

# Perancangan Sistem Pengukur Jarak Antara 2 Titik Wireless Xbee Pro Berdasarkan Nilai RSSI

Ahmad Deny Andika<sup>1</sup>, Poltak Sihombing<sup>2</sup>, Tulus Ikhsan Nasution<sup>3</sup>

Program Studi Sarjana (S1) Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sumatera Utara

<sup>1</sup>Mahasiswa FMIPA, email: ahmad\_deny\_andika@students.usu.ac.id

<sup>2</sup>Dosen Fisika dan Ilmu Komputer, email: poltak@usu.ac.id

<sup>3</sup>Dosen Fisika, email: tulus@usu.ac.id

**Abstrak**—Secara umum, pengukuran jarak berdasarkan waktu tempuh data memberikan nilai waktu tempuh yang didapat akan selalu berubah secara signifikan dan tidak dapat ditentukan perubahannya. Oleh karena itu, dalam paper ini pengukuran dilakukan berdasarkan kekuatan sinyal yang diterima. Hal ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keakurasian pengukuran dengan menggunakan wireless. Dalam penelitian ini, pertama adalah menganalisa teori tentang pengukuran jarak menggunakan RSSI dan pengaruhnya, kemudian merancang sistem untuk pengukuran. Nilai RSSI yang didapat diproses oleh mikrokontroller ATmega328P dan kemudian dikirim ke Visual Basic pada PC untuk dianalisa ke jarak. Di dalam visual basic digunakan model nilai rata-rata untuk memproses dan mengambil data akhir RSSI dari Xbee Pro ZB. Setelah penelitian dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa pengukuran kesalahan rata-rata adalah 2,35 meter dengan jarak sebenarnya 5-90 meter.

**Katakunci** : RSSI , Visual basic, Xbee pro ZB

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan perangkat komputasi *mobile* dan jaringan nirkabel lokal area (WLAN) telah mendorong meningkatnya minat di sistem *location-aware* dan layanannya. Oleh karena itu, maka harus ditambahkan dengan mengukur antara titik-titik wireless tersebut. [1]

Secara umum, ada dua teknik yang telah diterapkan dalam menghitung jarak, yakni :

Waktu pulang-pergi (*Round Trip Time /RTT*) paket data: RTT menurun secara linear dengan jarak. Dalam metode ini, resolusi pada kisaran estimasi dibatasi oleh resolusi jangka *time-stamp*. Sebuah resolusi tinggi tidak dapat dicapai karena resolusi rendah dari *clock* yang digunakan untuk wireless LAN di band 2,44 dan 5,78 GHz. Metode ini membutuhkan peralatan yang memiliki komunikasi usart pada modul frekuensi radionya, jika hanya dapat menggunakan komunikasi uart

maka nilai RTT yang didapat akan selalu berubah dan tidak dapat ditentukan perubahannya. Sehingga metode ini kurang cocok untuk digunakan.

Indikasi kekuatan sinyal yang di terima (*Receivied Signal Strength Indication/RSSI*): RSSI menurun secara non-linear dengan jarak. Dalam metode ini, model teoritis atau empiris yang digunakan untuk menerjemahkan kekuatan sinyal ke dalam perkiran jarak. Untuk meningkatkan resolusi jarak dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa pengamatan dan menerapkan metode statistik untuk meningkatkan akurasi.

Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian untuk membuat sistem untuk mengukur jarak antara 2 titik wireless berdasarkan nilai RSSI dan menggunakan modul wireless Xbee Pro.

### 1.2. Tujuan

Tujuan dari *paper* ini adalah untuk mengetahui tingkat keakurasian metode RSSI sehingga diketahui batas kemampuan alat dalam mengukur

jarak dengan kesalahan (*error*) terkecil, serta untuk mengetahui hubungan nilai RSSI terhadap jarak.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Received Signal Strength Indication (RSSI)

Dalam telekomunikasi, RSSI adalah sebuah ukuran kekuatan sinyal radio yang diterima oleh *receiver*. Teknologi *localization node* of wireless sensor network (WSN) biasanya menggunakan nilai RSSI untuk melakukan pengukuran jarak [2]

Dengan mengumpulkan nilai RSSI, maka dapat ditentukan jarak antara *transmitter* dan *receiver*.

