

MODUL 2 PENGUKURAN JARAK ANTAR NODE MENGGUNAKAN X-BEE

1. TUJUAN

- Memperkirakan jarak antar node berdasarkan model komunikasi nirkabel
- Mengukur kuat sinyal terima dari modul komunikasi X-Bee
- Mendapatkan karakteristik lingkungan berdasarkan hasil estimasi jarak

2. DASAR TEORI

Terkadang antara dua node atau lebih yang sedang berkomunikasi perlu diketahui jarak antar keduanya untuk kepentingan penentuan posisi node tersebut. Selain itu karakteristik sebuah ruangan bisa ditentukan berdasarkan kuat sinyal yang diterima oleh salah satu node.

2.1. Received Signal Strength Indicator (RSSI)

Received Signal Strength Indicator (RSSI) merupakan indikator seberapa besar kuat sinyal yang diterima terhadap penerimaan sinyal di titik referensi tertentu. RSSI dinyatakan sebagai sebuah rasio antara sinyal terima sebuah node di titik tertentu, terhadap sinyal terima di titik referensi, yang bisa dituliskan sebagai:

$$RSSI = 10x \left[\frac{P_{Rx}}{P_{Reff}} \right] \quad (1)$$

Dimana P_{Rx} adalah daya terima pada receiver (watt), P_{Reff} daya terima pada titik referensi (watt) dan RSSI tidak punya satuan. Jika P_{Rx} dan P_{Reff} diketahui dalam dBm, maka:

$$RSSI = P_{Rx} (dBm) - P_{Reff} (dBm) \quad (2)$$

Daya terima di suatu titik di permukaan bumi bisa dianggap berasal dari pemancar yang memiliki arah pancar ke segala arah (omnidirectional), sehingga posisi dari pemancar dan penerima bisa diasumsikan sebagai sebuah bola dengan pusat adalah titik penerima, sedangkan pemancarnya berada di permukaan bola. Sehingga persamaan yang bisa diberikan untuk pemancar berdasarkan asumsi bola tersebut adalah:

$$P_{Rx} = P_{Tx} x G_{Tx} x G_{Rx} x \left[\frac{\lambda}{4\pi d} \right]^n \quad (3)$$

Dengan:

- P_{Rx} = Daya yang diterima pada receiver (watt)
 P_{Tx} = Daya yang dikirim oleh transmitter (watt)
 G_{Tx} = Gain transmitter (watt)
 G_{Rx} = Gain receiver (watt)
 λ = panjang gelombang (meter)
 d = Jarak transmitter dan receiver (meter)
 n = path loss exponent

Substitusikan persamaan (1) dan (3) untuk P_{Rx} dan P_{Reff} , sehingga didapatkan bentuk logaritmik dari perbandingan kedua persamaan di atas:

$$RSSI = 10x \log \left[\frac{P_{Tx} x G_{Tx} x G_{Rx} x \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^n}{P_{Tx} x G_{Tx} x G_{Rx0} x \left(\frac{\lambda}{4\pi d_0} \right)^n} \right] \quad (4)$$

Jika G_{Tx} dan G_{Rx} maupun G_{Rxo} dianggap = 1, maka persamaan (4) dapat disederhanakan menjadi:

$$RSSI = 10x \log \left[\frac{d_0}{d} \right]^n = -10n x \log \left[\frac{d}{d_0} \right] \quad (5)$$

Dimana d_0 adalah jarak dari pemancar ke titik referensi.

Tabel 1 adalah acuan dari varian esponen path loss (n) di beberapa tempat berbeda, sebagaimana ditulis oleh Rappaport, dalam bukunya *Wireless Communications: Principle and Practice*.

Tabel 1. Path loss Exponent untuk berbagai lingkungan

<i>Environment</i>	<i>Path Loss Exponent, n</i>
<i>Free space</i>	2
<i>Urban area cellular radio</i>	2.7 to 3.5
<i>Shadowed urba cellular radio</i>	3 to 5
<i>In building Line-of-sight</i>	1.6 to 1.8
<i>Obstructed in building</i>	4 to 6
<i>Obstructed in factories</i>	2 to 3

2.2. Pemodelan Kanal Log-normal Shadowing

Pada perhitungan dengan RSSI, kuat sinyal merupakan hal yang sangat penting dalam menentukan estimasi jarak antar *node*. Namun kenyataannya banyak faktor yang dapat mempengaruhi kuat sinyal yang diterima, antara lain *multipath fading*, *shadowing*, efek antena, dan efek peralatan transmisi itu sendiri. Oleh karena itu dibutuhkan suatu model kanal untuk mengurangi kerugian propagasi.

