

RANCANG BANGUN SISTEM *AUTOTRACKING* UNTUK ANTENA *UNIDIRECTIONAL* FREKUENSI 2.4GHZ DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTOLER ARDUINO

Ryandika Afdila⁽¹⁾, Arman Sani⁽²⁾

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail: ryandika.afdila@gmail.com

Abstrak

Pengamatan cuaca pada kondisi vertikal atmosfer sangat diperlukan oleh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional. Pengamatan ini dilakukan dengan cara menerbangkan muatan (*payload*) yang terdiri dari berbagai sensor untuk pengamatan cuaca. Muatan kemudian akan mengirimkan informasi ke stasiun penerima melalui frekuensi komunikasi 2.4 GHz. Agar komunikasi antara muatan dengan stasiun penerima dapat terjalin dengan baik, maka stasiun penerima harus selalu terarah ke muatan. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat mendeteksi posisi muatan lalu mengarahkan antenna stasiun penerima ke arah muatan tersebut. Tulisan ini membahas bagaimana cara merancang sistem *autotracking* untuk antenna *unidirectional* dengan frekuensi operasi 2.4 GHz yang memungkinkan pengarahannya ke arah muatan secara otomatis dan akurat. Dari pengujian langsung di Laboratorium Sistem Komunikasi Radio, diperoleh nilai RSSI rata-rata adalah 156.8, 157, dan 156.6 untuk sudut hadap antenna 40°, 90° dan 140° terhadap muatan dan kesalahan pengarahannya rata-rata dari sistem *autotracking* yang dirancang adalah < 9°.

Kata kunci: *autotracking, payload, unidirectional, 2.4 GHz, kesalahan pengarahannya*

1. Pendahuluan

Kualitas suatu sistem komunikasi sangat ditentukan oleh kuat sinyal yang diterima. Salah satu cara agar sinyal dapat diterima secara maksimal adalah dengan mengarahkan antenna penerima tepat ke antenna pengirim. Pengarahannya akan mudah dilakukan jika pengirim yang dituju tetap atau tidak bergerak. Jika pengirim yang dituju dapat bergerak, maka diperlukan suatu sistem yang dapat mendeteksi posisi pengirim lalu mengarahkan antenna stasiun penerima ke arah pengirim tersebut.

Sistem *tracking* adalah suatu sistem yang memungkinkan antenna penerima untuk mendeteksi antenna pengirim lalu mengarahkan antenna tersebut. Sistem *tracking* digunakan untuk mempertahankan level sinyal yang diterima pada level tertentu.

Tulisan ini membahas rancang bangun sistem *autotracking* untuk antenna *unidirectional* dengan frekuensi operasi 2.4 GHz yang memungkinkan antenna penerima senantiasa mengarah ke arah muatan.

2. Studi Pustaka

Sistem *tracking* diperlukan pada situasi dimana sebuah jaringan komunikasi

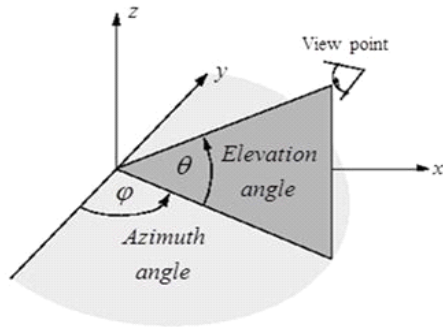
mengharuskan level sinyal yang diterima dan yang dikirimkan berada didalam batas tertentu. Sistem *tracking* akan mencari arah sinyal terkuat yang dikirimkan oleh muatan sehingga memungkinkan antenna stasiun bumi untuk *pointing* ke muatan [1].

Secara umum, sistem *tracking* terbagi menjadi 3, yaitu *manual tracking*, *program tracking* dan *autotracking*. Sistem *manual tracking* adalah sistem yang membutuhkan seorang operator untuk menggerakkan antenna sampai didapat sinyal yang maksimal. *Program tracking* adalah sistem dimana antenna digerakkan berdasarkan data-data prediksi lintasan muatan. Data ini bisa berupa data hasil perhitungan komputer maupun data rekaman lintasan muatan dari waktu-waktu sebelumnya. Sistem *autotracking* antenna adalah suatu sistem yang memungkinkan antenna stasiun bumi untuk mendeteksi dan bergerak ke arah sinyal terkuat secara otomatis dengan menggunakan sistem kontrol dan motor penggerak [2].

