

## EVALUASI PERANGKAT IQRF PADA TOPOLOGI AD-HOC UNTUK MENGETAHUI RSSI

Seh Turuy<sup>1</sup>, Widyawan<sup>2</sup>

<sup>12</sup>Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi  
Universitas Gadjah Mada

<sup>1</sup>[syeh.turuy@yahoo.co.id](mailto:syeh.turuy@yahoo.co.id), <sup>2</sup>[widyawan@ugm.ac.id](mailto:widyawan@ugm.ac.id)

### Abstraksi

*Wireless Sensor Network (WSN) atau jaringan sensor nirkabel merupakan salah satu teknologi inti dalam bidang ubiquitous computing. WSN terdiri atas satu atau lebih node sensor yang digunakan untuk menangkap informasi sesuai dengan karakteristiknya. Dalam WSN yang menjadi masalah adalah performa jaringan. Permasalahan tersebut salah satunya disebabkan oleh jarak penempatan node yang tidak sesuai. Penelitian ini melakukan evaluasi kuat sinyal yang diterima (RSSI) antar node pada jaringan sensor nirkabel dengan memanfaatkan perangkat IQRF pada topologi ad-hoc. Pengukuran dilakukan dengan menempatkan node end-device pada berbagai jarak dari node coordinator. Setiap jarak diberi perlakuan dengan mengubah tinggi dari node end-device dari permukaan lantai. Pengujian dilakukan dengan dua jenis skenario, yaitu di dalam ruangan (indoor) dan di luar ruangan (outdoor). Hasil pengujian baik pada lingkungan indoor maupun outdoor menunjukkan bahwa semakin jauh jarak antara node end-device dengan node coordinator, maka kuat sinyal akan semakin menurun. Ketinggian posisi node end-device terhadap node coordinator juga mempengaruhi besarnya RSSI.*

**Kata kunci – jaringan sensor nirkabel, IQRF, Ad-hoc, RSSI**

### 1. PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

*Wireless Sensor Network (WSN) atau jaringan sensor nirkabel merupakan salah satu teknologi inti dalam bidang ubiquitous computing. WSN terdiri atas satu atau lebih node sensor yang digunakan untuk menangkap informasi sesuai dengan karakteristiknya. Sebuah node sensor terdiri atas lima komponen dasar yaitu: sensing, processing, memory, transceiver, dan power, serta beberapa komponen yang bisa ditambahkan sesuai dengan tujuannya seperti location finding system, power generator dan mobilizer (Saharuna dkk, 2012).*

IQRF merupakan salah satu dari perangkat WSN yang memiliki kelebihan kecepatan rendah, hemat energi, handal dan mudah digunakan untuk konektivitas nirkabel seperti telemetri, kontrol di industri, otomatisasi rumah, dan memiliki harga murah. Selain itu, IQRF sudah mendukung semua topologi jaringan dan lisensinya tidak berbayar, bentuknya modular, serta protokol yang digunakan bebas dan terbuka (Seflova dkk, 2012).

Salah satu hal yang perlu diketahui dalam jaringan komunikasi WSN adalah kuat sinyal yang diterima. Dalam komunikasi kuat sinyal dikenal dengan istilah *receiver strength signal indicator* (RSSI). RSSI dilakukan dengan mengukur kekuatan sinyal RF yang diterima selama komunikasi antara node. Dengan mengetahui kuat sinyal yang diterima maka kualitas komunikasi antar node dapat dievaluasi.

Penelitian ini difokuskan pada evaluasi terhadap kuat sinyal RSSI antar node perangkat WSN pada topologi *ad-hoc* dengan memanfaatkan IQRF. Pengukuran dilakukan di ruangan tertutup (*indoor*) dan ruangan terbuka (*outdoor*). Tujuannya untuk mengetahui kualitas sinyal yang diterima terhadap jarak.

#### Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah masalah performa komunikasi perangkat IQRF pada jaringan sensor nirkabel.

#### Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengukur kuat sinyal yang diterima (RSSI) antar node terhadap jarak.
2. Mengetahui pengaruh penempatan

- ketinggian node terhadap RSSI.
3. Membandingkan hasil jarak pengukuran ruang terbuka (*outdoor*) dan ruang-an tertutup (*indoor*).

