

## Rancang Bangun Alat Ukur *Portable* 9 Titik Kecepatan Aliran Sungai (*Open Channel*) Nirkabel Berbasis PC

Ridho Audli<sup>1</sup>, Sri Ratna Sulistiyati<sup>2</sup>, Agus Trisanto<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung  
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

<sup>1</sup>ido7elechnic@gmail.com

<sup>2</sup>sriratnasulistiyanti@gmail.com

<sup>3</sup>at@unila.ac.id

*Abstrak* - Sungai merupakan lingkungan alam yang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia. Sungai juga dapat membahayakan jika arusnya deras, dengan mengetahui kecepatan aliran sungai kita dapat mengoptimalkan penggunaan air sungai dalam kehidupan manusia. Oleh karena itu diperlukan alat yang dapat mengukur kecepatan aliran sungai secara *real-time* menggunakan PC dan nirkabel. Alat ukur ini dinamakan *Flow Meter* yang menggunakan sensor *Rotary Encoder* dengan komponen *Photo-Interrupter*, piringan optik, dan *Propeller*. Pemroses data menggunakan *Arduino Mega 2560*. Media transmisi data nirkabel menggunakan *Telemetry Kit 433 MHz*. Media penampil data menggunakan PC berbasis GUI (*Graphical User Interface*) dengan perangkat lunak *LabVIEW*. Sungai merupakan aliran saluran terbuka sehingga kecepatan aliran dipengaruhi oleh *Atmospher* dan kondisi dasar sungai. Berdasarkan hal tersebut dilakukan pengukuran pada 9 titik penampang sungai yaitu 3 titik permukaan, 3 titik dalam, dan 3 titik dasar dengan menggunakan 9 sensor. Pada program *LabVIEW* terdapat penghitung nilai debit, kecepatan rata-rata, mode penggunaan sensor untuk 3 titik dan 9 titik, dan penyimpanan data dengan *data logger*. Sensor *Flow Meter* dikalibrasi menggunakan *Current Meter* diperoleh nilai konstanta 2.215 dan *error* 0.02775 %. Pengukuran kecepatan aliran Sungai Way Tapus mendapatkan pola kecepatan aliran yaitu semakin mengarah ke dalam sungai, kecepatan aliran sungai semakin tinggi dan sebaliknya.

*Kata Kunci* - Aliran Sungai, Kecepatan, Alat Ukur, *Flow Meter*, *Current Meter*, *Arduino*, *Telemetry*, *LabVIEW*.

*Abstract* - The river is a natural environment that is highly beneficial to human life. Rivers can also be dangerous if the current is swift, knowing the velocity of the flow we can optimize the use of river water in human life. Therefore we need a tool that can measure the velocity of the river flow in real-time using PC and wireless. This measuring tool is called a flow meter that uses a rotary encoder sensor with photo-interrupter components, optical disks, and propeller. Processing data using the Arduino Mega 2560. Wireless medium data transmission using Telemetry Kit 433 MHz. Display medium data using a PC based GUI (Graphical User Interface) with LabVIEW software. The river is open channel flow so that the flow rate is influenced by the atmosphere and the condition of the bottom of the river. Based on that measurements performed on a 9 point cross section that is 3 points in surface, 3 points inside river and 3 point bottom of the river using ninth sensors. In LabVIEW program there are debit counter, average speed, mode of use of the sensor for 3 points and 9 points, and data storage with the data logger. The Flow Meter sensor is calibrated using a Current Meter and gets 2,215 of constant values and 2.5 % of error. Measurement of Way Tapus River flow velocity obtain flow velocity pattern that is increasingly leading to the inside river, the velocity of the flow is higher and vice versa.

*Keywords* - River Flow, Velocity, Measuring Tool, Flow Meter, Current Meter, Arduino, Telemetry, LabVIEW.

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Lingkungan hidup adalah wilayah di sekitar manusia dengan berbagai macam komponen yang terkandung di dalamnya, baik komponen hidup maupun tidak hidup yang berpotensi dalam menopang kebutuhan manusia. Hal ini sesuai dengan pengertian yang terkandung dalam Undang-Undang No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup. Menurut undang-undang tersebut lingkungan hidup didefinisikan sebagai kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya yang mempengaruhi kelangsungan hidup dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lainnya. Salah satu contoh lingkungan alam adalah sungai. Sungai dapat didefinisikan sebagai massa air tawar yang mengalir secara alamiah mulai dari sumber air sampai kemuar. Manfaat sungai bagi kehidupan manusia antara lain untuk irigasi pertanian, bahan baku air minum, sarana olahraga arung jeram, sebagai saluran pembuangan air hujan dan air limbah, untuk objek wisata, sebagai perhubungan, dan sebagai PLTA. Namun sungai akan merugikan kehidupan manusia jika tidak dimanfaatkan dengan baik khususnya di bidang irigasi pertanian, sarana olahraga arung jeram dan PLTA. Pengetahuan dan pengaturan arus sungai diperlukan agar kondisi pengairan yang diinginkan dapat diperoleh. Contohnya: jika kondisi pengairan tanaman melebihi yang diinginkan maka tanaman akan rusak, jika kondisi arus sungai sangat besar bisa berbahaya jika melakukan olahraga arung jeram, dan jika jumlah debit aliran sungai tidak sesuai yang diinginkan maka daya listrik yang diinginkan pada PLTA akan sulit didapat. Untuk itu perlu teknologi dalam mengetahui dan mengatur aliran sungai tersebut.

Teknologi adalah cara melakukan sesuatu untuk memenuhi kebutuhan manusia dengan

bantuan akal dan alat, sehingga seakan-akan memperpanjang, memperkuat atau membuat lebih ampuh anggota tubuh, pancaindra dan otak manusia. Teknologi dapat diciptakan jika dapat diketahui persamaan matematika dalam kejadian alam. Ilmu yang mempelajari tentang persamaan matematika air adalah mekanika fluida, dengan mengetahui mekanika fluida maka teknologi dapat diciptakan.

