

Studi Jarak Jangkauan X-Bee Pro S3b 900 untuk Aplikasi Node Wireless Sensor Network pada Daerah Gunung Api Berbasis Received Signal Strength Indicator (RSSI)

Coverage Study of X-Bee Pro S3b 900 for Wireless Sensor Network Node Application in Volcano Based on Received Signal Strength Indicator (RSSI)

Rakhmad Gusta Putra^{1*}, Dirvi Eko Juliando Sudirman², Hanifah Nur Kumala Ningrum³, Nur
Asyik Hidayatullah⁴

¹Politeknik Negeri Madiun

Jln.Serayu No.84 Madiun , (0351) 452970

^{2,3,4} Politeknik Negeri Madiun

Jln.Serayu No.84 Madiun , (0351) 452970

gusta@pnm.ac.id^{1*}, dirvi@pnm.ac.id², hanifah.nkn@gmail.com³, asyik@pnm.ac.id⁴

Abstrak – Indonesia saat ini memiliki 129 gunung berapi yang aktif dan hanya 69 diantaranya yang baru bisa termonitoring dengan baik. Bencana gunung api dapat dihindari dengan melakukan monitoring yang baik terhadap kondisi gunung api secara menyeluruh sebagai mekanisme peringatan dini bencana. Monitoring area gunung api yang cukup luas menjadi kendala tersendiri dikarenakan titik pemantauan yang banyak. Wireless Sensor Network (WSN) merupakan salah satu sistem yang sesuai untuk melakukan pemantauan dengan jumlah titik sensor yang terdistribusi, fleksibel dan terintegrasi. Secara garis besar, sistem WSN terdiri dari receiver dan node sebagai transmiter. Komunikasi dari node menuju receiver dapat dilakukan langsung ataupun melalui node yang lainnya. Standar komunikasi nirkabel dari WSN untuk desain dan aplikasi mengacu pada IEEE 802.15.4. Perangkat yang mendukung standar ini salah satunya adalah X-Bee. X-Bee memiliki keunggulan dalam hal kemudahan penggunaan, relatif murah dan berdaya rendah. Salah satu hal yang menjadi poin penting dalam aplikasi WSN pada gunung api adalah jarak jangkauan. Dalam penelitian ini akan dilakukan studi jarak jangkauan Xbee Pro S3 900 pada area gunung api Kelud menggunakan RSSI. Dalam penelitian ini digunakan tiga buah node dan satu receiver sebagai perangkat pengambilan data. Tiga node transmitter tersebut di tempatkan pada tempat yang sesuai untuk mengamati kondisi gunung api Kelud. Jarak jangkauan XBee Pro S3B 900 LoS dengan konfigurasi yang dilakukan, didapatkan jarak jangkauan 79,2 m, sedangkan pada eksperimen mencapai 3,78 km pada nilai RSSI -60dBm. Jarak jangkauan rata-rata tiga node kondisi non LoS berdasarkan nilai RSSI -80 dBm adalah 50 m sedangkan dalam eksperimen didapatkan 441 m. Nilai RSSI hasil eksperimen didapatkan hasil lebih baik daripada hasil simulasi.

Kata Kunci: Wireless Sensor Network, Xbee, RSSI, Jangkauan

Abstract – Currently, Indonesia has 129 active volcanoes and only 69 of them have been monitored well. Volcanic disasters can be avoided by good monitoring of the volcano as an early warning system for disasters. The monitoring of the volcano is a problem because it's implied many nodes. Wireless Sensor Network (WSN) is a system that is suitable for monitoring with a number of distributed, flexible and integrated sensor points. The WSN system consists of a Receiver and a node as a transmitter. Communication from the node to the receiver can be done directly or through other nodes. The wireless communication standard from WSN for design and application refers to IEEE 802.15.4. One device that supports this standard is X-Bee. X-Bee has advantages in terms of ease of use, relatively inexpensive and low power. One of the important points in the WSN application on volcanoes is the coverage area. In this reasearch, a study of coverage distance of Xbee Pro S3 900 will be conducted in the Kelud volcano area using RSSI. This study used three nodes and one receiver as data retrieval devices. The three transmitter nodes are placed in a suitable place to observe the Kelud volcano condition. The range of the XBee Pro S3B 900 LoS with the configuration, obtained a range of 79.2 m. Meanwhile the experiment reached 3.78 km at the RSSI value of -60dBm. The average range distance of three non-LoS condition nodes based on RSSI values -80 dBm is 50 m while in the experiment is 441 m. RSSI value of the experimental results obtained better than the simulation results.

