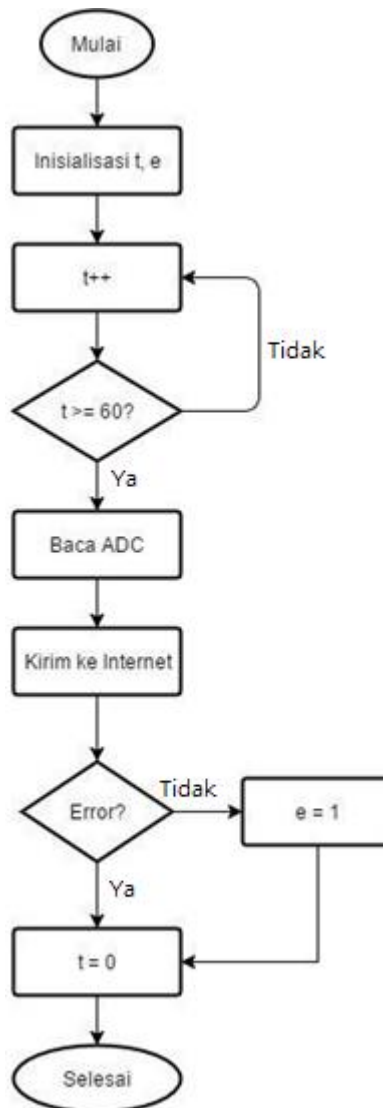


Gambar 1. Blok diagram sistem monitoring sedimentasi layang

Pada sistem ini, sumber cahaya yang digunakan adalah LED yang mengirimkan informasi yang lalu akan diterima oleh fotodioda. LED dan fotodioda diletakkan di dalam paralon berukuran 1 inci dan ditenggelamkan ke dalam air sungai secara vertikal dengan sebuah pengapung beserta modul di bagian atasnya. Ketika air sungai tersedimentasi melewati pasangan transmiter dan *receiver*, maka tegangan keluaran dari fotodioda berubah. Nilai tegangan ini lantas dikonversi menjadi nilai intensitas yang terbaca. Selisih nilai antara tegangan keluaran fotodioda dan tegangan referensi kemudian dijadikan pembandingan nilai terstandar. Nilai yang ada kemudian disimpan oleh mikrokontroler sebagai pencacah nilai pada sistem ini. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega328 Arduino UNO.

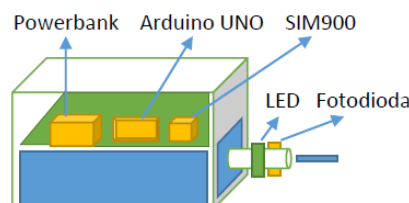
Setelah didapat data pengukuran, maka sinyal yang didapat lantas dikirimkan oleh Modul SIM 900. Modul ini yang mampu mengirimkan data secara *wireless*. Sinyal ini diproses oleh program pengolahan data digital Arduino untuk diterjemahkan dan kemudian akan ditampilkan. Keunggulan dari penggunaan sistem *wireless* ini adalah kemampuan *user* untuk dapat memantau hasil dari pengukuran di web yang telah ditentukan, kapan saja dan dimana saja.

Diagram alir dari software pengambilan dan pengiriman ini data tampak pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir pengambilan dan pengiriman data

Untuk keperluan pengambilan data dibuat kontainer pengukuran ($15 \times 10 \times 4 \text{ cm}^3$) seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Alat ini dibuat dengan fungsi untuk melewati air sungai sekaligus tempat dimana semua modul diletakkan. Adapun modul yang terdapat pada kontainer ini terdiri dari pemancar LED 5mm, fotodioda 5mm, powerbank, mikrokontroler Arduino, dan Modul SIM900.