2.1 *Pointing* Antena

Pointing merupakan sebuah tindakan mengarahkan antenna pada bagian penerima ke antenna pengirim. Pengarahannya dapat

dicapai dengan menggunakan sudut azimuth (AZ) dan sudut elevasi (EL). Sudut azimuth didefinisikan sebagai sudut yang dihasilkan dengan memutar sebuah sumbu tegak lurus dengan bidang horizontal searah putaran jarum jam. Sudut elevasi adalah sudut yang dihasilkan dengan memutar sebuah sumbu yang sejajar dengan bidang horizontal [3]. Gambar 1 menunjukkan sudut azimuth dan elevasi.



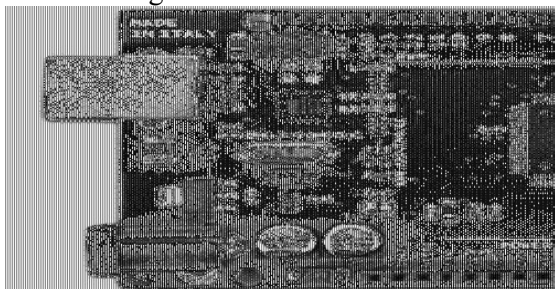
Gambar 1 Sudut Azimuth dan Elevasi

2.2 Alat Pengendali Antena

Pada perancangan sistem *autotracking*, digunakan beberapa perangkat keras yang memiliki fungsi dan kerja masing-masing. Berikut ini adalah gambaran umum tentang perangkat-perangkat keras yang digunakan.

2.2.1 Arduino Mega2560

Arduino Mega2560 adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega2560. Arduino Mega2560 memiliki 54 pin digital *input/output*, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 16 pin sebagai *input* analog, dan 4 pin sebagai UART (*port serial hardware*). Gambar 2 menunjukkan papan Arduino Mega2560.



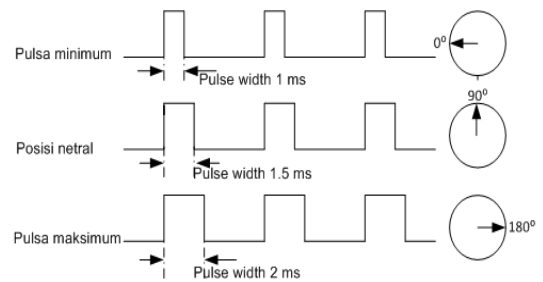
Gambar 2 Mikrokontroler Arduino Mega2560

2.2.2 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (servo), sehingga dapat di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari

poros *output* motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer.

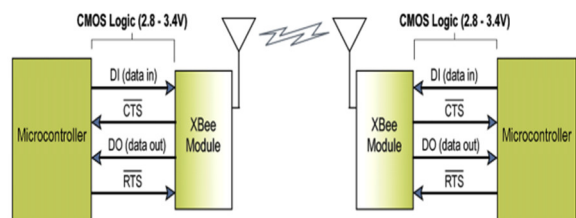
Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*Pulse Wide Modulation / PWM*) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo [4]. Gambar 3 menunjukkan pulsa sinyal kontrol untuk motor servo.



Gambar 3 Pulsa Sinyal Kontrol Untuk Motor Servo

2.3 Modul Radio XBEE PRO S2B

Modul frekuensi radio merupakan sebuah modul *wireless embedded* yang dapat dengan mudah dihubungkan dengan berbagai macam mikrokontroler. XBee PRO S2B merupakan modul radio frekuensi yang beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz. Modul ini memerlukan tegangan suplai 2.7 V sampai dengan 3.6 V dan arus sebesar 205 mA untuk pengiriman data, dan arus sebesar 47 mA untuk penerimaan data [5]. Modul radio ini merupakan sebuah modul yang terdiri dari *RF receiver* dan *RF transmitter* dengan sistem *interface* serial UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*). Gambar 4 menunjukkan aliran data sistem dengan *interface* UART.