Keywords: Wireless Sensor Network, Xbee, RSSI, Coverage

1. Pendahuluan

Negara Indonesia merupakan salah satu titik pertemuan antara lempeng lithosfer, Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia dan Lempeng Pasifik. Lapisan bebatuan tersebut terbagi menjadi beberapa bagian yaitu: Indonesia daerah bagian barat dilalui oleh deretan Pegunungan Muda Mediterania yang merupakan gugusan dari pegunungan Himayala sedangkan di Indonesia bagian timur merupakan gugusan pegunungan sirkum pasifik atau biasa disebut *ring of fire*. Indonesia saat ini memiliki 129 gunung berapi yang aktif dan hanya 69 diantaranya yang baru bisa termonitor dengan baik. Bencana erupsi Gunung Merapi pada Tahun 2010 telah mengakibatkan kerusakan dan kerugian serta korban jiwa meninggal sebanyak 123 jiwa dan 147 jiwa diharuskan dirawat inap serta sebanyak 56.414 jiwa harus diungsikan dari tempat tinggalnya. Hal ini dapat dihindari dengan melakukan monitoring yang baik terhadap kondisi gunung api secara menyeluruh sebagai mekanisme peringatan dini bencana.

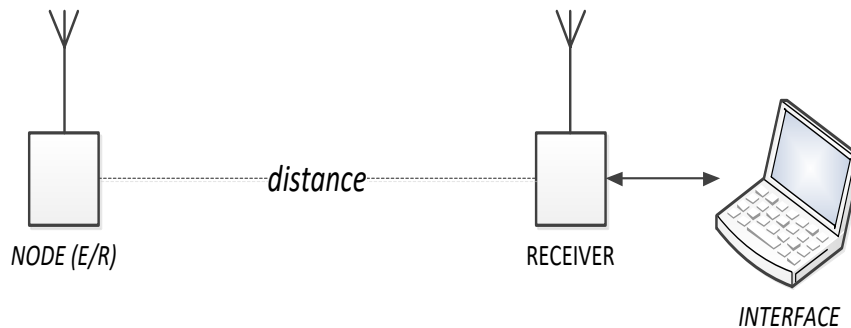
Monitoring area gunung api yang cukup luas menjadi kendala tersendiri dikarenakan titik pemantauan yang banyak. *Wireless Sensor Network* (WSN) merupakan salah satu sistem yang sesuai untuk melakukan pemantauan dengan jumlah titik sensor yang terdistribusi, fleksibel dan terintegrasi. WSN telah banyak diaplikasikan diantaranya pada aplikasi kesehatan [1], monitoring rumah [2], monitoring konsumsi daya [3], irigasi terkontrol [4]. Secara garis besar, sistem WSN terdiri dari *Receiver* dan *node*. Komunikasi dari *node* menuju *receiver* dapat dilakukan langsung ataupun melalui *node* yang lainnya. Standar komunikasi nirkabel dari WSN untuk desain dan aplikasi mengacu pada IEEE 802.15.4. Perangkat yang mendukung standar ini salah satunya adalah X-Bee. X-Bee memiliki keunggulan dalam hal kemudahan penggunaan, relatif murah dan berdaya rendah [5].