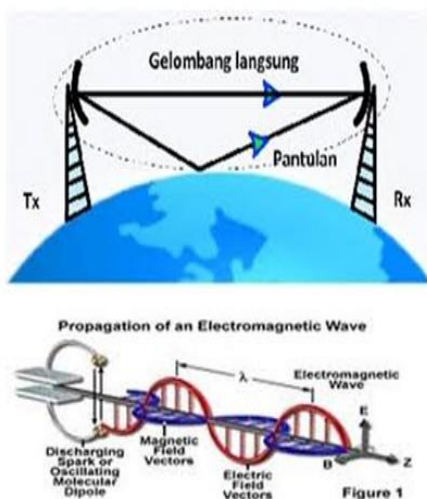
## 2. LANDASAN TEORI

### Komunikasi Nirkabel

Komunikasi nirkabel (*wireless*) merupakan jaringan tanpa kabel yang menggunakan udara sebagai media transmisi untuk menghantarkan gelombang elektromagnetik. Wilayah frekuensi dan panjang gelombang sering disebut sebagai *spectrum electromagnetic*. Pada spektrum tersebut terdapat wilayah gelombang mikro yang memiliki frekuensi 300 MHz sampai 300 GHz dengan panjang gelombang dari 1 m sampai 1 mm (Saharuna dkk, 2012)

### Propagasi Gelombang Radio

Perambatan gelombang radio mempunyai peranan penting dalam sistem komunikasi tanpa kabel (*wireless*), karena proses pengiriman informasi dari pengirim (*transmitter*) menuju penerima (*receiver*) melalui gelombang radio. Interaksi sinyal yang ditransmisikan dengan ruang bebas menimbulkan propagasi *line-of-sight*, pembiasan dan pembelokan/pantulan oleh lapisan atmosfer. Hal ini berkaitan dengan daerah pancar antara pengirim dan penerima yang dikenal dengan *Fresnel Zone*.



Gambar 2.1. Propagasi gelombang radio

Pada propagasi ruang bebas hanya ada rugi-rugi sinyal atau redaman sebagai fungsi jarak antara pemancar dan penerima. Kerusakan sinyal dipengaruhi oleh rancangan antena pemancar dan penerima, pola radiasi antenanya, dll. Perhitungan redaman dilakukan dengan menggunakan rumus redaman ruang bebas (*free space loss*). Persamaan (1) adalah rumus redaman ruang bebas dalam *decibel* (Balanis, 2005).

$$L = 32,44 + 20 \log f + 20 \log d \quad (1)$$

dengan

$L$  = redaman ruang bebas

$f$  = frekuensi (MHz)

$d$  = jarak antar pengirim-penerima (Km)

Besarnya kekuatan sinyal yang diterima pada penerima dapat dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$Pr = Pt + Gt + Gr - L \quad (2)$$

$$Pr = Pt + Gt + Gr - (32,44 + 20 \log f + 20 \log d) \quad (3)$$

dengan

$Pt$  = daya yang dipancarkan oleh pengirim

$Gt$  = penguatan antena pemancar

$Gr$  = penguatan antena penerima

### RSSI

*Received Signal Strength Indicator* (RSSI) merupakan parameter yang menunjukkan daya terima dari seluruh sinyal pada *band frequency channel pilot* yang diukur. Dalam artian semua daya sinyal yang terukur oleh penerima pada satu *band frequency* (IQRF) digabungkan menggunakan proses *rake receiver*.

RSSI merupakan teknologi yang digunakan untuk mengukur indikator kekuatan sinyal yang diterima oleh sebuah perangkat nirkabel. Namun pemetaan langsung nilai RSSI berdasarkan jarak memiliki banyak keterbatasan. Karena pada dasarnya RSSI rentan terhadap *noise*, *multi-path fading*, gangguan, dan lain-lain yang mengakibatkan fluktuasi besar dalam kekuatan yang diterima. Daya yang diterima oleh antena ( $Pr$ ) ditempatkan pada jarak  $d$  dari antena pemancar dengan daya transmisi ( $Pt$ ) yang dirumuskan Friis dengan persamaan berikut:

$$Pr = PtGrGt \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2 \quad (4)$$

Dengan

$G_t$  = Gain antenna pemancar

$G_r$  = Gain antenna penerima

$\lambda$  = panjang gelombang

Ceylan dkk, (2010) mengatakan bahwa tidak ada aturan mengenai per-samaan untuk menghitung RSSI. Setiap perusahaan memiliki persamaan sendiri untuk menghitung RSSI. Misalnya Texas Instruments menyatakan persamaan RSSI adalah :

$$RSSI = -(10.n.Log_{10}d+A) \quad (5)$$

dengan

$n$  = propagasi sinyal konstan (nilai empiris)