Aliran air sungai merupakan contoh dari aliran saluran terbuka (*open channel*), suatu pipa di mana air yang sedang mengalir tidaklah sepenuhnya tertutup oleh batas yang kukuh, namun mempunyai permukaan bebas yang terbuka terhadap tekanan atmosfer dikenal sebagai saluran terbuka (*open channel*). Bentuk permukaan bebas ditentukan oleh gaya-gaya inersia, gaya berat dan tegangan permukaan. Berdasarkan hal tersebut dimungkinkan bahwa aliran air sungai memiliki perbedaan pada permukaan yang terhubung langsung dengan atmosfer dan bagian dalam sungai yang tidak terhubung langsung dengan atmosfer. Oleh karena itu, dengan mengukur aliran sungai antara permukaan, dalam, dan dasar, dapat diketahui pola penampang aliran sungai tersebut.

Pengukuran kecepatan aliran sungai pada penampang aliran sungai secara *real-time* dapat membantu dalam hal menyiasati perubahan aliran air yang sukar diketahui untuk kebutuhan manusia seperti dalam hal irigasi, PLTA, arung jeram, prediksi potensi banjir, dan sebagainya. Kegiatan pengukuran akan lebih baik apabila menggunakan komunikasi nirkabel karena memiliki kelebihan mobilitas tinggi, kecepatan instalasi, fleksibilitas tempat, jangkauan luas, dan pengurangan anggaran biaya. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan mengembangkan alat instrumentasi yang berjudul “Rancang Bangun Alat Ukur *Portable* 9 Titik Kecepatan Aliran Sungai (*Open Channel*) Nirkabel Berbasis PC”.

Penelitian ini merupakan pengembangan penelitian sebelumnya oleh Andi Darmawan dari Universitas Lampung tahun 2008 dan Noor Yudha Priyantini dari Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang pada tahun 2010.

### B. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Merancang-bangun alat ukur *portable* 9 titik kecepatan aliran sungai (*open-channel*) berbasis mikrokontroler.
- 2) Merancang-bangun sistem pengiriman data alat ukur menggunakan sistem *telemetry*.
- 3) Merepresentasikan hasil data pengukuran menggunakan *LabVIEW* secara *real-time* dan menyimpan data secara berkala dengan *data logger*.
- 4) Mengetahui pola penampang kecepatan aliran sungai.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Aliran Air Sungai

Sungai merupakan perairan darat sebagai saluran alami yang berfungsi mengalirkan air hujan, air tanah, maupun air salju yang mencair ke danau dan ke laut.

Air sungai dapat dimanfaatkan antara lain, sebagai berikut.

- a. Irigasi atau pengairan khususnya di daerah kering orang membutuhkan air untuk mengairi sawah. Dalam sistem pertanian intensif sekarang ini, di daerah basah pun perlu pengairan agar diperoleh hasil yang lebih menguntungkan.
- b. Sumber tenaga sebagai penggerak turbin yang dihubungkan dengan generator sehingga menghasilkan pembangkit tenaga listrik (PLTA).
- c. Keperluan domestik, yaitu kebutuhan primer rumah tangga seperti air minum, memasak, mencuci, dan mandi. Bahkan bagi masyarakat kota air juga dipergunakan untuk menyiram tanaman dan rumput hias di halaman.

- d. Sumber penghasil bahan makanan mentah, seperti ikan, dan udang.
- e. Industri sebagai penyuci bahan dasar dan pencair atau pelarut bahan.
- f. Transportasi atau sarana perhubungan.[4]

### 1) Profil Sungai

Pada prinsipnya, profil memanjang sungai dapat dibedakan menjadi berikut ini:

#### a. Sungai hulu

Sungai di bagian hulu mempunyai lembah berbentuk V. Hal ini disebabkan adanya lereng yang terjal sehingga arus air dan erosi berjalan cepat. Di daerah ini belum terjadi sedimentasi, sehingga air di daerah ini masih jernih.

#### b. Sungai bagian tengah

Sungai di bagian tengah mempunyai lembah berbentuk U. Sedimentasi sudah mulai terjadi, namun materialnya masih agak kasar. Sudah terjadi aliran sungai yang berkelok (*meander*).

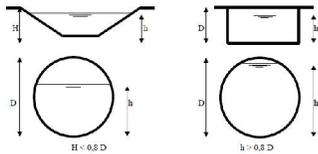
#### c. Sungai bagian hilir

Sungai di bagian bawah atau hilir berbentuk U (melebar). Ciri profil sungai di daerah hilir ini, antara lain sebagai berikut.

- (1) Terdapat meander.
- (2) Endapan berupa material halus.
- (3) Sering berbentuk delta.
- (4) Sering terdapat tanggul alam.[10]

### 2) Aliran Saluran Terbuka

Aliran air dalam suatu saluran terbagi menjadi dua, yaitu Aliran Saluran terbuka (*Open Channel Flow*) dan Aliran Saluran Tutup (*Pipe Flow*). Aliran pada saluran terbuka harus memiliki permukaan bebas yang dipengaruhi oleh tekanan udara bebas (P Atmosfer) sedangkan Aliran pada pipa tidak terpengaruhi oleh tekanan udara secara langsung kecuali oleh tekanan *hydraulic* ( $\gamma$ ).



Gbr. 1 Saluran Terbuka dan Tertutup.[8]

### 3) Dinamika Aliran Sungai

Aliran air sungai merupakan suatu proses yang cukup kompleks. Air bergerak turun melalui kanal sungai karena pengaruh gaya gravitasi. Kecepatan aliran meningkat sesuai dengan kelerengan atau kemiringan sungai. Aliran air tidak saja lurus tetapi dapat pula acak (*turbulent*). Energi sungai meningkat sejalan dengan peningkatan kemiringan dan volume air karenanya mampu membawa muatan sedimen. Aliran sungai sangat fluktuatif dari waktu ke waktu dan dari tempat ke tempat. Beberapa variabel penting dalam dinamika sungai adalah: (1) debit air (*discharge*), (2) kecepatan (*velocity*), (3) *gradient*, (4) Muatan sedimen (*sediment load*), dan (5) *base level* (level terendah sungai).