Salah satu hal yang menjadi poin penting dalam aplikasi WSN pada gunung api adalah jarak jangkauan. Beberapa penelitian membahas studi tentang jarak jangkauan Xbee diantaranya di area hutan [5] dan di area rerumputan [6]. Studi jarak jangkauan Xbee Pro S3 untuk digunakan di area gunung api belum pernah dilakukan. Dalam penelitian ini akan dilakukan studi jarak jangkauan Xbee Pro S3 900 pada area Gunung Api Kelud menggunakan RSSI. Penelitian akan menggunakan antena yang berbeda yaitu jenis *omnidirectional dipole*. Diharapkan dari penelitian ini didapatkan hasil karakteristik jarak jangkauan Xbee yang dapat digunakan sebagai acuan penggunaan WSN dan topologi yang tepat pada area gunung api, khususnya Gunung Api Kelud.

2. Metode Penelitian

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen lapangan. Untuk merealisasikan penelitian ini digunakan model sistem berdasarkan bagan seperti dalam Gambar

1. Perangkat instrumentasi yang digunakan adalah sebuah *node* yang berperan sebagai *end device* dan sebuah *receiver*. *Receiver* dihubungkan ke perangkat komputer yang telah terinstalasi *software* XCTU sebagai perangkat *interface*.



Gambar 1. Setup perangkat.

Node dan *Receiver* diatur dengan jarak tertentu sebagai variabel yang diamati berdasarkan pembacaan nilai RSSI dari sisi *Receiver* yang ditampilkan dalam komputer sebagai *interface*. Berdasarkan kondisi di lapangan diamati jarak jangkauan maksimal dari perangkat dengan pada kondisi *Line of Sight* (LoS) dan non LoS. RSSI diamati berdasarkan simulasi dan percobaan eksperimen. Secara teori hubungan antara RSSI dan jarak jangkauan radio ditunjukkan dalam Persamaan 1, dimana d adalah jarak (m), $TxPower$ adalah RSSI terukur pada jarak 1 m, dan N adalah konstanta sesuai kondisi lingkungan.

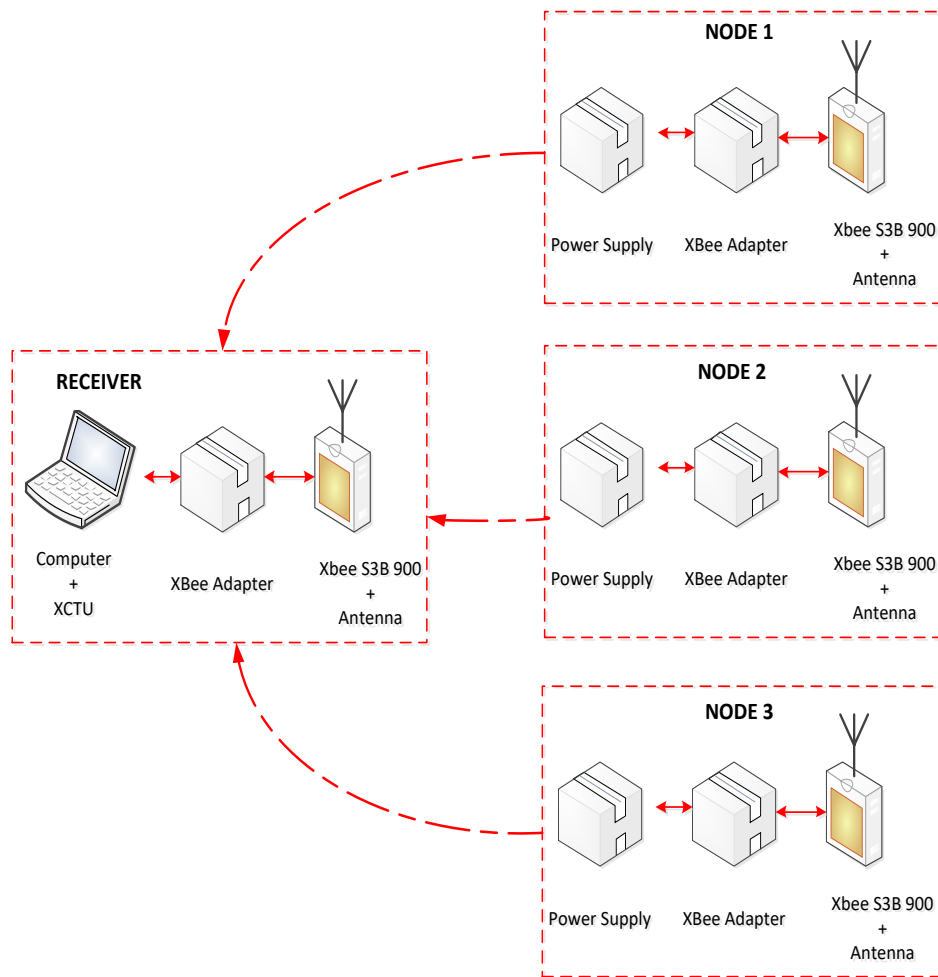
$$d = 10^{\left(\frac{TxPower - RSSI}{10 \cdot N}\right)} \quad (1)$$