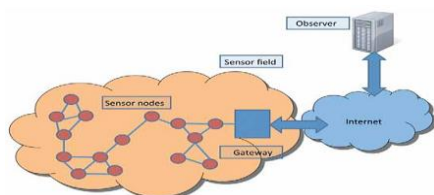
$d$  = jarak dari transmitter

$A$  = kekuatan sinyal yang diterima pada jarak 1 meter

### Wireless Sensor Network

Wireless sensor network (WSN) adalah salah suatu teknologi yang biasa digunakan pada sistem pemantauan pada suatu area yang cukup luas dan mem-punyai kelompok sensor pintar (*smart sensors*) yang terdiri dari sejumlah besar node sensor nirkabel kecil yang dikerahkan untuk memantau parameter lingkungan. Node mengukur kondisi di lingkungan sekitar mereka dan hasilnya diubah menjadi sinyal yang dapat diproses untuk mengungkapkan karakteristik suatu fenomena. Perangkat WSN memiliki kemampuan untuk merasakan (*sensing*), memproses dan dapat berkomunikasi (Pamungkas & Wirawan, 2015).

WSN dapat diimplementasikan di berbagai bidang seperti otomasi industri, kontrol dan manajemen energi, pemantau-an mesin-mesin kesehatan, pemantauan lingkungan untuk keperluan kesehatan, pemantauan arus lalu lintas, pemantauan bencana alam (pencatatan gempa), pemantauan polusi, pemantauan hewan liar, dll (Corke et al., 2010).



Gambar 2.2. Arsitektur WSN (Masjudin & Mustika, 2014)

Beberapa fitur WSN yang perlu diper-timbangkan sebagai berikut:

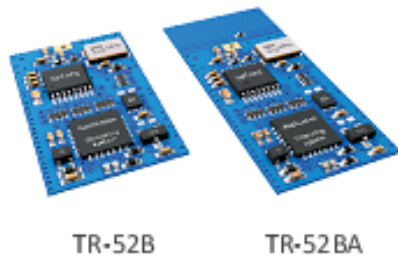
- Solusi manajemen harus hemat energi, menggunakan *bandwidth* nirkabel yang sesedikit mungkin karena komunikasi energi sangat menentukan.
- Solusi manajemen harus terukur. Hal ini sangat penting karena WSN terdiri dari puluhan hingga ribuan *node*.
- Solusi manajemen harus sederhana dan praktis karena WSN adalah sistem terdistribusi dengan sumber daya terbatas.
- MIB untuk WSNs harus berisi model informasi umum untuk node sensor, fitur WSNs, dan aplikasi WSN.
- Solusi manajemen untuk WSN harus menyediakan antarmuka umum untuk aplikasi sejak aplikasi dapat melakukan lebih baik ketika dapat mengakses informasi manajemen.
- Solusi manajemen harus diimplemen-tasikan sebagai *middleware*.

### IQRF

IQRF adalah platform komunikasi nirkabel. Perangkat ini mengintegrasikan berbagai komponen untuk membangun LR-WPAN dengan cara yang mudah, sederhana dan memperpendek tahap desain sistem komunikasi nirkabel (Kuchta dkk, 2009).

IQRF dirancang untuk segmen pasar peralatan *wireless* untuk otomatisasi bangunan dan komunikasi jarak jauh (telemetri). IQRF dikembangkan oleh Microsic Company. Platform ini bekerja pada *band* komunikasi non lisensi. Modul komunikasi IQRF dapat beroperasi pada frekuensi 868 MHz dan 916 MHz.

Kelebihan dari IQRF ini adalah terutama pada konsumsi daya yang sangat rendah, *possibility network*, daya RF yang 50epreprogram hingga 1.3 mW sehingga modul-modul ini ditentukan untuk digunakan dalam aplikasi dengan menggunakan baterai. Pada dasarnya modul komunikasi IQRF mempunyai tiga antarmuka *input/output* utama, satu input analog, SPI *interface*, dan *digital ports*. Setiap modul terintegrasi dengan sensor program analog, LED dan regulator linier 3Volt sampai 5 Volt yang digunakan untuk aplikasi pengguna (Anonim, 2008)



Gambar 2.3. IQRF tipe TR 52B

### 3. METODE PENELITIAN

#### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan secara *indoor* dan *outdoor*.

1. Lokasi *indoor* di gedung Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada.
2. Lokasi *outdoor* di samping barat gedung auditorium Universitas Gadjah Mada.

#### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang di gunakan dalam penelitian ini berupa perangkat keras dan perangkat lunak.

- a. Perangkat keras: (1) Seperangkat komputer. (2) Perangkat kit IQRF 52B, kit CK-USB-04, kabel USBABMICRO, batrei.