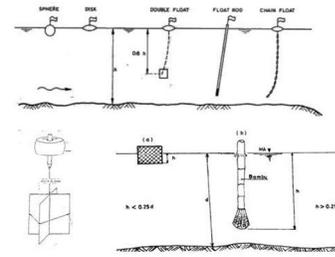
#### B. Pengukuran Aliran Air Sungai

Terdapat dua cara dalam pengukuran aliran air sungai, yaitu:

#### 1) Pengukuran kecepatan aliran dengan pelampung

Pelampung merupakan alat ukur kecepatan arus yang paling sederhana. Pelampung bergerak terbawa oleh arus dan kecepatan arus didapat dari jarak tempuh pelampung dibagi dengan waktu tempuh. Pelampung dapat berupa pelampung permukaan, pelampung ganda, pelampung tongkat dan lain-lain.

Cara ini dapat dengan mudah digunakan meskipun permukaan air sungai itu tinggi. Cara ini sering digunakan karena tidak dipengaruhi oleh kotoran atau kayu-kayuan yang hanyut dan mudah dilaksanakan.

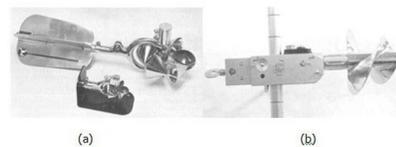


Gbr. 2 Macam-macam pelampung untuk mengukur kecepatan aliran.[7]

#### 2) Pengukuran Kecepatan Aliran dengan Current Meter.

Prinsip kerja jenis *current meter* ini adalah *propeller* berputar dikarenakan partikel air yang melewatinya. Jumlah putaran *propeller* per waktu pengukuran dapat memberikan kecepatan arus yang sedang diukur apabila dikalikan dengan persamaan kalibrasi *propeller* tersebut.

Jenis alat ini yang menggunakan sumbu *propeller* sejajar dengan arah arus disebut *Ott propeller current meter* dan yang sumbu tegak lurus terhadap arah arus disebut *Price cup current meter*. Peralatan dengan sumbu vertikal ini tidak peka terhadap arah aliran.

Gbr. 3 (a) *Cup current meter* dan (b) *Propeller current meter*. [5]

Metode pengukuran kecepatan aliran di sungai:

#### a. Metode satu titik

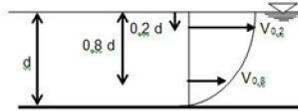
Metode ini digunakan untuk sungai yang dangkal dengan mengukur pada kedalaman 0,6 h. Kecepatan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$V = V_{0,6} \quad (1)$$



Gbr. 4 Metode 1 titik.

## b. Metode dua titik



Gbr. 5 Metode 2 titik.

Pengukuran dilakukan pada kedalaman 0,2 h dan 0,8 h. Kecepatan rata-rata dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V = \frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \quad (2)$$

## c. Metode tiga titik

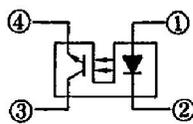
$$V = \frac{V_{0,2} + V_{0,6} + V_{0,8}}{3} \quad \text{Or} \quad V = \frac{\left[\frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2}\right] + V_{0,6}}{2} \quad (3)$$

## d. Metode lima titik

$$V = \frac{V_s + 3V_{0,2} + 2V_{0,6} + 3V_{0,8} + V_b}{10} \quad (4)$$

## C. Photo-Interrupter

*Photo-Interrupter* adalah komponen optik penghasil pulsa. Komponen ini terdiri dari *Led Infrared* dan *Photo-Transistor* yang berhadapan. Pulsa-pulsa frekuensi dihasilkan dengan menginterupsi cahaya *Infrared*. Komponen *Photo-Interrupter* yang digunakan adalah GP1S53. GP1S53 memiliki komponen dengan lebar 0.5 mm. Komponen ini mampu menghasilkan pulsa dengan *Response Time (Rise)* maksimum 15  $\mu$ s dan *Response Time (Fall)* maksimum 20  $\mu$ s.

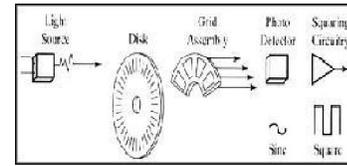


Gbr. 6 Internal Connection Diagram.[9]

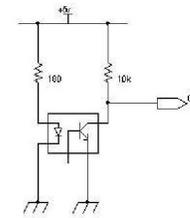
## D. Sensor Rotary Encoder

*Rotary Encoder* adalah divais elektromekanik yang dapat memonitor gerakan dan posisi. *Rotary Encoder* umumnya menggunakan sensor optik untuk menghasilkan serial pulsa yang dapat diartikan menjadi gerakan, posisi, dan arah. Sehingga posisi sudut suatu poros benda berputar dapat diolah menjadi informasi berupa kode digital oleh *rotary encoder* untuk diteruskan oleh rangkaian kendali. *Rotary*

*Encoder* umumnya digunakan pada pengendalian robot, motor *drive*, dsb.



Gbr. 7 Blok penyusun Rotary Encoder.[6]



Gbr. 8 Rangkaian tipikal penghasil pulsa pada rotary encoder.[6]

Persamaan kecepatan *Rotary Encoder*:

$$V = \frac{f_2}{M} \times 2\pi r \quad (5)$$

dengan,

$$V = \text{Kecepatan Benda (m/s)}$$

$$r = \text{jari - jari (m)}$$

$$f_2 = \text{jumlah pulsa dalam 1 detik}$$

$$M = \text{Celah Maksimum}$$

## E. Telemetri

Telemetri adalah sebuah teknologi pengukuran dilakukan dari jarak jauh dan melaporkan informasi kepada perancang atau operator sistem. Kata telemetri berasal dari bahasa Yunani yaitu *tele* artinya jarak jauh sedangkan *metron* artinya pengukuran. Secara istilah telemetri diartikan sebagai suatu bidang keteknikan yang memanfaatkan instrumen untuk mengukur panas, radiasi, kecepatan atau *property* lainnya dan mengirimkan data hasil pengukuran ke penerima yang letaknya jauh secara fisik, berada diluar dari jangkauan pengamat atau user.