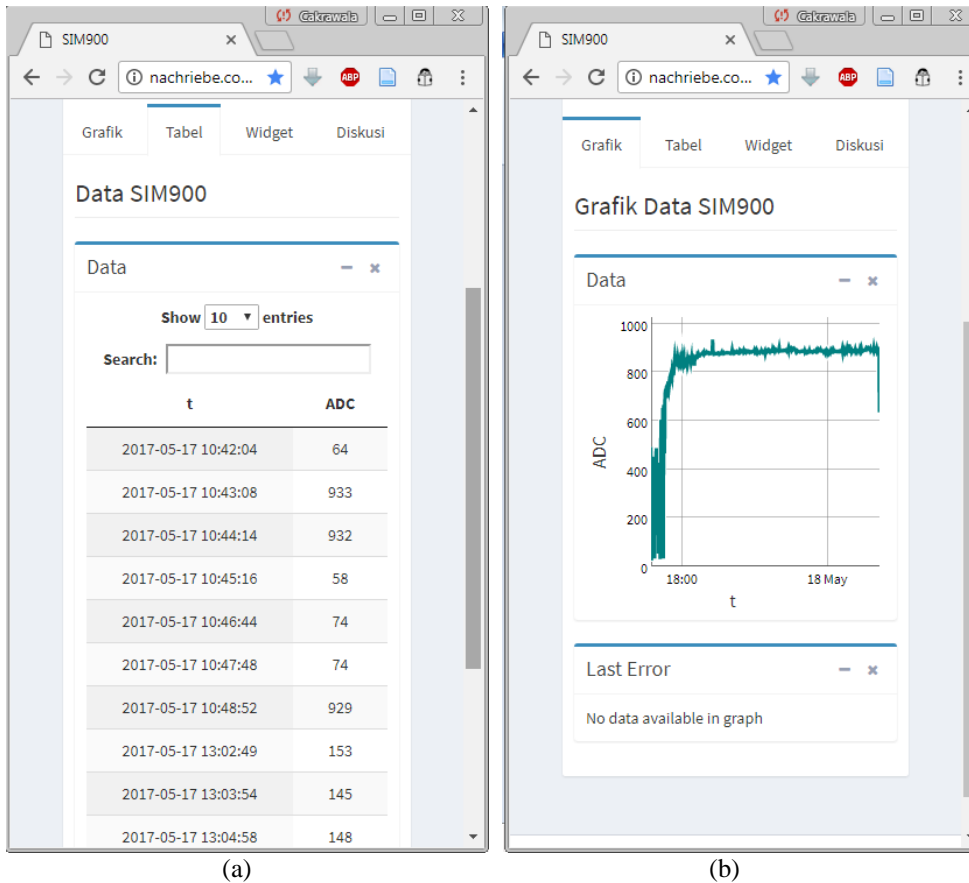


Gambar 3. Desain kontainer pengukuran sedimentasi

Pengambilan data dimulai saat aliran sungai mulai melewati pasangan sensor dalam kontainer. Setiap perubahan konsentrasi pada larutan sungai akan mempengaruhi keluaran tegangan fotodioda terukur dan disimpan untuk mendapatkan persamaan kalibrasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

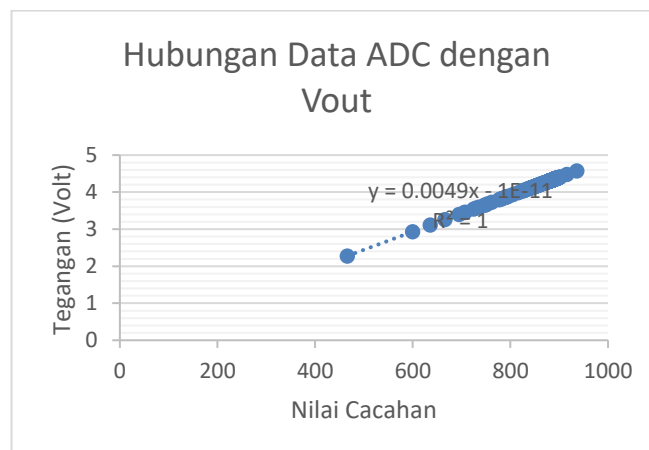
Pada penelitian ini digunakan *web-based* sebagai antarmuka mikrokontroler. Pada panel *web-based*, tersedia beberapa tab dengan beragam informasi seperti data ADC dan data *error*. Tampilan dari web ini tampak seperti berikut



Gambar 4. a. Informasi data cacahan terukur, b. Informasi grafik nilai dan error pengiriman data

Gambar 4a. menginformasikan nilai cacahan pada air sungai yang diukur, sedangkan Gambar 4b. menginformasikan grafik unit nilai cacahan beserta informasi *error* dalam pengukuran.