Gambar 3.1. CK-USB-04



Gambar 3.2. IQRF 52B

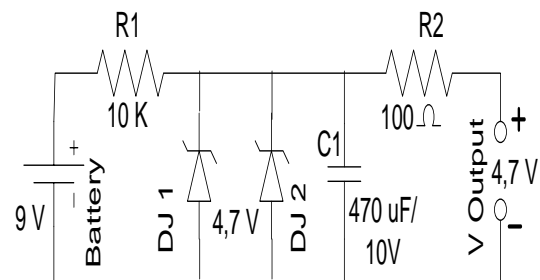
- b. Perangkat lunak: (1) Notepad++ untuk membuat kode aplikasi secara keseluruhan. (2) IQRF IDE v2.08.

### Tahapan penelitian

Jalannya penelitian dimulai dari tahap merancang rangkaian catu daya untuk IQRF, tahap konfigurasi sistem, dan tahap pengukuran RSSI.

#### Merancang IQRF

Tahap ini adalah membuat rangkaian catu daya untuk perangkat IQRF TR 52B. karena sumber yang dipakai dalam penelitian ini adalah baterai dengan tegangan sebesar 9 volt. Perangkat IQRF membutuhkan tegangan antara 3,7 sampai 5 volt dengan maksimum sebesar 100 mA. Rangkaian catu daya tersebut berfungsi menurunkan tegangan 9 volt dari baterai menjadi kisaran 3,7 volt sampai 5 volt sehingga bisa digunakan sebagai sumber tegangan IQRF. Rangkaian catu daya (gambar 3.3) menggunakan 2 buah diode zener dengan nilai batas tegangan 4,7 volt dan 2 buah resistor untuk membatasi arus. Implementasi rancangan catu daya diperlihatkan pada Gambar 3.4. Sedangkan skematik rangkaian IQRF dapat dilihat pada Gambar 3.5.

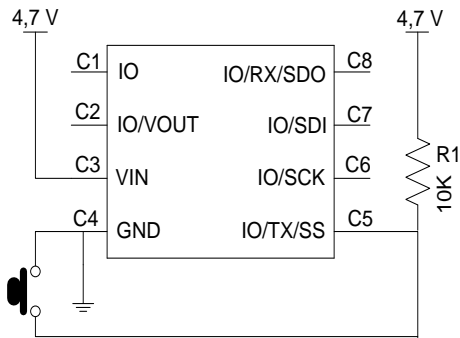


Gambar 3.3. Rangkaian catu daya



Gambar 3.4. Implementasi rancangan catu daya





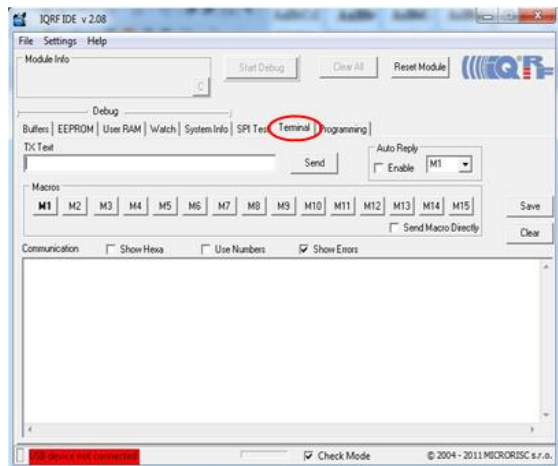
Gambar 3.5. Rangkaian IQRF

### Konfigurasi Sistem

Konfigurasi sistem ditujukan untuk menyesuaikan komunikasi antara IQRF coordinator pada PC dan IQRF node agar dapat berkomunikasi dalam jaringan.

#### a) Instalasi IDE IQRF

Pada penelitian ini komputer yang akan terhubung dengan IQRF coordinator terlebih dahulu diinstall aplikasi IDE IQRF. Hasil instalasi IDE diperlihatkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. IDE IQRF

#### b) Konfigurasi IQRF

IQRF yang dipakai dalam penelitian ini berjumlah 4 dengan tipe TR 52B. Pada pengujian dengan topologi *peer* (*ad-hoc*) dua perangkat saja yang pakai, Satu perangkat sebagai koordinator dan satunya lagi sebagai *node* pengirim (*end-device*).