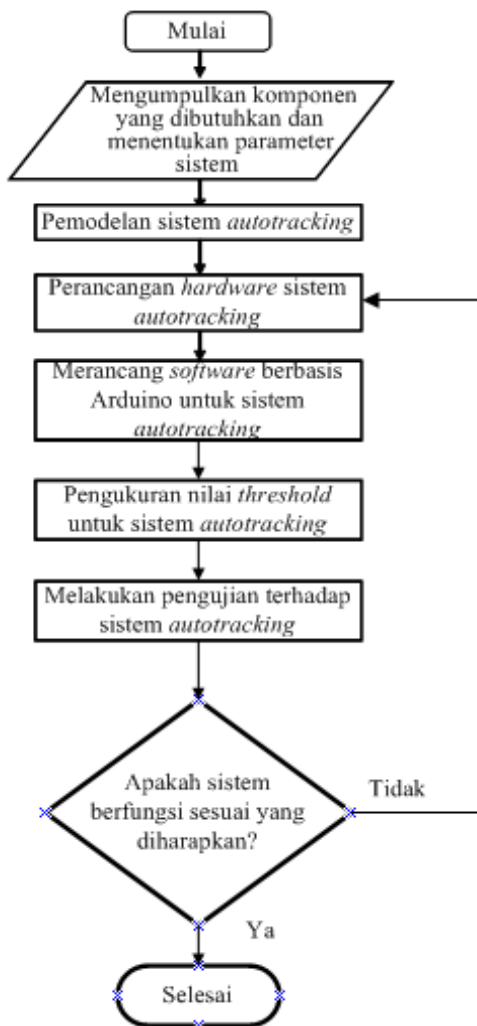
Gambar 4 Aliran Data Sistem dengan Interface UART

2.4 RSSI (Received Signal Strength Indicator)

RSSI merupakan standar untuk mengukur kuat sinyal yang ditetapkan oleh IEEE 802.11. RSSI adalah suatu indikator yang menunjukkan kuat sinyal yang diterima oleh antenna dengan rentang nilai 0 - RSSI maksimum. Semakin tinggi nilai RSSI, maka semakin kuat sinyal yang diterima [6]. IEEE 802.11 tidak menetapkan standar untuk pengukuran nilai RSSI, karena itu setiap vendor NIC (Network Interface Card) 802.11 memiliki nilai RSSI maksimum tersendiri. Contohnya, RSSI maksimum dari Cisco adalah 100 dan RSSI maksimum dari Atheros adalah 60 [7].

3. Metode Penelitian

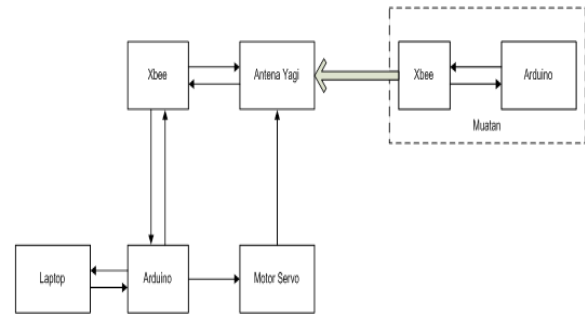
Adapun langkah-langkah dalam penelitian adalah perencanaan, perancangan perangkat keras, dan perancangan perangkat lunak seperti yang digambarkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Diagram Alir Perancangan Sistem Tracking Antena Yagi 2.4 GHz

3.1 Model Sistem

Diagram blok rancang bangun sistem autotracking yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 6.