2.1. Rancangan Penelitian

Blok diagram sistem penelitian dan perangkat yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan dalam Gambar 2. Terdapat 3 node pada node *user*, dan terdapat 1 node *receiver*. Bagian *node* terdiri dari *power supply*, adaptor Xbee dan modul Xbee Pro S3B 900, sedangkan bagian *receiver* terdiri dari *power supply*, modul Xbee Pro S3B 900, adaptor Xbee dan komputer sebagai *interface* yang dilengkapi *software* XCTU. Dengan menggunakan XCTU pada sisi *receiver* digunakan untuk mengirim paket dan menerima hasil pembacaan RSSI dari sisi *transmitter*. Spesifikasi alat yang digunakan seperti ditunjukkan dalam Tabel 1. Parameter yang diatur mencakup daya alat, sensitivitas *receiver*, gain dari antenna, dan lain-lain.

Tabel 1. Spesifikasi alat.

No	Deskripsi	Coordinator	Node
1	Daya Transmitter (dBm)	24	24
2	Sensitivitas Receiver (dBm)	-110	-110
3	Gain antenna (dBi)	2.1	2.1
4	Baudrate (bps)	9600	9600
5	Jumlah Paket Transmisi (paket)	10	10
6	Interval Transmisi (ms)	100	100
7	Tinggi Antena (m)	2	2



Gambar 2. Skema eksperimen.

2.2. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Berdasarkan rancangan yang telah dibuat di atas, maka langkah selanjutnya adalah mengimplementasikan rancangan tersebut, dimana pada penelitian ini dilakukan pengujian di lapangan.

Pengujian yang dilakukan meliputi:

1. Pengujian jarak berdasarkan RSSI pada *Line of Sight*,
2. Pengujian jarak jangkauan berdasarkan RSSI di area gunung api.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan dalam penelitian ini mencakup hasil pengujian nilai RSSI pada daerah gunung api berdasarkan simulasi dan pengujian eksperimental. Perangkat radio Xbee Pro S3B 900 dan proses *setup* ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Perangkat radio Xbee Pro S3B 900 dan setup pengujian.

Dalam penelitian ini diambil beberapa lokasi tempat yang digunakan untuk pengujian. Lokasi tersebut merupakan tempat yang paling mungkin dipasang sensor untuk monitoring aktivitas Gunung Api Kelud. Beberapa tempat tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4. Dalam pengujian digunakan satu titik *receiver* tetap dan beberapa titik *node transmitter* lainnya. Node uji LoS digunakan untuk melakukan pengujian RSSI pada kondisi *Line of Sight* (LoS). Node 1 merupakan tempat banyak wisatawan berkumpul, Node 2 merupakan bibir kawah yang bisa dipasang sensor dan node 3 berada di kawah. Titik koordinat dari masing-masing titik ditunjukkan dalam Tabel 2.



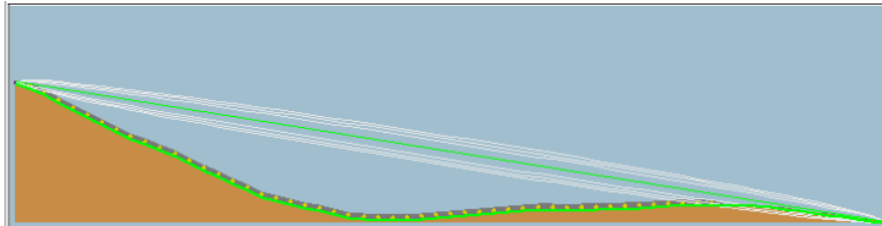
Gambar 4. Lokasi pengujian.