Dengan melakukan *curve-fitting*, maka dapat diperoleh nilai linieritas pengukuran. Hasil pengukuran menunjukkan nilai linieritas yang sangat baik seperti tampak pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik linieritas pengukuran

Untuk mengetahui nilai sedimentasi air sungai dan *error*, data pengukuran lantas kemudian diolah untuk mendapatkan persamaan kalibrasi [7]. Persamaan yang diperoleh dari nilai dari laju sedimentasi adalah

$$[C] = \left(0.01925 \cdot \exp\left(\frac{V_{out}}{3.8925}\right) + 0.00097 \right) \quad (5)$$

Dengan memasukkan nilai V_{out} rerata sebesar 4.275104793 Volt, diperoleh nilai C sebesar 0.059 g/mL.

Pada pengukuran ini, nilai koefisien absorpsi dapat diperoleh dengan menerapkan persamaan *Beam Attenuation Coefficient* [6]

$$\alpha = \left(-\frac{1}{L}\right) \ln\left(\frac{V}{V_w}\right) \quad (6)$$

dengan didapatkan nilai koefisien α sebesar -2.614982386.

Transmisi dan absorpsi diperoleh dari persamaan (1), (2), dan (3) dengan memasukkan nilai parameter α . Pada kasus ini, nilai transmisi (T) dari sumber cahaya yang sudah dilewatkan pada air sungai sebesar 84.65% dengan nilai absorpsi (A) dari larutan tersebut adalah 15,35%.

KESIMPULAN

Prototype alat ukur sedimentasi layang air Sungai Cikapundung Bandung dengan menggunakan sumber cahaya LED dan fotodiode telah berhasil dikembangkan. Sistem ini memanfaatkan ATmega328 Arduino UNO sebagai mikrokontroler dan *website* sebagai antarmuka pada PC yang dapat dipantau secara *wireless* dimana saja dan kapan saja. Nilai sedimentasi layang yang diperoleh dari pengukuran ini adalah 0.058701553 g/mL. Nilai transmisi terukur senilai 84.65% dengan nilai absorpsi 15,35%. Secara umum, spektroskopi yang dikembangkan ini telah cukup baik karena menghasilkan nilai yang linier. Sistem pengukuran ini juga sudah cukup unggul karena sudah mampu mengukur sedimentasi layang secara *real-time* menggunakan *website*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih yang berlimpah kepada rekan kerja kami di laboratorium elektronika FMIPA ITB dan semua yang telah banyak membantu dan membagi ilmunya.

REFERENSI

1. Sudira, I Wayan, *Analisis Angkutan Sedimen pada Sungai Mansahan*. Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol. 3 No. 1 (2013)
2. Hardjojo, B, *Pengukuran dan Analisis Kualitas Air*. Jakarta: Universitas Terbuka (2005)
3. Angkotasan, Saona, *Identifikasi Tingkat Ketahuan Masyarakat Tentang Upaya-Upaya Perbaikan Lingkungan Sungai Cikapundung Kota Bandung (Studi Kasus : Kelurahan Tamansari)*. Majalah Ilmiah Unikom Vol.12 No. 1 (2014)
4. Setyono, Ernawan, *Prediksi Beban Sedimentasi Waduk Soelorejo Menggunakan Debit Ekstrapolasi dengan Rantai Markov*. Jurnal Media Teknik Sipil (2014)
5. Robinson, J. W., *Atomic Spectroscopy*, Marcel Dekker, Inc. (1996)
6. Guillen, J, A. Palanques, P. Piug, et al., *Field calibration of optical sensors for measuring suspended sediment concentration in the western Mediterranean*, Scientia Marina, Vol. 64, No. 4, pp. 427-435. (2000)
7. Yuliantini, Lia, *Pengembangan Spektroskopi Sederhana Menggunakan Inframerah Dekat untuk Sistem Pengukuran Konsentrasi Sedimen Layang*. Risalah Fisika Vol. 1 No. 1 (2016)