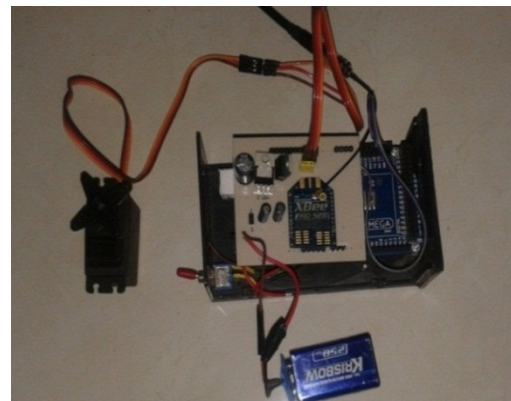


Gambar 6 Diagram Blok Sistem Tracking

Kerja alat ini dimulai dengan pengiriman data dari muatan dengan menggunakan transmitter Xbee Pro S2B. Data kemudian akan diterima oleh receiver Xbee Pro S2B yang terhubung dengan antenna Yagi 2.4 GHz. Nilai RSSI (Received Signal Strength Indicator) dari Xbee akan diukur oleh Arduino. Jika nilai RSSI dibawah nilai threshold yang ditetapkan, maka Arduino akan memerintahkan motor servo untuk bergerak. Jika nilai RSSI yang didapatkan melewati nilai threshold, maka Arduino akan memerintahkan motor servo untuk tetap diam hingga nilai RSSI berada dibawah nilai threshold.

3.1 Perancangan Perangkat Keras

Rangkaian untuk sistem autotracking antenna Yagi 2.4 GHz dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Rangkaian Sistem Autotracking antenna Yagi 2.4 GHz

Perancangan perangkat keras dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler Arduino, modul radio Xbee Pro S2B, dan laptop.

Pada sisi penerima, Din Xbee terhubung pada pin digital 18 (Tx1) dan Dout pada pin digital 19 (Rx1) pada Arduino. Pin RSSI Xbee,

terhubung ke pin digital 12 pada Arduino. Kemudian Arduino akan terhubung dengan laptop untuk menampilkan data.

Motor servo memiliki 3 pin, yaitu pin VCC, pin PWM, dan pin GND. Pin VCC motor servo akan terhubung ke pin 5V dari Arduino, pin PWM motor servo terhubung ke pin digital 9 Arduino dan *ground* motor servo akan terhubung ke *ground* Arduino.

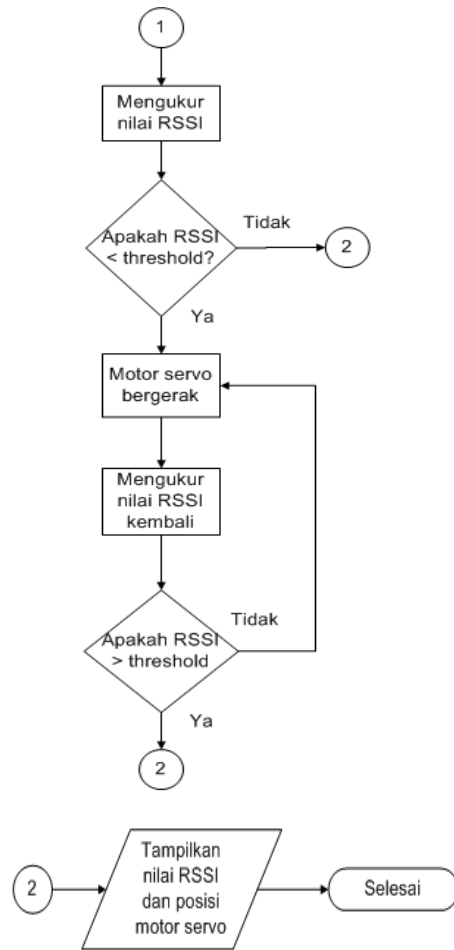
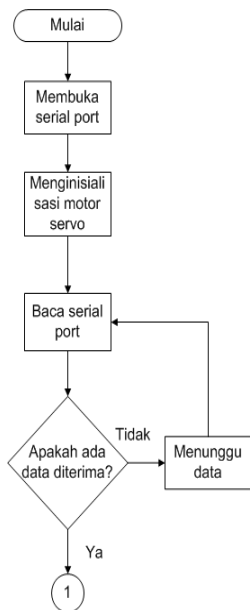
Muatan (*payload*) yang digunakan terdiri dari Arduino dan modul radio Xbee. Catu daya menggunakan baterai 9 Volt. Gambar 8 menunjukkan rangkaian muatan sistem *autotracking*.



Gambar 8 Rangkaian Muatan Sistem Tracking

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman untuk Arduino. Diagram alir perangkat lunak yang dirancang untuk sistem *autotracking* antena Yagi dapat dilihat pada Gambar 9.