## 1) Telemetry Kit 433 MHz

*Telemetry Kit* ini beroperasi pada band 433 MHz dengan ukuran yang kecil, daya keluaran tinggi, sensitivitas tinggi, jarak

transmisi panjang dan komunikasi data tingkat tinggi dengan auto diatur untuk perubahan komunikasi dan data penerima serta kontrol transmisi. Terdapat antarmuka UART, yang memudahkan untuk mewujudkan transmisi data nirkabel dengan hanya menyediakan data UART. Hal ini memudahkan bagi pengguna untuk mengatur tingkat UART baud, frekuensi, daya output, data rate, frekuensi deviasi, menerima bandwidth, serta parameter. *Telemetry Kit 433 MHz* dapat dilihat pada Gbr. 9.

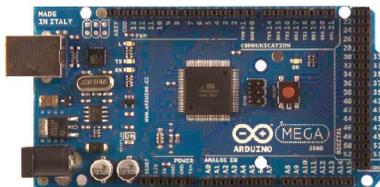


Gbr. 9 *Telemetry Kit 433 MHz*.

#### F. Mikrokontroler

##### 1) Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan rangkaian elektronik (*electronic board*) *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler berbasis ATmega 2560. Mikrokontroler itu sendiri adalah suatu chip atau IC (*Integrated circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Program yang direkam bertujuan agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses dan kemudian menghasilkan keluaran sesuai yang diinginkan. Keluarannya bisa berupa sinyal, besaran tegangan, lampu, suara, getaran, gerakan dan sebagainya.



Gbr. 10 Skema Arduino Mega 2560.[1]

##### 2) Mikrokontroler ATmega 2560

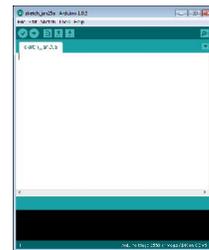
Mikrokontroler ATmega 2560 merupakan produksi dari Atmel. Mikrokontroler ini berbasis AVR RISC 8 bit. ATmega 2560 memiliki memori *flash* sebesar 256 KB, 4 KB EEPROM, 8 KB SRAM, 86 jalur *input/output* (I/O), 32 jalur *register*, *real time counter*, PWM, serta 4 USARTs.



Gbr. 11 Mikrokontroler ATmega 2560.

#### G. Perangkat Lunak Arduino

The Arduino IDE adalah *cross-platform* aplikasi Java yang berfungsi sebagai editor kode dan *compiler* dan juga mampu mentransfer *firmware* serial ke Arduino board.



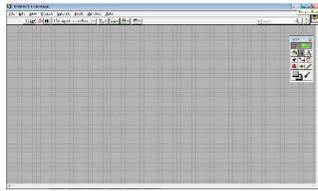
Gbr. 12 Tampilan halaman penulisan kode pada perangkat lunak arduino.

#### H. Perangkat Lunak LabVIEW

LabVIEW adalah sebuah *software* pemrograman yang diproduksi oleh National instruments dengan konsep yang berbeda. Seperti bahasa pemrograman lainnya yaitu C++, matlab atau *Visual basic*, LabVIEW juga mempunyai fungsi dan peranan yang sama, perbedaannya bahwa labVIEW menggunakan bahasa pemrograman berbasis grafis atau blok diagram sementara bahasa pemrograman lainnya menggunakan basis text. Program labVIEW dikenal dengan sebutan Vi atau *Virtual instruments* karena penampilannya dan operasinya dapat meniru sebuah *instrument*. Pada labVIEW, *user* pertama-tama membuat *user interface* atau

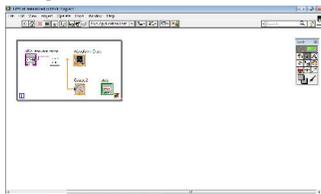
*front panel* dengan menggunakan *control* dan indikator, yang dimaksud dengan kontrol adalah *knobs*, *push buttons*, *dials* dan peralatan input lainnya sedangkan yang dimaksud dengan indikator adalah *graphs*, LEDs dan peralatan *display* lainnya. Setelah menyusun *user interface*, lalu *user* menyusun blok diagram yang berisi kode-kode VIs untuk mengontrol *front panel*. *Software LabVIEW* terdiri dari tiga komponen utama, yaitu :

### 1) Front panel



Gbr. 13 *Front Panel*.

### 2) Blok diagram dari Vi

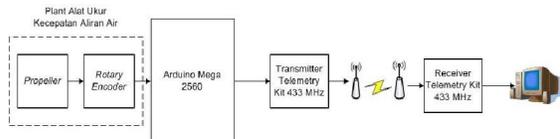


Gbr. 14 *Blok Diagram*.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Perancangan Model Sistem

Secara keseluruhan sistem dapat digambarkan dengan diagram seperti di bawah ini:



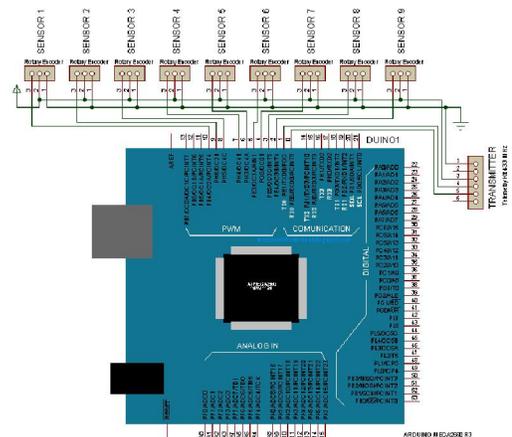
Gbr. 15 Blok diagram keseluruhan sistem.

Gbr. 15 menunjukkan sketsa perangkat keras pendukung sistem. Pada *plant* alat ukur menggunakan *rotary encoder* yang dipasang *propeller* sebagai sensornya. Sensor yang digunakan ada 9 buah untuk mengukur aliran air pada 9 titik yaitu 3 titik di permukaan, 3 titik di dalam, dan 3 titik di dasar. *Rotary*

*encoder* akan berputar sesuai dengan *propeller* yang berputar akibat aliran air. Putaran ini menghasilkan pulsa-pulsa yang kemudian diolah oleh Arduino Mega 2560. Hasil data yang diperoleh dari Arduino Mega 2560 ditransmisi melalui *transmitter* Telemetry Kit 433 MHz. Receiver Telemetry Kit 433 MHz menerima data yang dikirim kemudian hasil data direpresentasikan pada netbook melalui *software* LabVIEW.