Tabel 2. Koordinat titik uji.

Titik	Koordinat
Receiver	-7.932755, 112.296132
Uji LoS	-7.937244, 112.296716
Node 1	-7.939806, 112.300223
Node 2	-7.938855, 112.303339
Node 3	-7.938819, 112.303598

3.1. Hasil Pengujian RSSI pada Kondisi *Line of Sight* (LoS)

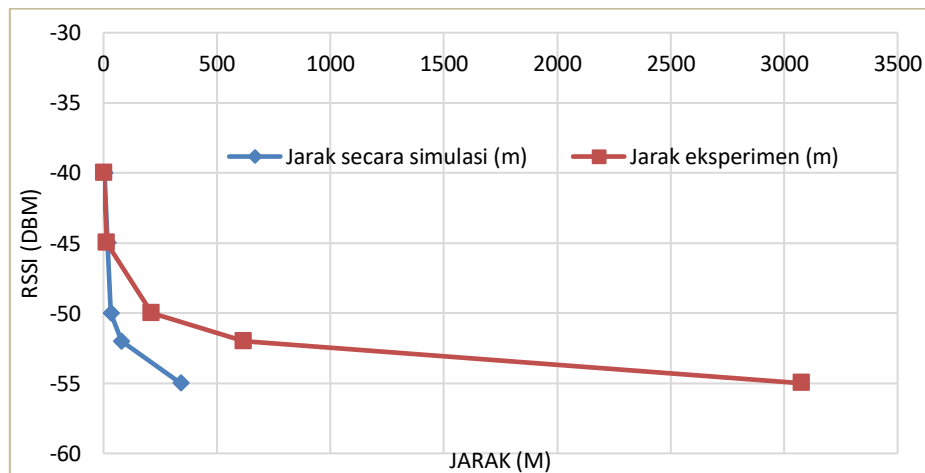
Pengujian RSSI pada kondisi LoS ini dimaksudkan untuk mendapatkan jarak maksimal dari modul radio Xbee Pro S3B 900 jika tidak terhalang. Pengujian ini dilakukan antara dua titik yang tidak terhalang antara coordinator dan node uji LoS. Pengujian dilakukan berdasarkan hasil simulasi program propagasi radio dan pengujian eksperimental. Gambar 5 menunjukkan topografi tanah dan transmisi radio yang terjadi tanpa ada halangan. Pengujian secara eksperimen dilakukan dengan menggunakan *software* XCTU. Dari kedua pengujian baik simulasi maupun eksperimen dapat dirangkum dalam Tabel 3 dan Gambar 6.



Gambar 5. Topografi dan arah transmisi data pada pengujian LoS.

Tabel 3. Hasil pengujian RSSI dengan simulasi dan eksperimen.

Jarak (m)	RSSI (dBm) simulasi	RSSI (dBm) eksperimen
50	-40	-42
599	-66.49	-52



Gambar 6. Grafik RSSI hasil pengujian simulasi dan eksperimen pada pengujian LoS.