Persamaan 1 adalah model shadowing yang banyak digunakan dalam transmisi sinyal wireless.[3]

$$[P_r(d)] = [P_r(d_o)]_{dBm} - 10n \lg\left(\frac{d}{d_o}\right) + X_{dBm} \quad (1)$$

Keterangan,  $d$  adalah jarak dari pemancar dan penerima dengan satuan dalam meter,  $d_o$  adalah jarak referensi yang biasa bernilai sama dengan 1 meter,  $P_r(d)$  adalah kekuatan sinyal yang diterima oleh penerima (dBm),  $X_{dBm}$  adalah variabel acak Gaussian yang nilai rata-ratanya adalah 0, nilai ini menggambarkan perubahan kekuatan sinyal yang diterima dalam jarak tertentu,  $n$  adalah indeks *path loss*.

Sehingga diperoleh persamaan model shadowing yang disederhanakan yang ditunjukkan pada persamaan 2.

$$[P_r(d)] = [P_r(d_o)]_{dBm} - 10n \lg\left(\frac{d}{d_o}\right) \quad (2)$$

Dengan  $d_o = 1m$ , sehingga diperoleh persamaan pengukuran jarak berdasarkan pada nilai RSSI yang digunakan dalam praktek ditunjukkan dalam persamaan dibawah ini.

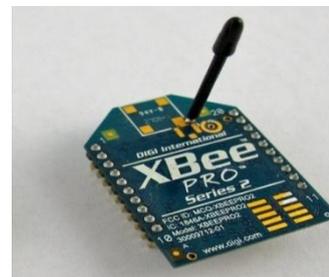
$$RSSI[dBm] = [P_r(d)]_{dBm} = A - 10n \lg d \quad (3)$$

$$d = 10^{\left(\frac{A-RSSI}{10n}\right)} \quad (4)$$

Dengan  $A$  adalah kekuatan sinyal yang diterima dalam jarak 1m dengan satuan dBm.[4]

### 2.2. Modul Wireless Frekuensi 2,4 GHz Xbee Pro

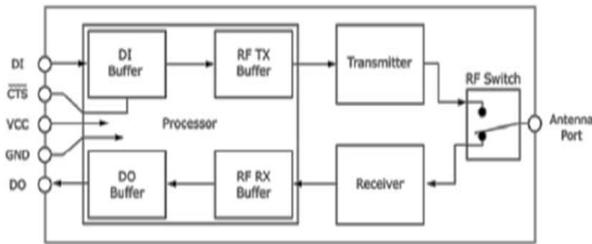
*Radio Frequency Transceiver* atau pengirim dan penerima frekuensi radio ini berfungsi untuk komunikasi secara nirkabel (wireless). Salah satu modul komunikasi wireless dengan frekuensi 2.4Ghz adalah Xbee-PRO ZB ZigBee/IEEE 802.15.4 2.4GHz. *Radio frequency transceiver* ini merupakan sebuah modul yang terdiri dari *RF receiver* dan *RF transmitter*. Modul RF interface XBee/XBee-PRO ZB ini berhubungan dengan melalui logic-level asynchronous serial port. Melalui serial port ini, modul dapat berkomunikasi dengan logic dan voltage kompatibel *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter* (UART) atau melalui level translator ke semua serial device contohnya pada RS-232 atau USB interface board. UART adalah bagian perangkat keras komputer yang menerjemahkan bit-bit paralel data dan bit-bit serial. UART biasanya berupa sirkuit terintegrasi yang digunakan untuk komunikasi serial pada komputer atau port serial perangkat peripheral. Perangkat yang memiliki interface UART dapat terhubung langsung pada pin modul RF.



Gambar 1. modul XBee PRO

Pada dasarnya, XBee memiliki 2 mode beroperasi yakni mode Transparent dan API. Akan tetapi, apabila mode API digunakan, dibutuhkan pemaketan data RF. Untuk itu, data akan di-buffer terlebih dahulu sebelum dikirim atau diterima. Flow data serial menjadi paket RF. Pada XBee apabila ada data input (DI), data akan masuk ke DI buffer. Setelah itu, input data akan diteruskan ke *RF TX buffer*, kemudian untuk mentransmisikan input data, posisi *RF switch* menjadi *transmitter*. Begitu juga sebaliknya, apabila ada data yang diterima, posisi *RF switch* menjadi *receiver* lalu data akan masuk *RF RX buffer*, kemudian data diteruskan ke DO buffer lalu menjadi data output (DO), kemudian DO diteruskan dari XBee ke host.