### B. Perancangan Unit Sistem Utama

Unit Sistem Utama merupakan rangkaian mikrokontroler untuk memproses data sensor dan mengirim data melalui telemetry. Perancangan Unit Sistem Utama dilakukan dengan membuat skematik konfigurasi Arduino Mega 2560 dengan sensor transmitter Telemetry Kit 433 MHz, adapun skematisnya sebagai berikut:



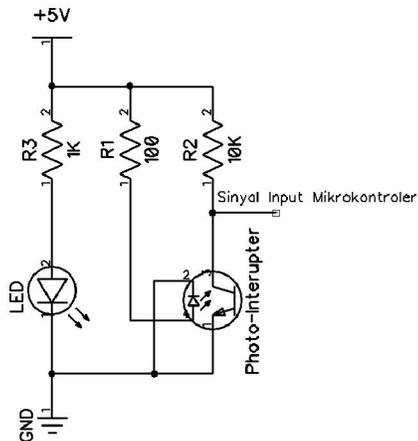
Gbr. 16 Skematik konfigurasi Arduino Mega 2560 dengan sensor dan *transmitter*.

Gbr. 16 terdiri dari konfigurasi Arduino Mega 2560 dengan sensor dan transmitter Telemetry Kit 433 MHz. Arduino Mega 2560 merupakan papan mikrokontroler yang dikeluarkan oleh Arduino dengan chip mikrokontroler ATmega 2560. Sinyal kesembilan sensor rotary encoder terhubung pada pin digital 2-10. Pin Tx dan Rx pada arduino terhubung dengan soket TTL Transmitter Telemetry Kit 433 MHz dimana Tx arduino terhubung dengan RXD

transmitter dan Rx arduino terhubung dengan TXD transmitter.

### C. Perancangan Rangkaian Sensor

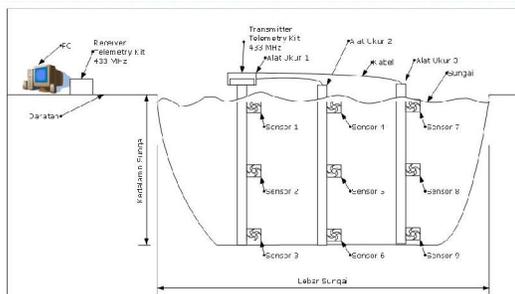
Sensor menggunakan rangkaian sensor kecepatan yaitu *rotary encoder* dimana menggunakan *photo interrupter* yang terdiri dari Led IR dan *Phototransistor*. Kemudian ditambah led sebagai *indicator power*. Adapun skematiknya adalah sebagai berikut:



Gbr. 17 Skematik *Rotary Encoder*.

### D. Perancangan Peletakan Sensor

Pada penampang sungai yang akan diukur aliran airnya diletakkan tiga unit alat ukur kecepatan ini pada tiga titik penampang sungai yaitu satu unit 0,25 x lebar sungai, satu unit 0,5 x lebar sungai, satu unit 0,75 x lebar sungai. Sehingga ada sembilan titik yang akan diukur kecepatannya oleh sensor kecepatan aliran sungai ini. Peletakan yang demikian dirancang karena daerah terdalam sungai terdapat di tengah sungai. Dengan demikian kecepatan rata-rata yang didapat akan lebih akurat.



Gbr. 18 Peletakan Alat Ukur Kecepatan Aliran Sungai.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil

#### 1) Konstruksi Alat Keseluruhan

Konstruksi alat keseluruhan dapat dilihat pada Gbr. 19.

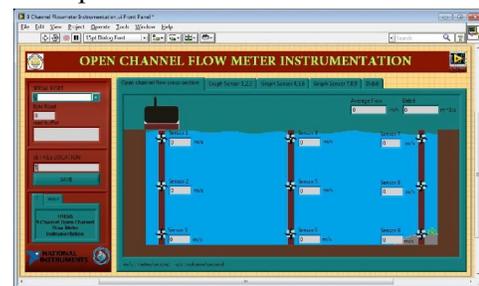


Gbr. 19 Konstruksi alat ukur kecepatan aliran sungai.

#### 2) Tampilan Program Penampil Data

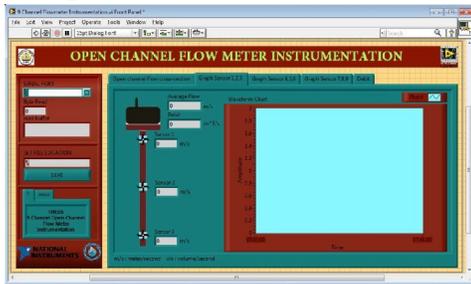
Tampilan data dibuat pada *front panel LabVIEW* dimana terbagi 5 panel, yaitu:

##### a. Tampilan Utama



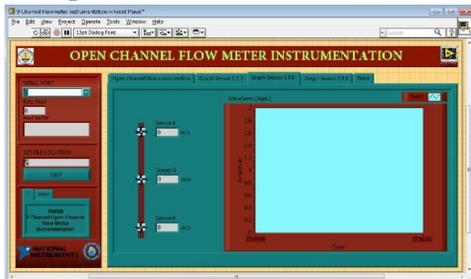
Gbr. 20 Tampilan Utama.

## b. Tampilan Panel 1, 2, dan 3 Sensor



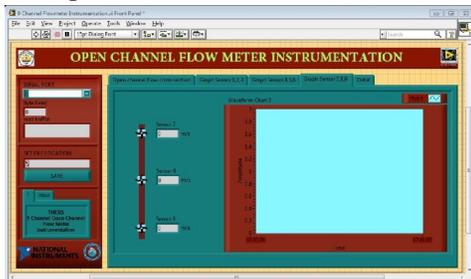
Gbr. 21 Tampilan data sensor 1, sensor 2, dan sensor 3.

## c. Tampilan Panel 4, 5, dan 6 Sensor



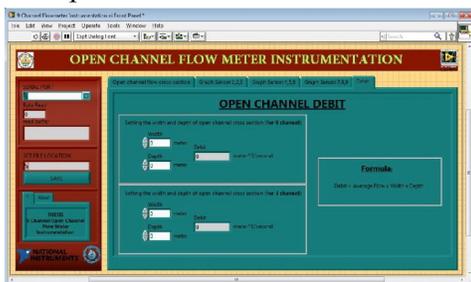
Gbr. 22 Tampilan data sensor 4, sensor 5, dan sensor 6.