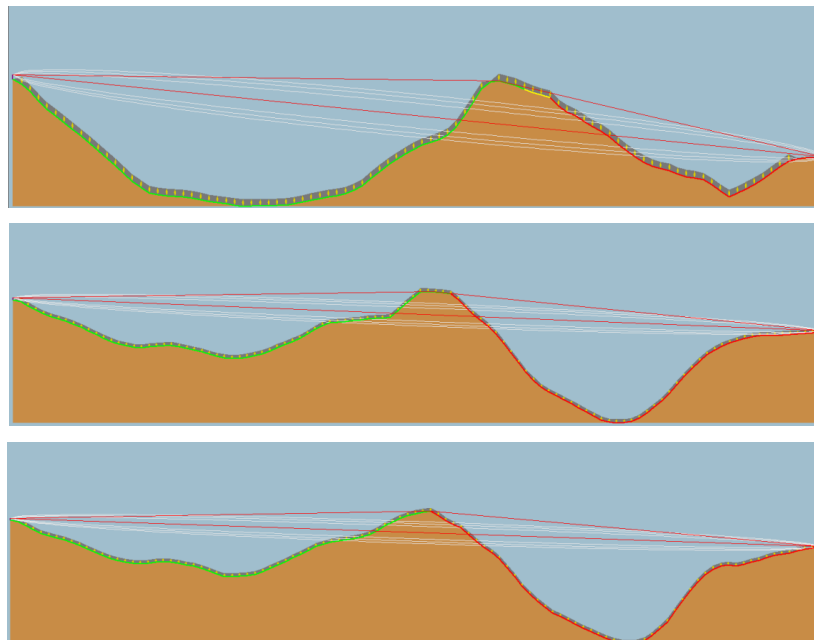
Garis biru pada grafik Gambar 6 menunjukkan RSSI hasil simulasi, sedangkan garis merah menunjukkan RSSI hasil eksperimen lapangan. Dari hasil tersebut dapat ditarik hubungan antara jarak dan RSSI seperti dapat dilihat dalam Tabel 4. Jarak hasil perhitungan RSSI berdasarkan simulasi untuk nilai RSSI -55 dBm mencapai 79,2 m sedangkan pada eksperimen mencapai 3,78 km. Dari hasil tersebut terdapat perbedaan antara simulasi dan eksperimen, dimana hasil eksperimen menunjukkan hasil yang lebih baik.

Tabel 4 Jarak maksimal jangkauan radio berdasarkan perhitungan RSSI secara simulasi dan eksperimen.

RSSI (dBm)	Jarak secara simulasi (m)	Jarak eksperimen (m)
-40	1	1
-45	4,29	14.54
-50	18,44	211.63
-52	33,03	617.58
-55	79,20	3078.73
-60	340,13	44788.11

3.2. Hasil Pengujian RSSI pada Kondisi Non LoS

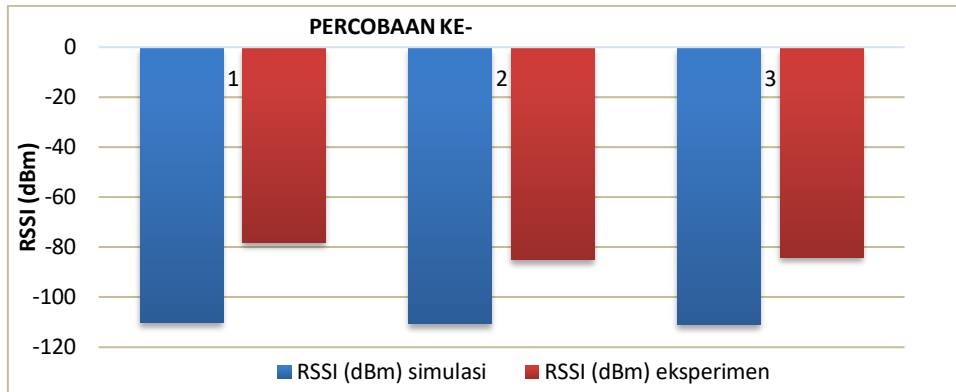
Pengujian nilai RSSI pada kondisi Non LoS ini dilakukan pada beberapa titik uji yang telah ditentukan sebelumnya. Topografi tanah dan arah transmisi data dari koordinator ke node 1, 2, dan 3 ditampilkan dalam Gambar 7. Hasil dari pengujian RSSI baik secara simulasi maupun eksperimen ditampilkan dalam Tabel 5 dan Gambar 8.



Gambar 7. Topografi dan arah transmisi data pada pengujian Node 1, Node 2 dan Node 3..