1) Konfigurasi perangkat koordinator dilakukan menggunakan kompiler IQRF IDE. Pertama-tama adalah memasang IQRF TR 52B ke Kit CK-USB-04/02. Kemudian Kit CK-USB-04/02 disambungkan ke komputer menggunakan kabel USB (Gambar 3.7) dan komputer melakukan instalasi. Jika

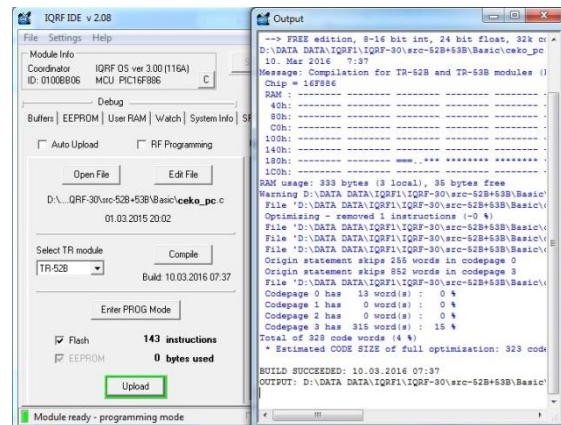
proses instalasi sukses maka pada *device manager* akan terbaca *port usb* untuk IQRF (Gambar 3.8). *Port* tersebut menandakan bahwa komputer siap digunakan untuk mengkompiler IQRF. Tampilan IDE IQRF untuk memprogram IQRF diperlihatkan pada gambar 3.9.



Gambar 3.7. Instalasi IQRF coordinator



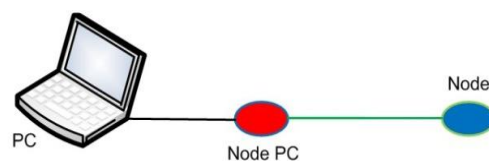
Gambar 3.8. IQRF port usb



Gambar 3.9. Compiler IDE IQRF

### Rancangan skenario pengujian

Pada penelitian ini pengujian yang dilakukan adalah untuk mengukur kuat sinyal yang diterima (RSSI) antara *node coordinator* dengan *node end-device*. Arsitektur (Gambar 3.10) yang digunakan untuk pengukuran RSSI menggunakan topologi *peer* (*ad-hoc*).

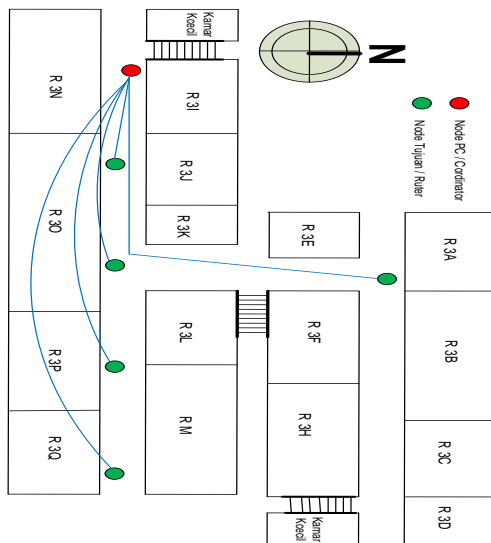


Gambar 3.10. Topologi *peer*

Pengujian dilakukan secara *indoor* dan *outdoor*. Rincian skenario untuk kedua jenis pengukuran tersebut adalah sebagai berikut:

**a) Skenario pengujian indoor**

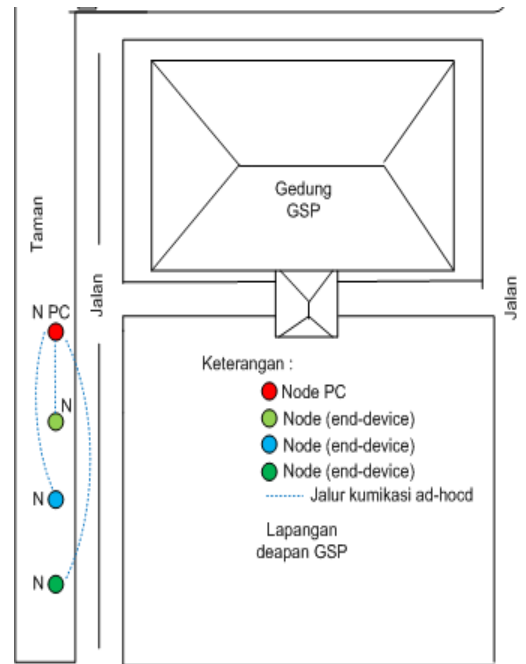
pada Gambar 3.11. Skenario pengujian dilakukan dengan menempatkan *node* Pengujian *indoor* dilakukan pada gedung Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (DTETI) Universitas Gadjah Mada (UGM) di lantai 3. Denah skenario penempatan *node* diperlihatkan *end-device* dengan berbagai jarak dari *node coordinator*. Jarak yang digunakan yaitu 10m, 20m, 25m 40m, 50m, 80m, dan 100m. Setiap jarak tersebut diberi-kan perlakuan dengan mengubah tinggi posisi *node end-device* dari permukaan lantai. Tinggi *node end-device* yang diguna-kan dalam penelitian ini adalah 40cm, 1m, 2m, dan 4m.