## d. Tampilan Panel 7, 8, dan 9 Sensor



Gbr. 23 Tampilan data sensor 7, sensor 8, dan sensor 9.

## e. Tampilan Panel Parameter Debit



Gbr. 24 Tampilan pengaturan parameter debit.

## 3) Pengujian Sensor

Rangkaian sensor *rotary encoder* dapat dilihat pada Gbr. 25.

Gbr. 25 Rangkaian sensor *rotary encoder*.

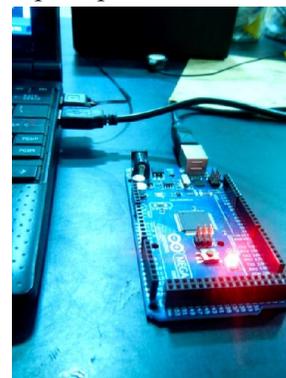
Pengujian sensor *rotary encoder* dilakukan dengan cara mengukur tegangan masukan tegangan, saat keadaan aktif *high*, dan saat keadaan aktif *low*.

Tabel 1. Perbandingan Tegangan Uji dengan *DC Characteristic*.

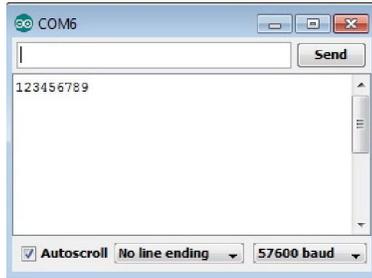
Parameter	DC Characteristic ATmega 2560 (V)	Tegangan Uji (V)
Aktif <i>Low</i>	-0.5 s/d 0.5	0.391
Aktif <i>High</i>	4.5 s/d 5.5	4.97

## 4) Pengujian Komunikasi Serial Arduino

Pengujian komunikasi serial berguna untuk mengetahui apakah data serial pada serial monitor sesuai dengan *listing program* komunikasi serial yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan langsung *arduino board* ke laptop melalui kabel USB seperti pada Gbr. 26.



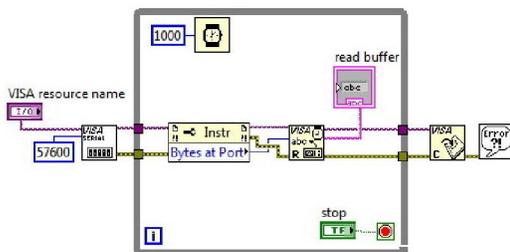
Gbr. 26 Uji komunikasi serial arduino dengan menghubungkan langsung arduino board ke laptop melalui kabel USB.



Gbr. 27 Serial monitor arduino pengujian komunikasi serial.

#### 5) Pengujian Komunikasi Serial Antarmuka Arduino dengan LabVIEW

Setelah data serial secara nirkabel yang didapat adalah benar. Pengujian selanjutnya membaca data serial pada perangkat lunak *LabVIEW*. Untuk dapat membaca data serial, dibuat *block diagram* untuk komunikasi serial seperti pada Gbr. 28.



Gbr. 28 Block Diagram uji komunikasi serial LabVIEW antarmuka dengan arduino.

Data dapat dilihat pada *front panel* seperti Gbr. 29.



Gbr. 29 Front Panel uji komunikasi serial LabVIEW antarmuka dengan arduino.

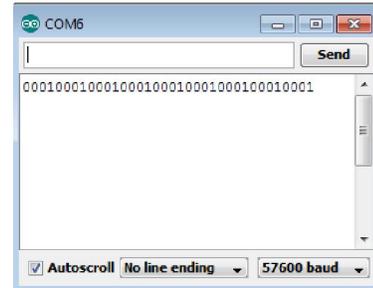
#### 6) Pengujian Pengaturan Digit Data

Pembacaan data pada *LabVIEW* berupa pengalamatan digit data. Oleh karena itu data counter setiap sensor dikondisikan memiliki

digit data tetap sebanyak 4 digit, sehingga maksimum counter yang terbaca adalah 9999.

#### 7) Pengujian Pembacaan Mode Sensor

Sensor yang digunakan adalah 9 sensor sehingga digit data menjadi 36 digit. *Serial Monitor* dari *listing program* digit terlihat pada Gbr. 30.



Gbr. 30 Uji Serial Monitor program digit data.

#### 8) Hasil Pengujian Kalibrasi

Kalibrator yang digunakan adalah *Current Meter* dengan satuan *meter/second* dan panjang tiang penyangga mencapai 5 meter. *Current meter* dapat dilihat pada Gbr. 31.



Gbr. 31 Current Meter sebagai kalibrator.

Data *Counter* tiap sensor pada uji kalibrasi dibandingkan nilai kalibrator terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan *Counter* sensor dengan kecepatan kalibrator.

SENSOR	COUNTER	NILAI KALIBRATOR (m/s)
Sensor 1	23	0.4
Sensor 2	24	0.4
Sensor 3	23	0.4
Sensor 4	22	0.4
Sensor 5	21	0.4
Sensor 6	23	0.4
Sensor 7	25	0.4
Sensor 8	23	0.4
Sensor 9	23	0.4

Data kecepatan putar kesembilan sensor setelah dimasukkan persamaan kecepatan dibandingkan dengan data kecepatan aliran oleh *current meter* terdapat perbedaan nilai, sehingga dicari konstanta perbandingan untuk menyamakan nilai kecepatan sensor dengan kecepatan aliran yang sebenarnya. Nilai konstanta didapat melalui persamaan perbandingan alat ukur sehingga didapat konstanta adalah 2.215.

Pengujian kesalahan (*error*) dari nilai sensor yang sudah dikalikan dengan konstanta dibandingkan dengan nilai kalibrator menggunakan persamaan perbandingan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji *error* perbandingan *flow meter* dan *current meter*.