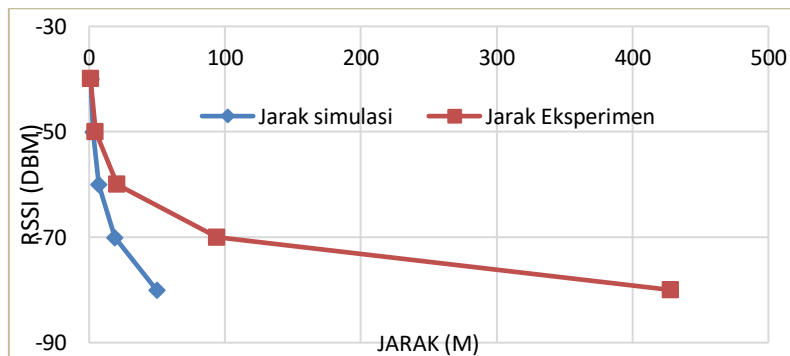
Tabel 5. Hasil pengujian RSSI untuk setiap node dengan simulasi dan eksperimen.

Percobaan	Koordinat Receiver	Koordinat node	Jarak (m)	RSSI (dBm) simulasi	RSSI (dBm) eksperimen
1		-7,939806-112,300223	947	-110.28	-78
2	-7.932755, 112.296132	-7,938855-112.303339	1064	-110.65	-85
3		-7,938819-112,303598	1050	-111.04	-84

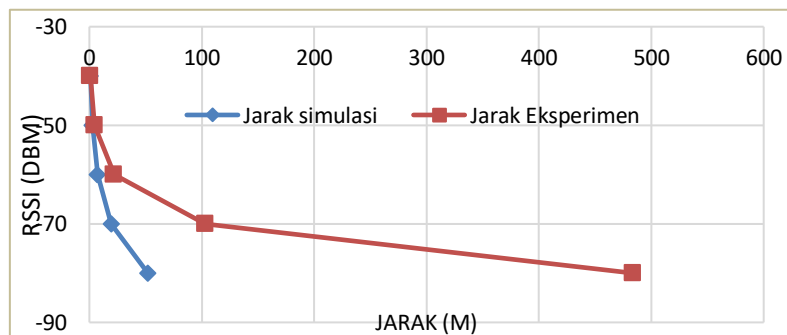


Gambar 8 Hasil pengujian RSSI untuk setiap node dengan simulasi dan eksperimen.

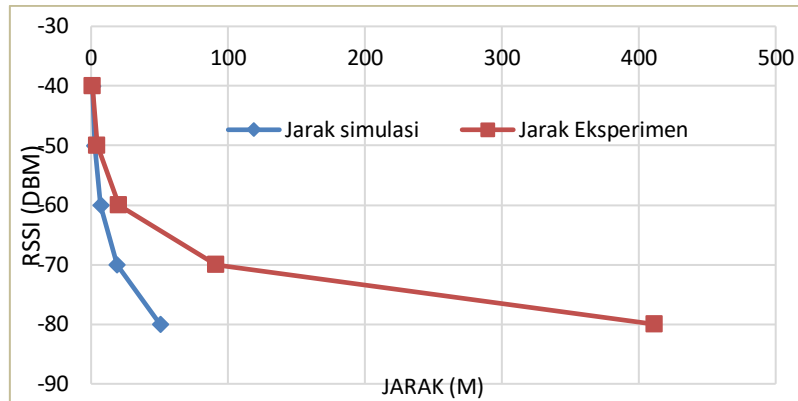
Berdasarkan data hasil pengujian nilai RSSI baik secara simulasi maupun eksperimen secara non LoS didapatkan bahwa hasil eksperimen yang didapatkan lebih baik daripada hasil simulasi. Terdapat selisih kurang lebih 30 dBm yang mana hasil itu sangat berpengaruh terhadap jangkauan transmisi data dari modul Xbee Pro S3B 900. Dalam pengujian hubungan jarak terhadap RSSI didapatkan hasil seperti dalam Gambar 9, 10, 11, dan Tabel 6. Dalam simulasi didapatkan jarak jangkauan rata-rata tiga *node* berdasarkan nilai RSSI -80 dBm adalah 50 m sedangkan dalam eksperimen didapatkan jarak jangkauan 441 m. Selisih nilai tersebut bisa disebabkan oleh data topografi wilayah yang berubah akibat Gunung Api Kelud meletus tahun 2014 yang menyebabkan perubahan topografinya. Selain karena itu, dimungkinkan nilai parameter antenna yang tidak terukur secara nyata.