Gambar 3.11. Denah penempatan *node end-device* IQRf skenario indoor

**b) Skenario pengujian outdoor**

Pengujian *outdoor* dilakukan di lingkungan luar auditorium UGM. Denah skenario penempatan *node* diperlihatkan pada Gambar 3.12. Skenario pengujian dilakukan seperti pada pengujian *indoor*.



Gambar 3.12. Denah penempatan *node end-device* IQRf skenario outdoor

**4. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

Implementasi pengujian pada ruang tertutup (*indoor*) dan pada ruang terbuka (*outdoor*) yang di lakukan pada gedung DTETI fakultas teknik dan sebelah barat gedung Grha Sabha Permana (GSP) UGM. Nilai RSSI yang diperoleh dengan persamaan berikut:

$$RSSI = - (10n \log_{10} d + A) \tag{4.1}$$

Dimana nilai *n* adalah propagasi sinyal konstan (nilai empiris), sedangkan *d* merupakan jarak dari *transmitter*, dan *A* yaitu kekuatan sinyal yang diterima pada jarak 1 m. Dari persamaan diatas kita dapat menghitung jarak (*d*) dari pemancar ke penerima dengan persamaan 4.2

$$d = 10^{(A - RSSI) / 10n} \tag{4.2}$$

Proses komunikasi yang dilakukan antar ke dua *node* ini (*node PC* dan *node end-device*) untuk menentukan kuat sinyal yang diterima yaitu dimana *node en-device* mengerimkan paket data dengan perintah “RFTXpacket()” dan mengirimkan ke *node PC*. *Node PC* kemudian memeriksa apakah ada paket data yang dikirim dari *node end-device*. Jika ada data, maka *node PC* membaca dengan perintah “RFRX-packet()”, dan kemudian melakukan

komputasi untuk menghitung nilai kuat sinyal yang diterima.

**a. Pengujian indoor**

Implementasi pengujian indoor dengan jarak 10m, 25m, 40m dan 80m dengan ketinggian node end-device yang bervariasi yaitu 40cm, 1m, 2m dan 4m dari permukaan tanah.

Tabel 1. Pengujian dengan jarak 10m

No	Nilai sinyal yang diterima	RSSI (dBm)	Jarak pengukuran (M)	Jarak perhitungan (M)	Node End-Device (M)
1	85	-105	10	10	40 cm
2	83	-103	10	10	1 M
3	87	-107	10	10	2 M
4	82	-102	10	10	4 M

Tabel 2. Pengujian dengan jarak 25m

No	Nilai sinyal yang diterima	RSSI (dBm)	Jarak pengukuran (M)	Jarak perhitungan (M)	Node End-Device (M)
1	74	-101,96	25	25,00	40 cm
2	88	-115,96	25	25,00	1 M
3	84	-111,96	25	25,00	2 M
4	88	-115,96	25	25,00	4 M

Tabel 3. Pengujian dengan jarak 40m

No	Nilai sinyal yang diterima	RSSI (dBm)	Jarak pengukuran (M)	Jarak perhitungan (M)	Node End-Device (M)
63	-95,04	40	39,99	40 cm	
80	-112,04	40	39,99	1 M	
65	-101,04	40	39,99	2 M	
64	-102,04	40	39,99	4 M	

Tabel 4. Pengujian dengan jarak 80m

No	Nilai sinyal yang diterima	RSSI (dBm)	Jarak pengukuran (M)	Jarak perhitungan (M)	Node End-Device (M)
1	49	-87,06	80	79,98	40 cm
2	59	-97,06	80	79,98	1 M
3	58	-96,06	80	79,98	2 M
4	58	-96,06	80	79,98	4 M

Tabel-tabel pengujian (Tabel 1 sampai Tabel 4) menunjukkan semakin jauh transmisi sinyal dari perangkat transceiver (node end-device) terhadap receiver (node PC) menunjukkan pelemahan sinyal.