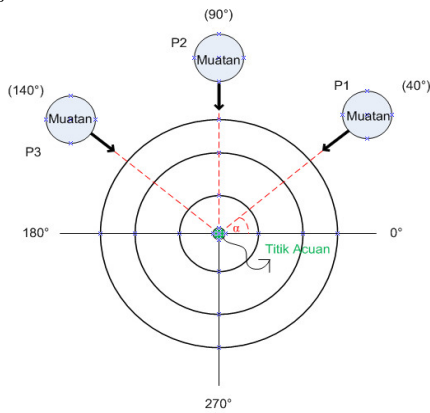
Gambar 9 Diagram Alir Sistem Autotracking

Ketika alat ini diberi daya, Arduino Mega2560 akan menginisialisasi variabel yang akan digunakan dalam program dan memulai komunikasi serial. Jika ada data yang dikirimkan, maka Arduino akan mengukur nilai RSSI. Jika nilai RSSI yang didapatkan lebih kecil dari nilai *threshold* yang telah ditetapkan, maka motor servo akan bergerak. Motor servo bergerak dari sudut 0⁰-180⁰ dan sebaliknya. Motor servo akan berhenti jika nilai RSSI lebih besar daripada nilai *threshold*. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai RSSI yang baik adalah lebih besar dari 150. Oleh karena itu, nilai *threshold* yang digunakan pada perancangan perangkat lunak adalah 150.

4. Hasil dan Pembahasan

Pengujian sistem dilakukan dengan cara mengubah posisi muatan terhadap antena stasiun penerima. Mula-mula muatan berada pada posisi 40⁰ terhadap antena, kemudian muatan dipindahkan pada sudut 90⁰ terhadap antena dan terakhir muatan dipindahkan ke

posisi 140° terhadap antenna stasiun penerima. Dari pengujian akan dilihat berapa besar kesalahan pengarahannya terhadap posisi muatan. Skema pengujian sistem keseluruhan ditunjukkan dalam Gambar 10.



Gambar 10 Skema Pengujian Sistem

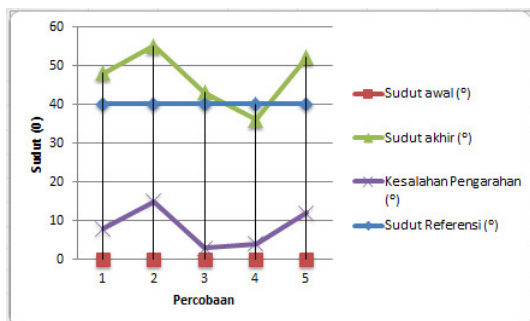
4.1 Muatan Pada Posisi 40° dari Antena

Ketika muatan berada pada sudut 40° didapatkan hasil seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sistem Autotracking Muatan Pada Posisi 40°

Percobaan	Sudut awal (°)	Sudut akhir (°)	Kesalahan Pengarahan (°)	Nilai RSSI
1	0	48	8	157
2	0	55	15	152
3	0	43	3	161
4	0	36	4	161
5	0	52	12	153
Rata-rata	0	45	8,2	156,8

Berdasarkan Tabel 1 kesalahan pengarahannya terbesar adalah 15° dan kesalahan pengarahannya terkecil adalah 3°. Grafik pengujian sistem autotracking pada posisi 40° ditunjukkan oleh Gambar 11.



Gambar 11 Grafik Pengujian Sistem Autotracking Pada Posisi 40°

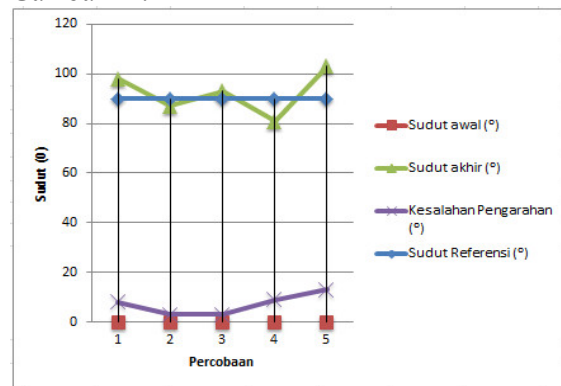
4.2 Muatan Pada Posisi 90° dari Antena

Untuk muatan berada pada sudut 90° didapatkan hasil seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sistem Autotracking Muatan Pada Posisi 90°