Log distance path loss model adalah model generik dan pengembangan dari *Friis Free space model*. Hal ini digunakan untuk memprediksi kerugian propagasi untuk berbagai lingkungan. Sedangkan, *Friis Free space model* dibatasi untuk area yang jelas terdapat penghalang antara pemancar & penerima. Ilustrasi pemodelan kanal *log normal Shadowing* ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Pemodelan Kanal Log Normal Shadowing

Di wilayah yang jauh dari pemancar ($d \geq d_f$), jika $P_L(d_0)$ adalah nilai path loss dalam dB pada jarak d_0 dari transmitter, kemudian *path loss* (nilai *loss* dari *signal power* dalam dB ketika berpindah dari jarak d_0 ke d) pada jarak tertentu $d > d_0$ memiliki persamaan:

$$P_L = P_{Tx} - P_{Rx} \quad (6)$$

Dengan cara yang sama, $P_L(d_0)$ pada jarak d_0 dapat dicari menggunakan persamaan (6) dengan P_{Tx} yang sama, dan P_{Rx0} , yaitu daya sinyal terima pada jarak d_0 , yaitu:

$$P_{L0} = P_{Tx} - P_{Rx0} \quad (7)$$

Substitusikan persamaan (6) dan (7) melalui P_{Tx} , dan persamaan (2) sehingga didapatkan:

$$\begin{aligned} P_L &= P_{L0} - P_{Rx} - P_{Rx0} \\ &= P_{L0} - RSSI \end{aligned} \quad (8)$$

Jika diketahui dari persamaan (5) bahwa $RSSI = -10n \times \log \left[\frac{d}{d_0} \right]$ maka:

$$P_L = P_{L0} + 10nx \log \left(\frac{d}{d_0} \right) + X_\sigma \quad (9)$$

Dengan X_σ adalah varians noise yang menyertai pengukuran dan nilai noise ini dapat diukur sebelumnya. Persamaan (9) dapat dinyatakan dalam bentuk daya sinyal terima, P_{Rx} dan daya sinyal terma pada titik referensi, P_{Rx0} sebagai berikut:

$$-P_{Rx} = -P_{Rx0} + 10nx \log \left[\frac{d}{d_0} \right] + X_\sigma \quad (10)$$

Persamaan (10) ini hanya berlaku jika $P_{Tx}=1\text{mW}$ atau 0 dBm (bisa dilihat di datasheet modul komunikasi), namun apabila tidak bernilai tersebut, maka P_L adalah $P_{Tx}(\text{dBm}) - P_{Rx}$. Begitu juga untuk P_{L0} .

Dari persamaan (10) dapat dicari *path loss exponent* (n) dari sebuah bidang observasi sebagai berikut:

$$n = \frac{P_{Rx0} - P_{Rx} - X_\sigma}{10x \log(d/d_0)} \quad (11)$$

3. Peralatan yang Digunakan

- 2 modul FTDI
- 2 modul XBee Pro S2
- 2 laptop
- Kabel serial (USB to mini USB)
- Software XCTU
- Meteran / penggaris

4. Langkah Percobaan

4.1. Mengukur daya terima dan jarak pada titik referensi

a. Persiapan

1. Siapkan peralatan yang digunakan. Setting XBee Pro S2 untuk mode konfigurasi UNICAST. Berikan pengalamatan PAN ID dan setting DL dan SL untuk peer-to-peer.
2. Tetapkan mana perangkat yang akan digunakan sebagai Transmitter dan mana yang digunakan sebagai Receiver.
3. Tetapkan bidang observasi yang akan diamati.

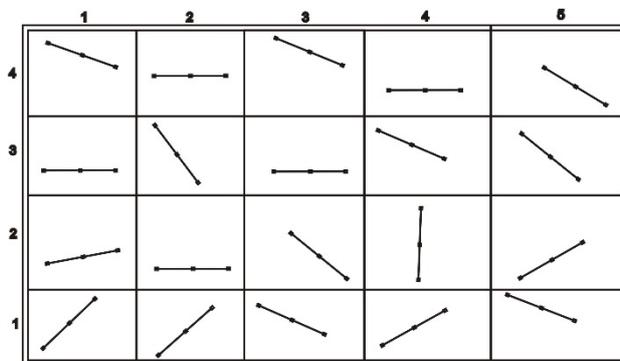
b. Pengukuran

1. Letakkan perangkat transmitter di atas bangku atau meja dengan jarak minimal 30 cm di atas lantai. Taruh di sembarang lokasi pada bidang observasi