Nilai RSSI diperoleh dengan persamaan (4.1) untuk mengetahui kuat sinyal yang diterima dari receiver. Penentuan jarak menggunakan persamaan (4.2). Tabel 1 sampai

4 menunjukkan bahwa perbandingan jarak yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan hasil perhitungan perbedaannya tidak begitu signifikan.

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil perhitungan untuk jarak 10m, bila dibandingkan dengan pengukuran hasilnya kurang lebih sama. Hal ini juga berlaku pada jarak 25 m, 40 m dan 80 m seperti pada tabel 2,3,dan 4.



Gambar 4.1 Grafik pengujian indoor dengan jarak 10m



Gambar 4.2 Grafik pengujian indoor dengan jarak 25 m



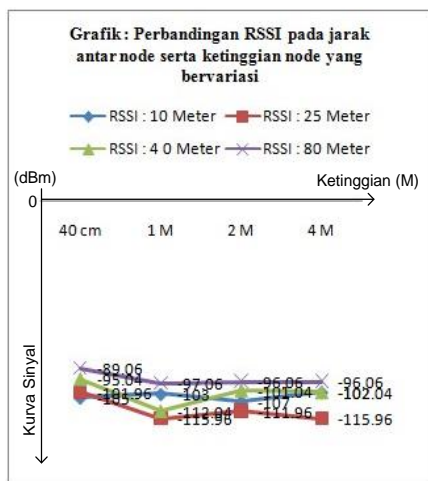
Gambar 4.3 Grafik pengujian indoor dengan jarak 40m



Gambar 4.4 Grafik pengujian indoor dengan jarak 80m

Grafik yang diperlihatkan Gambar 4.1, 4.2, 4.3, dan 4.4 menunjukkan indikator kuat sinyal yang diterima sangat bervariasi dan nilainya sesuai dengan ketinggian *node end-device*. Pada jarak antar *node* 10 m (Gambar 4.1) kuat sinyal (RSSI) yang terkuat terjadi pada ketinggian *node end-device* 4m dari lantai. Sedangkan nilai terendah terjadi pada ketinggian *node end-device* 2m dari lantai.

Untuk jarak 25 m (Gambar 4.2) kuat sinyal terkuat pada ketinggian *node end-device* 40 cm di atas lantai, sedangkan terendah pada ketinggian *node* 1 m dan 4 m. Untuk jarak 40 cm (Gambar 4.3) kuat sinyal terkuat terjadi pada ketinggian 40 cm di atas lantai, sedangkan pelemahan terjadi pada ketinggian *node end-device* 2 m di atas lantai. Pada jarak 80 m (Gambar 4.4) kuat sinyal terkuat terjadi pada ketinggian *node end-device* 40 cm di atas lantai, sedangkan pelemahan terjadi pada ketinggian *node end-device* 2 m dan 4 m di atas lantai.



Gambar 4.5 Grafik perbandingan pengujian indoor untuk berbagai macam jarak

Untuk grafik perbandingan antara jarak yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 4.5. Grafik tersebut merupakan gabungan dari grafik 4.1 sampai 4.4.

**b. Pengujian outdoor**

Pengujian *outdoor* dilakukan sama seperti halnya pada pengujian *indoor*. Akan tetapi pada pengujian *outdoor* jarak antara *node PC* dengan *node end-device* diatur pada jarak 20m, 50m, dan 100m dengan ketinggian *node end-device* yang bervariasi yakni 1m, 2m, dan 4m.

Tabel 5. pengujian dengan jarak 20m

No	Nilai sinyal yang diterima	RSSI (dBm)	Jarak pengukuran (M)	Jarak perhitungan (M)	Node End-Device (M)
	82	-18,02	20	19,998	1
	72	-98,02	20	19,998	2
	72	-98,02	20	19,998	4

Tabel 6. pengujian dengan jarak 50m

No	Nilai sinyal yang diterima	RSSI (dBm)	Jarak pengukuran (M)	Jarak perhitungan (M)	Node End-Device (M)
1	55	-88,98	50	50,004	1
2	50	-83,98	50	50,004	2
3	59	-92,98	50	50,004	4

Tabel 7. pengujian dengan jarak 100m

No	Nilai sinyal yang diterima	RSSI (dBm)	Jarak pengukuran (M)	Jarak perhitungan (M)	Node End-Device (M)
1	42	-92	100	100	1
2	49	-84	100	100	2
3	54	-94	100	100	4

Tabel 5, 6, dan 7 menunjukkan semakin jauh transmisi sinyal dari perangkat *transceiver (node end-device)* terhadap *receiver (node PC)* menunjukkan pelemahan sinyal. Dari tabel-tabel tersebut menunjukkan bahwa perbandingan jarak yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan hasil perhitungan perbedaannya tidak begitu signifikan

Tabel 5 menunjukkan bahwa hasil perhitungan untuk jarak 20m, bila dibandingkan dengan pengukuran hasilnya kurang lebih sama. Hal ini juga berlaku pada jarak 50m dan 100m seperti pada tabel 6 dan 7.