Percobaan	Sudut awal (°)	Sudut akhir (°)	Kesalahan Pengarahan (°)	Nilai RSSI
1	0	98	8	154
2	0	87	3	159
3	0	93	3	162
4	0	81	9	158
5	0	103	13	152
Rata-rata	0	93	7,2	157

Berdasarkan Tabel 2 kesalahan pengarahannya terbesar adalah 13° dan kesalahan pengarahannya terkecil adalah 3°. Grafik pengujian sistem autotracking pada posisi 90° ditunjukkan oleh Gambar 12.



Gambar 12 Grafik Pengujian Sistem Autotracking Pada Posisi 90°

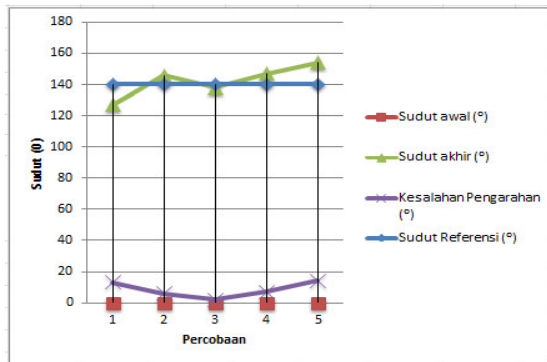
4.3 Muatan Pada Posisi 140° dari Antena

Untuk muatan berada pada sudut 140° didapatkan hasil seperti pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Sistem Autotracking Muatan Pada Posisi 140°

Percobaan	Sudut awal (°)	Sudut akhir (°)	Kesalahan Pengarahan (°)	Nilai RSSI
1	0	127	13	153
2	0	146	6	160
3	0	138	2	162
4	0	147	7	157
5	0	154	14	151
Rata-rata	0	142	8,4	156,6

Berdasarkan Tabel 3 kesalahan pengarahannya terbesar adalah 14° dan kesalahan pengarahannya terkecil adalah 2°. Grafik pengujian sistem autotracking pada posisi 140° ditunjukkan oleh Gambar 13.



Gambar 13 Grafik Pengujian Sistem Autotracking Pada Posisi 140⁰

5. Kesimpulan

Dari hasil yang telah diperoleh, maka dapat disimpulkan:

1. Kesalahan pengarahan rata-rata dari sistem *autotracking* yang dirancang adalah $< 9^0$, dimana kesalahan pengarahan terbesar adalah 15^0 dan kesalahan pengarahan terkecil adalah 2^0 .
2. Nilai RSSI rata-rata yang didapatkan adalah 156,8 untuk muatan pada sudut 40^0 dari antena, 157 untuk muatan pada sudut 90^0 dari antena, dan 156,6 untuk muatan pada sudut 140^0 dari antena.
3. Perbedaan nilai RSSI antar sudut yang didapat terlalu kecil sehingga menyebabkan akurasi sistem *auto-tracking* yang dirancang berkurang.
4. *Mount* antena yang tidak kuat menyebabkan antena bergeser dari titik yang seharusnya sehingga menimbulkan kesalahan pengarahan

6. Daftar Pustaka

- [1] Butler, Jane, et al. 2013. *Wireless Networking In The Development World*. 3rd Edition.
- [2] Sidharta, Himawan. 2009. “Rancang Bangun Perangkat Lunak Sistem Autotracking Satellite Antenna Mobile”. Universitas Indonesia. Depok.
- [3] Roddy, Dennis. 2006. *Satellite Communications*. 4th Edition. New York: McGraw-Hill.
- [4] Yagusandri, Ariel. 2012. “Rancang Bangun Prototipe Sistem Aktuator Sirip Roket Menggunakan Motor Servo”. Universitas Indonesia. Depok.
- [5] Anonymous. 2009. *Xbee/Xbee Pro RF Modules*. Digi International.
- [6] http://www.veris.com/docs/whitePaper/vwp18_RSSI_RevA.pdf. Diakses pada tanggal 9 maret 2015
- [7] Bardwell, Joe. 2002. *Converting Signal Strength Percentage to dBm Values*. California: WildPackets, Inc.