Diagram data flow internal XBee dapat dilihat pada Gambar 2.[5]



Gambar 2 Diagram data flow internal

Dalam paper ini, *API frame* yang digunakan adalah tiga jenis yaitu *Zigbee Receive Packet*, *AT Command* dan *AT Command Response*. *API frame* ini digunakan pada *local node*, sedangkan *remote node* menggunakan *transparent mode*.

### 2.3 DB (*Receive Signal Strength*) Command

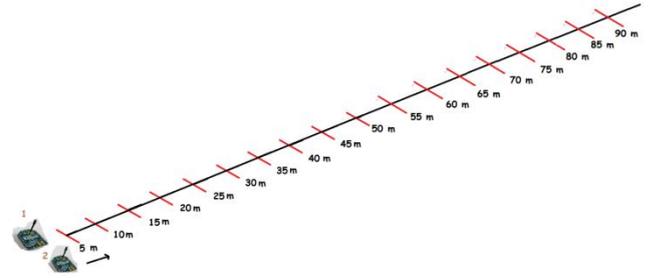
Parameter DB digunakan untuk membaca kekuatan sinyal yang diterima dalam dBm dari paket RF yang diterima terakhir. Nilai yang dilaporkan akurat antara - 40 dBm dan sensitivitas modul RF penerima. Nilai absolut dilaporkan dari modul sebagai contoh: 0x58 = - 88 dBm (desimal). Jika tidak ada paket RF yang diterima (setelah reset terakhir, power cycle atau sleep event) , maka “0” yang akan dilaporkan.

AT Command : ATDB  
 Parameter Range [read-only]:  
 0x17-0x5C (XBee), 0x24-0x64 (XBee-PRO)

Perintah ATDB dapat dilakukan langsung melalui hyperterminal, dengan terlebih dahulu mengetik +++ untuk masuk ke Command Mode.

## III. METODOLOGI

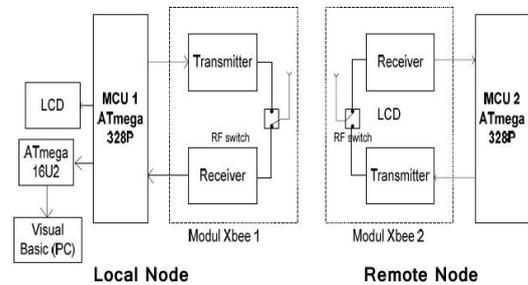
Metode pengukuran jarak dalam penelitian ini menggunakan prinsip RSSI untuk mengetahui jarak *Transceiver 1* terhadap *Transceiver 2*. Untuk satu dimensi pengukuran dapat dilihat pada gambar 3. *Transceiver 1* dan *2* berada pada situasi *line-of-sight*. Umumnya untuk memungkinkan posisinya secara 2D atau 3D adalah dengan menambahkan beberapa *receiver*. [6] Dalam *paper* ini difokuskan untuk 1 dimensi saja yaitu jarak.



Gambar 3. Jalur Pengukuran

Hal yang pertama dilakukan adalah melakukan percobaan untuk menetapkan nilai RSSI pada jarak 1 meter yang dijadikan nilai konstanta A pada persamaan (3).