Gambar 4.6 Grafik pengujian outdoor dengan jarak 20m





Gambar 4.7 Grafik pengujian *outdoor* dengan jarak 50m



Gambar 4.8 Grafik pengujian *outdoor* dengan jarak 100m

Gambar 4.6, 4.7, dan 4.8 menunjukkan indikator kuat sinyal yang diterima sangat bervariasi dan nilainya menyesuaikan dengan ketinggian *node end-device*. Pada jarak 20m (Gambar 4.6) menunjukkan kuat sinyal (RSSI) terkuat terjadi pada ketinggian *node end-device* 4m dari lantai, sedangkan rendah terjadi pada ketinggian *node end-device* 1m di atas lantai. Untuk jarak 50m (Gambar 4.7) kuat sinyal terkuat pada ketinggian *node end-device* 2m di atas lantai, sedangkan yang paling rendah pada ketinggian *node end-device* 4m dari permukaan lantai. Pada jarak 100m (Gambar 4.8) menunjukkan jkuat sinyal yang diterima tertinggi terjadi pada ketinggian *node end-device* 2m diatas lantai, sedangkan pelemahan terjadi pada ketinggian *node end-device* 4m di atas lantai.

Grafik perbandingan antara jarak yang berbeda pada pengukuran *outdoor* ditunjukkan pada Gambar 4.9. Grafik tersebut merupakan gabungan dari grafik 4.6 sampai 4.8.



Gambar 4.9 Grafik perbandingan pengujian *outdoor* untuk berbagai macam jarak

## 5. PENUTUP

### Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Baik pengujian *indoor* maupun *outdoor*, jarak antar *node* (*node PC* dan *node end-device*) mempengaruhi besarnya kuat sinyal. Semakin jauh *node PC* dengan *node end-device*, maka semakin lemah kuat sinyal yang diterima.
2. Baik pengujian *indoor* maupun *outdoor*, ketinggian *node end-device* mempengaruhi besarnya nilai RSSI.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2008). *IQRF OS Operating System version 2.09 User's Guide*. Microsic. <http://www.iqrf.org/weben/downloads.php?id=83>
- Constantine A. Balanis. (2005). *Antenna Theory: Analysis and Design, 3rd Edition* (3 edition). Hoboken, NJ: Wiley-Interscience.
- Johan Pamungkas, & Wirawan. (2015). Desain Real-Time Monitoring Berbasis Wireless Sensor Network Upaya Mitigasi Bencana Erupsi Gunungapi. *JNTETI*, 4(3).
- Masjudin. (2014). *Algoritme Particle Swarm Optimization Untuk Perancangan Penyebaran (Deployment) Jaringan Sensor Nirkabel Dengan Memperhitungkan Posisi Penghalang dan Redaman*. Universitas Gadjah Mada. Tesis.
- Osman Ceylan, K. Firat Taraktas, & H. Bulent Yagci. (2010). Enhancing RSSI Technologies in Wireless Sensor Networks by Using Different Frequencies. In *Proceedings of the 2010 International Conference on Broadband, Wireless Computing, Communication and*

- Applications* (pp. 369–372). Washington, DC, USA
- Peter Corke, Timm Wark, Raja Jurdak, Wen Hu, Phillip Valencia, & Darren Moore. (2010). Environmental Wireless Sensor Networks. *Proceedings of the IEEE*, 98(11), 1903–1917.
- Petra Seflova, Vladimir Sulc, Pos, J., & Rostislav Spinar. (2012). IQRF wireless technology utilizing IQMESH protocol. In *2012 35th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP)* (pp. 101–104).
- Radek Kuchta, Radimir Vrba, & Vladimir Sulc. (2009). New Wireless Communication Platform for Home Automation: Case Study. In *Third International Conference on Digital Society, 2009. ICDS '09* (pp. 343–346).
- Zawiyah Saharuna, Widyawan, & Sujoko Sumaryono. (2012). Deployment Jaringan Sensor Nirkabel berdasarkan Algoritma Particle Swarm Optimization. *Proceeding CITEE 2012*. Yogyakarta.