2. Dengan penggaris, ambil jarak 1 meter dari transmitter. Letakkan receiver pada titik tersebut. Jarak 1 meter adalah d_0 .
3. Dari receiver (pada mode Terminal di XCTU), kirim 1 karakter ke Transmitter. Selanjutnya ketik ATDB.
4. Tunggu hingga ada response nilai berupa 2 digit Hexadecimal. Nilai tersebut adalah P_{RO} .
5. Ulangi pengukuran 1 s/d 4 sebanyak 5 kali. Catat pada Tabel XL atau secara manual.
6. Bergeraklah pada lokasi lain di dalam bidang observasi. Lakukan hal yang sama seperti pengukuran 1 s/d 5. Jangan lupa memberikan identitas di setiap lokasi yang diukur. Catat seluruh hasil pengukuran pada Tabel XL seperti contoh Tabel 2.
7. Lakukan sebanyak 3 lokasi berbeda.
8. Carilah nilai rata-rata total untuk P_{RO} dari hasil pengukuran ini.
9. Carilah nilai $X\sigma$ yang merupakan selisih dari P_{RO} rata-rata terhadap P_{RO} rata-rata masing-masing lokasi.

Tabel 2. Pencatatan Hasil Pengukuran 1

No.	Lokasi 1		Lokasi 2		Lokasi 3	
	P_{RO} (Hexa)	P_{RO} (dBm)	P_{RO} (Hexa)	P_{RO} (dBm)	P_{RO} (Hexa)	P_{RO} (dBm)
1						
2						
5						
Rata-rata P_{RO}						



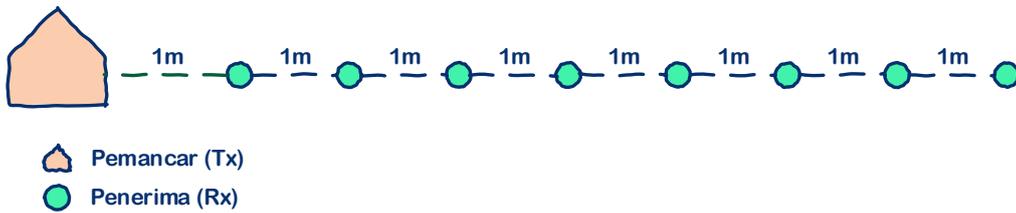
Gambar 2. Skenario Pengukuran daya terima pada titik referensi

4.2. Mengukur daya terima dan RSSI

a. Pengukuran

1. Pada bidang observasi yang sama, letakkan perangkat transmitter di salah satu pojok dari ruangan tersebut.
2. Ambil jarak 2 meter dari Tx tersebut. Letakkan perangkat Receiver. Ukur kuat sinyal terima (P_{Rx}) pada titik tersebut dalam dBm (seperti langkah a.3 dan a.4). Lakukan 3 kali pengukuran.
3. Pindahkan Receiver menjauh dari Transmitter dengan jarak 4 meter. Ulangi langkah 2. Perhatikan, Transmitter jangan dipindah dari tempatnya semula. Lakukan 3x pengukuran di titik tersebut. Isi Tabel 3 dengan hasil pengukuran anda.

- Ulangi langkah 3 untuk jarak 6, 8, 10 dst... sampai jarak maksimal yang bisa dicapai oleh perangkat Receiver atau jarak maksimal bidang observasi.
- Carilah rata-rata nilai P_{RX} di masing-masing titik observasi tadi.



Gambar 3. Skenario Pengukuran daya terima di titik tertentu

Tabel 3. Pencatatan Hasil Pengukuran 2

No.	2 m		4 m		6 m		8 m		...		N meter	
	P_{RX} (Hexa)	P_{RX} (dBm)										
1												
2												
3												
Rata												

4.3. Menentukan nilai path loss exponent dan estimasi jarak antar Tx-Rx

- Di salah satu titik pengukuran, ambillah P_{Rx} rata-ratanya, kemudian dengan P_{Rx0} dan $X\sigma$ carilah *path loss exponent* (n) menggunakan persamaan (11).
- Kemudian dengan nilai n yang didapat pada langkah 1 di atas, carilah estimasi jarak untuk masing-masing titik pengukuran. Carilah harga mutlak selisih dari jarak sesungguhnya terhadap jarak estimasinya. Isilah seperti pada Tabel 4.

No.	2 m		4 m		6 m		8 m		...		N meter	
	d_{est}	Seli-sih										
1												
2												
3												
Rata												

TUGAS:

- Gambarlah grafik jarak (meter) terhadap rata-rata P_{RX} (dBm) untuk masing-masing titik berjarak sesuai hasil pengamatan pada Tabel 3.
- Gambarlah grafik jarak sesungguhnya (meter) terhadap seluruh data jarak terestimasi (meter) pada jarak tersebut.
- Berapa rata-rata selisih antara jarak sesungguhnya terhadap jarak terestimasinya ?