Gambar 9 Hasil pengujian RSSI vs jarak pada kondisi non LoS node 1.



Gambar 10 Hasil pengujian RSSI vs jarak pada kondisi non LoS node 2.



Gambar 10 Hasil pengujian RSSI vs jarak pada kondisi non LoS node 3.

Tabel 6. Hasil pengujian jarak jangkauan maksimal berdasarkan RSSI.

RSSI	Node 1		Node 2		Node 3	
	Jarak simulasi (m)	Jarak Eksperimen (m)	Jarak simulasi (m)	Jarak Eksperimen (m)	Jarak simulasi (m)	Jarak Eksperimen (m)
-40	1	1	1	1	1	1
-50	2,65	4,54	2,68	4,68	2,66	4,50
-60	7,03	20,69	7,21	21,99	7,09	20,28
-70	18,67	94,12	19,38	103,13	18,90	91,36
-80	49,53	428,13	52,08	483,68	50,36	411,50

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: 1). Jarak jangkauan XBee Pro S3B 900 *LoS* dengan konfigurasi yang dilakukan, didapatkan jarak jangkauan 79,2 m, sedangkan pada eksperimen mencapai 3,78 km pada nilai RSSI -60dBm. Jarak jangkauan rata-rata tiga node kondisi *non LoS* berdasarkan nilai RSSI -80 dBm adalah 50 m sedangkan dalam eksperimen didapatkan jarak jangkauan 441 m; 2). Hasil pengukuran RSSI secara eksperimen didapatkan hasil 30 dBm lebih baik daripada hasil simulasi, dan; 3). Perangkat ini sesuai jika digunakan pada daerah gunung api yang memerlukan banyak sensor yang tersebar dengan jarak jangkauan yang disediakan.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Politeknik Negeri Madiun yang telah mendukung penelitian ini dalam skema penelitian kompetitif internal.

Referensi

- [1] Suryadevara, N.K.; Mukhopadhyay, S.C.; Kelly, S.D.T.; Gill, S.P.S., "WSN-Based Smart Sensors and Actuator for Power Management in Intelligent Buildings," in *Mechatronics, IEEE/ASME Transactions on*, vol.20, no.2, pp.564-571, April 2015
- [2] Kelly, S.D.T.; Suryadevara, N.K.; Mukhopadhyay, S.C., "Towards the Implementation of IoT for Environmental Condition Monitoring in Homes," *Sensors Journal, IEEE*, vol.13, no.10, pp.3846-3853, Oct. 2013

- [3] Suryadevara, N.K.; Mukhopadhyay, S.C., "Wireless Sensor Network Based Home Monitoring System for Wellness Determination of Elderly," *Sensors Journal, IEEE*, vol.12, no.6, pp.1965-1972, June 2012
- [4] Gutierrez, J.; Villa-Medina, J.F.; Nieto-Garibay, A; Porta-Gandara, M.A, "Automated Irrigation System Using a Wireless Sensor Network and GPRS Module," *Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on*, vol.63, no.1, pp.166-176, Jan. 2014
- [5] Iswandi, Nastiti H.T., Praditya I.E., Mustika.I.W, "Evaluation of XBee-Pro Transmission Range for Wireless Sensor Network's Node under Forested Environments Based on Received Signal Strength Indicator (RSSI)" 2016 2nd International Conference on Science and Technology-Computer (ICST), Yogyakarta, Indonesia, 2016
- [6] Tajudeen O. Olasupo, Carlos E. Otero, Kehinde O. Olasupo, Ivica Kostanic "Empirical Path Loss Models for Wireless Sensor Network Deployments in Short and Tall Natural Grass Environments", *IEEE Transactions on Antennas & Propagation*, 2016, Manuscript ID is AP1512-1931.R2, 2016
- [7] Matin, M.A and M.M. Islam, "Overview of Wireless Sensor Network", *INTECH open science, open mind Chapter Sep.2012.*