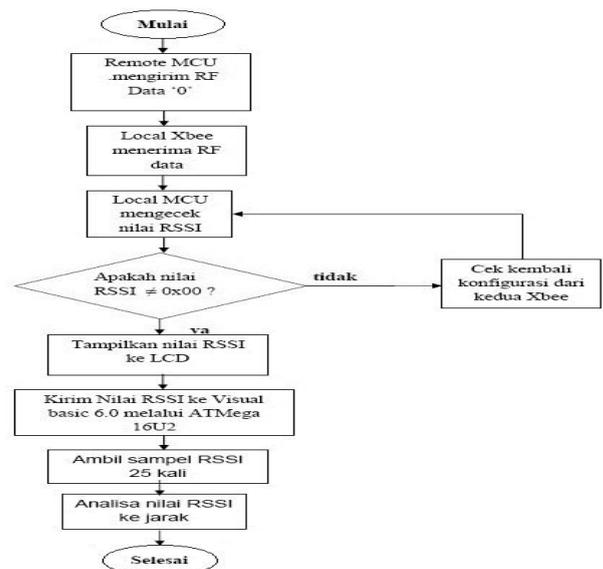
### 3.1 Diagram Blok Rangkaian



Gambar 4. Diagram Blok Rangkaian

Pada rancangan alat ukur jarak di atas terdiri dari dua buah *transceiver* Xbee XBP24-Z7WIT-004. Data RSSI akan dicatat dan disimpan di visual basic (PC) dan di analisa jarak antara kedua titik wireless tersebut.

### 3.2 Flowchart



Gambar 5. Flowchart

Karena nilai RSSI yang dibaca dari modul XBP24-Z7WIT-004 adalah nilai dari register atau parameter DB maka nilai tersebut disimpan ke dalam variabel “intRSSI” dan dimasukkan ke dalam array “intTotal” (variabel dan array tersebut terdapat pada *visual basic*). Setelah array telah terisi oleh 25 data maka nilai akhir RSSI dapat dihitung dengan persamaan (5) dibawah ini,

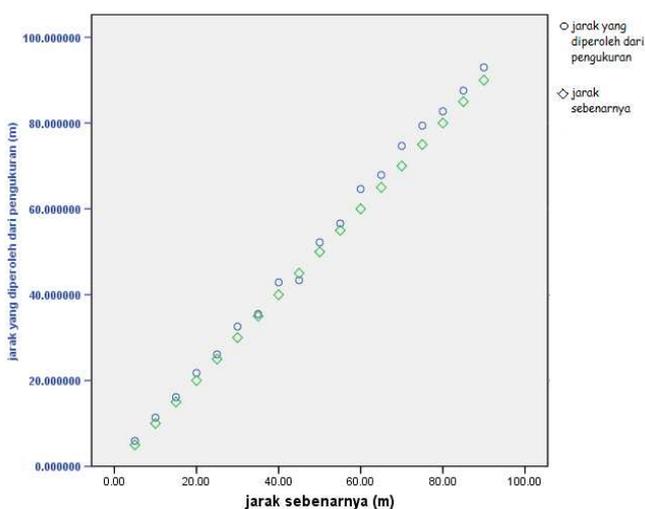
$$RSSI = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m RSSI_i \quad (5)$$

Dengan m adalah jumlah nilai RSSI yang diterima oleh *visual basic* (dalam hal ini adalah 25). Kemudian nilai akhir RSSI tersebut dimasukkan ke persamaan (4) sehingga diperoleh jarak pengukuran penelitian.

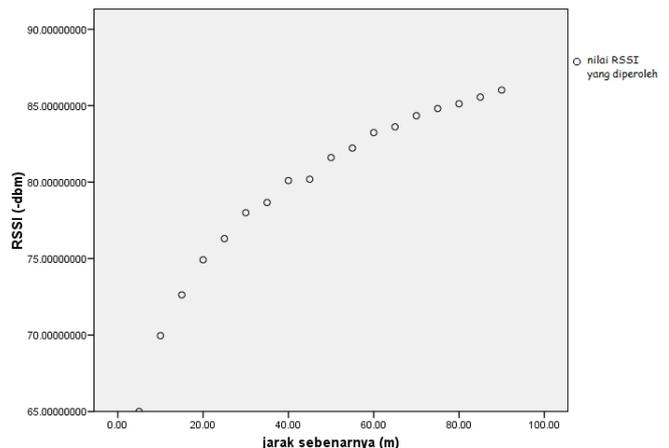
#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil akhir nilai RSSI pada jarak 1 meter untuk menetapkan nilai A pada persamaan(4) pada Bab sebelumnya adalah -51,375 dBm. Sehingga konstanta  $A = P_r[d_0] = -51,375$  dBm dan berdasarkan literatur [7]  $n = 1,76$ .