Kecepatan Rata-Rata Aliran Seluruh Sensor (m/s)	Kecepatan Rata-Rata Aliran <i>Current Meter</i> (m/s)	<i>Error</i>
0.400111	0.40	0.02775%

### 9) Hasil Pengukuran Aliran Sungai

Setelah dilakukan kalibrasi, alat ukur siap digunakan. Pengukuran aliran sungai menggunakan alat ukur *flow meter* yang telah dibuat dilakukan di Sungai Way Tapus Sukarame II, Teluk Betung Barat, Bandar Lampung pada tanggal 26 Maret 2014 pukul 05.42 pm s/d selesai.

Gbr. 32 Pengukuran kecepatan aliran sungai dengan *flow meter*.

Berdasarkan persamaan 3 sensor pada metode 9 titik, kedalaman titik sensor dapat dilihat pada Tabel 4.

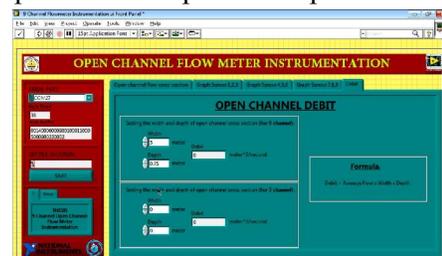
Tabel 4. Titik Peletakan Sensor Terhadap Kedalaman Sungai.

Parameter	Sensor (m)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kedalaman	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.75	0.75	0.75
Titik Peletakan	0.1	0.3	0.4	0.14	0.42	0.56	0.15	0.45	0.6

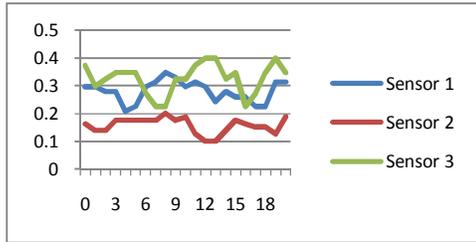
Tabel 5. Titik Peletakan Sensor Terhadap Lebar Sungai.

Parameter	Sensor (m)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Lebar Sungai	5								
Titik Peletakan	1.25	1.25	1.25	2.5	2.5	2.5	3.75	3.75	3.75

Pemberian parameter debit yaitu lebar sungai 5 m dan kedalaman sungai 0.75 m pada panel debit dapat dilihat pada Gbr. 33.

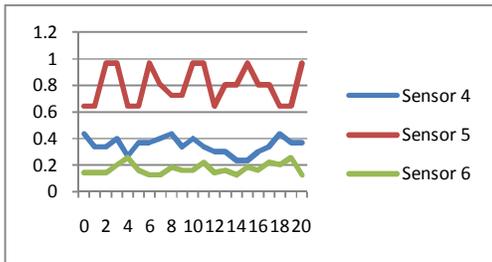
Gbr. 33 Pemberian parameter penampang Sungai Way Tapus untuk mendapatkan nilai *debit*.

Data tiang 1 yaitu sensor 1, sensor 2, dan sensor 3 yang didapat selama 21 detik dapat dilihat pada Gbr. 34.



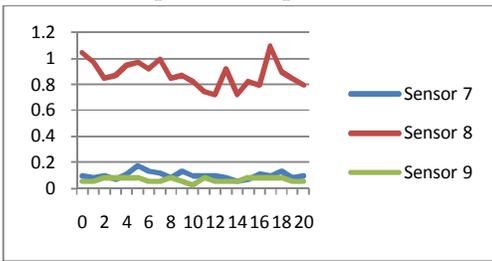
Gbr. 34 Grafik hubungan kecepatan aliran Sungai Way Tapus pada sensor 1, 2, dan 3.

Data tiang 2 dengan sensor 4, sensor 5, dan sensor 6 kecepatan yang diperoleh selama 21 detik dari pukul 05.43.00 s/d 05.43.20 dapat dilihat pada Gbr. 35.



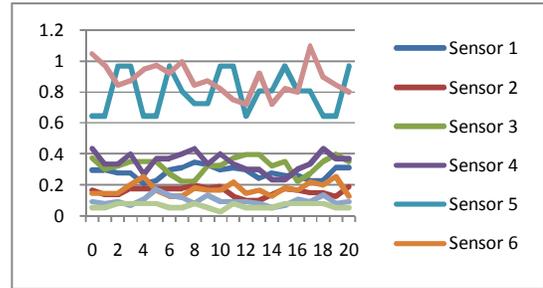
Gbr. 35 Grafik hubungan kecepatan aliran Sungai Way Tapus pada sensor 4, 5, dan 6.

Perolehan data kecepatan aliran sungai pada tiang 3 dengan sensor 7, sensor 8, dan sensor 9 selama 21 detik dari pukul 05.43.00 s/d 05.43.20 dapat dilihat pada Gbr. 36.



Gbr. 36 Grafik hubungan kecepatan aliran Sungai Way Tapus pada sensor 7, 8, dan 9.

Grafik hubungan kecepatan aliran Sungai Way Tapus pada kesembilan Sensor selama 21 detik dari pukul 05.43.00 s/d 05.43.20 dapat dilihat pada Gbr. 37.



Gbr. 37 Grafik hubungan kecepatan aliran Sungai Way Tapus pada kesembilan Sensor.

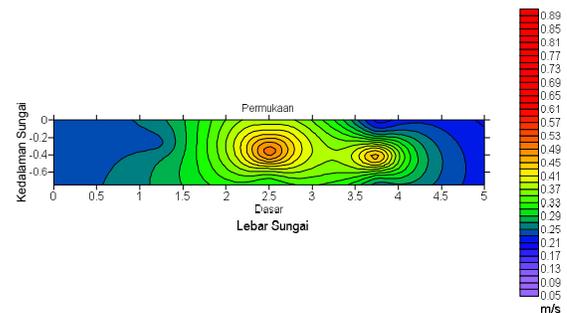
10) Hasil Pola Kecepatan Aliran Penampang Sungai

Titik peletakan sensor yang sudah diketahui jarak lebar dan kedalaman sungai beserta kecepatan tiap sensor dibuat dalam bentuk tabel untuk melihat kontur kecepatan aliran pada penampang sungai. Tabel data pola kecepatan aliran seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Pola Kecepatan Aliran Sungai.

X (m)	Y (m)	Z (m/s)
1.25	-0.1	0.280309
1.25	-0.3	0.157442
1.25	-0.4	0.326165
2.5	-0.14	0.347465
2.5	-0.42	0.798465
2.5	-0.56	0.171993
3.75	-0.15	0.098008
3.75	-0.45	0.880052
3.75	-0.6	0.064686

Sehingga memperoleh hasil pola kecepatan aliran seperti pada Gbr. 38.



Gbr. 38 Kontur kecepatan aliran Sungai Way Tapus.

### B. Pembahasan

Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan nilai *Flow Meter* yang terukur dengan *Current Meter* sebagai pembandingnya. Nilai konstanta perbandingan didapat melalui persamaan perbandingan alat ukur sehingga didapat konstanta adalah 2.215. Pengujian *error* dari nilai kecepatan sensor yang sudah dikalikan dengan konstanta dibandingkan dengan nilai kalibrator menggunakan persamaan kesalahan (*Error*). Berdasarkan hasil uji *error* didapat nilai *error* sebesar 0.02775 %.

Pengukuran kecepatan aliran sungai yang telah dilakukan di Sungai Way Tapus pada tanggal 26 Maret 2014 pukul 05.42 pm s/d selesai diambil sampel selama 21 detik dari pukul 05.43.00 s/d 05.43.20. Pengukuran kecepatan aliran Sungai Way Tapus yang terletak pada 9 titik penampang sungai merepresentasikan pola kecepatan aliran pada penampang sungai. Berdasarkan pembahasan pada tiang 1 kecepatan rata-rata tertinggi pada sensor 3 yaitu dasar sungai, pada tiang 2 kecepatan rata-rata tertinggi pada sensor 5 yaitu sungai bagian dalam, dan pada tiang 3 kecepatan rata-rata tertinggi pada sensor 8 yaitu sungai bagian dalam. Berdasarkan kesembilan data kecepatan didapat kecepatan rata-rata tertinggi pertama pada sensor 8 dan tertinggi kedua pada sensor 5, kedua sensor ini terletak pada bagian dalam sungai. Pada kontur terlihat pola warna semakin berwarna merah pada bagian dalam sungai, ini menjelaskan bahwa semakin mengarah ke dalam sungai, kecepatan aliran sungai semakin tinggi. Sebaliknya semakin mengarah ke dasar dan kepinggir sungai, kecepatan aliran semakin rendah.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan adalah:

- 1) Telah terealisasi rancang-bangun alat ukur *portable* 9 titik kecepatan aliran sungai (*open-channel*) berbasis mikrokontroler dengan nilai *error* yaitu 0.02775 %.
- 2) Telah terealisasi rancang-bangun sistem pengiriman data alat ukur menggunakan sistem *telemetry* dengan jarak pengiriman data antara alat ukur *flow meter* dengan *personal computer* (PC) yaitu *line of sight*  $\leq 50$  m dan dalam bangunan  $\leq 25$  m.
- 3) Pengukuran dapat dilakukan secara *real-time* melalui Media *Personal Computer* (PC) dengan menggunakan perangkat lunak *LabVIEW* dan data dapat disimpan secara berkala melalui *data logger* dengan lama pengukuran dan perekaman data kecepatan aliran sungai dapat dilakukan selama tidak hujan dan sumber tegangan masih mencukupi kebutuhan sistem.
- 4) Pola penampang kecepatan aliran Sungai Way Tapus adalah semakin mengarah ke dalam sungai, kecepatan aliran sungai semakin tinggi. Sebaliknya semakin mengarah ke dasar dan ke pinggir sungai, kecepatan aliran semakin rendah.
- 5) Dibutuhkan konstanta perbandingan kecepatan alat ukur (*Flow Meter*) dengan kecepatan kalibrator (*Current Meter*) untuk mendapatkan nilai yang sebenarnya, dengan nilai konstanta yaitu 2.215.

### B. Saran

Saran dari penelitian ini adalah:

- 1) Untuk pengembangan alat ini selanjutnya perlu diperhatikan penggunaan material dan komponen pembangun alat ukur *flow meter* agar dapat mengurangi hambatan perputaran *propeller* dan mengurangi *error*.
- 2) Untuk pengukuran yang lebih lama, perlu dilakukan *maintenance* sensor dari sampah-sampah yang tersangkut.

## REFERENSI

- [1] Arduino. (2013). *Arduino Mega 2560*. Dipetik 9 Januari 2014, dari [arduino.cc: http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560#UyxKv6h\\_vOc](http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560#UyxKv6h_vOc)
- [2] Hamblin, W. K., & Christiansen, E. H. (1995). *Earth's Dynamic Systems*. United States: Prentice Hall PTR.
- [3] Raju, K. G., & Rangga. (1986). *Aliran Melalui Saluran Terbuka*. Surabaya: Erlangga.
- [4] Hartono. (2007). *Geografi: Jelajah Bumi dan Alam Semesta untuk Kelas X Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah*. Bandung: Citra Praya.
- [5] Herschy, R. W. (2009). *Streamflow Measurement: Third Edition*. USA: Taylor and Francis.
- [6] Laboratorium Penelitian Konversi Energi Elektrik. (2009). *Sekilas Rotary Encoder*. Bandung: ITB press.
- [7] Marine Geological Institute. (1997). *Bulletin of the Marine Geology*. Bandung: Directorate General of Geology and Mineral Resources, Ministry of Mines and Energy.
- [8] Nasution, I. R. (2005). *Aliran Seragam Pada Saluran Terbuka Teori & Penyelesaian Soal-Soal*. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- [9] Sharp. (n.d.). *GP1S53 Compact Photo-Interrupter*. Diunduh dari [WWW.ALLDATASHEET.COM](http://WWW.ALLDATASHEET.COM).
- [10] Sugiharyanto. (2007). *Seri IPS: Geografi dan Sosiologi SMP Kelas VII*. Bogor: Yudhistira.
- [11] Telemetry Group RF Systems Committee. (2008). *Telemetry (TM) Systems Radio Frequency (RF) Handbook*. New Mexico: Secretariat Range Commanders Council U.S. Army White Sands Missile Range.