Setelah pengujian dilakukan, hasil analisa jarak dan nilai RSSI yang diperoleh sistem dapat dilihat pada gambar 6 dan 7 dibawah ini,



Gambar 6. Grafik jarak sebenarnya vs Jarak yang diperoleh untuk 5 m – 90 m



Gambar 7. Grafik jarak sebenarnya vs RSSI

Dari gambar 6, diperoleh hasil pengukuran jarak yang dihasilkan pada penelitian ini terhadap jarak sebenarnya yang ada. Terdapat perbedaan yang cukup kecil dengan rata – rata *error* sebesar 2,3598 m. Gambar tersebut menunjukkan hasil yang diperoleh tidak jauh menyimpang dari garis linear. Dengan mengukur nilai RSSI, jarak sebenarnya dengan jarak yang diperoleh dari analisa RSSI memiliki perbedaan yang cukup kecil. Data lengkapnya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisa jarak yang diperoleh vs jarak sebenarnya (untuk 5-90m)

Jarak sebenarnya (m)	RSSI (-dBm)	Jarak yang diperoleh dari pengukuran (m)	Error (m)
5	65	5,942	0,942
10	69,9583333	11,35	1,35
15	72,625	16,1205	1,1205
20	74,9166667	21,7565	1,7565
25	76,3055556	26,092	1,092
30	78	32,567	2,567
35	78,66667	35,481	0,481
40	80,1	42,864	2,864
45	80,19047619	43,375	1,625
50	81,60606061	52,199	2,199
55	82,225	56,5978	1,5978
60	83,2413	64,6397	4,6397
65	83,615832	67,889	2,889
70	84,34483	74,6792	4,6792
75	84,8123	79,3962	4,3962
80	85,127	82,737	2,737
85	85,5612	87,5588	2,5588
90	86,02	92,9822	2,9822

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dengan menggunakan *tranceiver* Xbee Pro ZB diperoleh estimasi jarak yang memiliki keakuratan yang cukup tinggi, bahwa pada jarak sebenarnya 5 -90 meter didapat pengukuran kesalahan rata-ratanya adalah sekitar 2,35 meter, serta dari gambar 6 dan 7 menunjukkan bahwa nilai RSSI menurun secara non-linear dan bergerak secara *logarithmic* terhadap jarak, artinya semakin jauh jarak antara 2 titik wireless maka semakin kecil nilai RSSI yang diterima mikrokontroler lokal.

Adapun beberapa saran yang ingin disampaikan penulis untuk mengembangkan penelitian ini pada kesempatan penelitian berikutnya adalah: penelitian ini dapat dikembangkan dalam *Positioning technology* dalam *outdoor* maupun *indoor*; perlu adanya metode/model statistik lain untuk menyeleksi data yang didapat seperti model *Gaussian*, *Euler*, dll agar tingkat *probability* data yang dipilih tinggi; penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan modul frekuensi radio yang memakai antena satu arah agar *path loss* tidak besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] David, Lopez Perez.2006. "Measuring Round Trip Times For Distance Estimation Between WLAN Nodes". Cork Institute of Technology, Irland, halaman 7-8.
- [2] Zhang Jieying, Sun Maonghang .2007. "Dynamic distance estimation method based on RSSI and LQI", Journal of ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY, vol 30 No.2 halaman 142-145.
- [3] Li J, Cuo L.2006."Power-efficient node localizarion algorithm in wireless sensor networks". Proceedings of APWeb 2006 International Workshops, Harbin, China, vol 3842, halaman 420-430.
- [4] Zhang J, Zhang L.2009."Research on Distance Measurement Base on RSSI of Zigbee" ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management, Hangzhou, China, vol 3, halaman 210-212.
- [5] Digi.2010."Xbee/Xbee-Pro ZB RF Modules". Digi International Inc: Minnetonka.
- [6] A,Sletzer.2004."Concept and application of LPM – A novel 3-D local position measurement system", IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 52, no. 12, halaman 2664–2669.
- [7] Molisch,Andreas F. 2004. " IEEE 802.14.4a Channel Model" IEEE standard document, halaman 383-385.

