

KAJIAN KEKUATAN SINYAL RADIO (RSSI) XBEE DALAM RANGKA PEMASANGAN LANDSLIDE EARLY WARNING SYSTEM (LEWS) DI KABUPATEN GARUT, TASIKMALAYA, DAN MAJALENGKA

STRENGTH ASSESSMENT OF XBEE RADIO SIGNALS (RSSI) FOR LANDSLIDE EARLY WARNING SYSTEM (LEWS) INSTALLATION IN GARUT, TASIKMALAYA, AND MAJALENGKA

Riski Fitriani¹

¹Pusat Teknologi Reduksi Risiko Bencana – BPPT
Gedung 820, Geostech, Puspiptek, Tangerang Selatan 15314
e-mail: riski.fitriani@bppt.go.id

ABSTRACT

One of the innovations to reduce risk of landslide is Landslide Early Warning System (LEWS). LEWS's data transmission use radio signal communication. Before LEWS will be installed, it is necessary to study the radio signal strength in Garut, Tasikmalaya, and Majalengka Regencys where the locations will be installed. The study was conducted using 2 types of Xbee, that is Xbee Pro S2B 2.4 GHz and Xbee Pro S5 868 MHz. After the study, 2.4 GHz Xbee could not be used in the Garut and Majalengka because the distance of the coordinator and end device modules was so far and there were too many obstacles. The topology which will be used is pair/point to point topology, by measuring the value of RSSI using XCTU software. Received Signal Strength Indicator (RSSI) value is smaller than Xbee's receive sensitivity value, means that better signal quality. Measurements were made by elevating the Xbee antenna with several variations of altitude to get a better signal quality. The results obtained are a number of recommendations for the minimum height of Xbee's antenna installed at each end device module location in 3 regencys.

Keywords: RSSI, xbee, landslide early warning system

ABSTRAK

Salah satu inovasi untuk pengurangan risiko bencana tanah longsor adalah melakukan pemasangan Sistem Peringatan Dini Longsor (*Landslide Early Warning System* (LEWS)). Pengiriman data LEWS menggunakan komunikasi sinyal radio. Sebelum pemasangan LEWS, perlu dilakukan kajian kekuatan sinyal radio di lokasi yang akan terpasang di Kabupaten Garut, Tasikmalaya, dan Majalengka. Kajian dilakukan menggunakan 2 jenis Xbee yaitu Xbee Pro S2B 2,4 GHz dan Xbee Pro S5 868 MHz. Setelah dilakukan pengujian, Xbee 2,4 GHz tidak dapat digunakan di lokasi pengujian Garut dan Majalengka karena jarak modul induk dan anak cukup jauh serta terlalu banyak gangguan. Topologi yang digunakan yaitu topologi *pair/point to point*, dengan mengukur nilai RSSI menggunakan software XCTU. Semakin kecil nilai kekuatan sinyal/*Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dari nilai sensitivitas Xbee maka kualitas sinyal semakin baik. Pengukuran dilakukan dengan meninggikan antenna Xbee dengan beberapa variasi ketinggian mulai dari 0 cm hingga 4m untuk mendapatkan kualitas sinyal yang lebih baik. Hasilnya diperoleh beberapa rekomendasi tinggi minimal antenna Xbee yang terpasang di tiap lokasi modul anak pada 3 kabupaten.

Kata kunci: RSSI, xbee, sistem peringatan dini longsor

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Berdasarkan data dan informasi Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB)

tahun 2019, Provinsi Jawa Barat menduduki peringkat kedua dengan jumlah kejadian longsor tertinggi setelah Jawa Tengah. Upaya teknologi untuk mengatasi bencana tersebut adalah dengan menerapkan teknologi sistem peringatan dini longsor atau *Landslide Early*

Warning System (LEWS). Alat peringatan dini ini dirancang dengan konsep *Wireless Sensor Network* (WSN) yang terdiri dari modul induk (*coordinator*) dan modul anak (*end device*) yang dapat berkomunikasi menggunakan gelombang radio. Sensor-sensor pendeteksi longsor dipasang di modul anak yang ditempatkan di tebing-tebing rawan longsor. Data tersebut yang akan dikirim ke *coordinator* menggunakan WSN. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian kekuatan jangkauan sinyal radio agar pengiriman data dari modul anak ke induk dapat berjalan dengan baik.

WSN bekerja menggunakan protokol ZigBee, merupakan salah satu implementasi dari standar IEEE 802.15.4 (ZigBee Alliance, 2007). Protokol IEEE 802.15.4 mampu terkoneksi dengan 65.000 perangkat (Ningsih dan Soeharwinto, 2015). Protokol ZigBee dioperasikan untuk pengiriman paket data yang lebih kecil, sehingga memberikan masa pakai baterai lebih lama. *Energy/power* yang digunakan pada protokol ZigBee dipengaruhi oleh besar paket, interval waktu pengiriman data dan jarak yang digunakan (Suryani dan Gondokaryono, 2011). Dalam hal kemampuan jaringan, protokol ZigBee mendukung tiga jenis topologi komunikasi seperti topologi *pairpoint to point*, *point to multipoint* dan topologi *mesh*.

Pada penelitian ini, dilakukan kajian kekuatan jangkauan sinyal radio dari modul anak ke induk untuk rencana pemasangan LEWS menggunakan topologi *point to point*. Topologi *point to point* digunakan karena pengiriman data LEWS hanya dilakukan antara 2 *device* yaitu dari modul anak ke modul induk atau sebaliknya. Parameter yang diukur adalah nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) menggunakan *software* XCTU. Penelitian ini menggunakan 2 Xbee dengan frekuensi berbeda yaitu 2,4 GHz dan 868 MHz. Perbedaan ini digunakan untuk membandingkan hasil kekuatan jangkauan sinyal pada kedua frekuensi tersebut, sehingga diperoleh rekomendasi frekuensi yang akan digunakan agar transmisi data dapat maksimal.

Penelitian tentang pengujian kekuatan sinyal Xbee telah banyak dilakukan. Namun, hanya penelitian ini yang menguji kekuatan sinyal radio menggunakan 2 frekuensi yang berbeda dan memberikan rekomendasi ketinggian antenna agar transmisi data tetap berjalan dengan baik.

Berbagai penelitian sebelumnya pernah dilakukan, diantaranya: Mayalarp *et al.* (2010) dalam jurnal berjudul "*Wireless Mesh Networking with XBee*" yaitu menguji kekuatan sinyal (*received signal strength-RSSI*) dari perangkat Xbee dengan jaringan *point to point*

dan *multihop/mesh*, baik secara *line of sight* (LOS) maupun *Non LOS* serta di area parkir. Selain itu juga diukur mengenai waktu tunda dari *end device* ke *coordinator*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan sinyal semakin menurun jika jaraknya semakin jauh baik secara LOS dan *Non-LOS*. Komunikasi *multihop* menunjukkan semakin sedikit *hop* yang ada maka waktu tunda semakin cepat. Menurut Novianti dan Santosa (2013) pada penelitiannya, hasil pengukuran nilai RSSI di *indoor* lebih baik dibandingkan di *outdoor* disebabkan adanya pengaruh *multipath* dan *fading* yang banyak terjadi di *indoor*.

Sun *et al.* (2007) juga melakukan penelitian tentang protokol ZigBee. Penelitian ini menjelaskan tentang topologi jaringan ZigBee seperti *star*, *mesh* dan *cluster tree* serta menjelaskan *routing* protokol ZigBee seperti AODV, AODVjr, *Cluster Tree* dan algoritma *routing* terpadu. Berbagai mekanisme algoritma dalam ZigBee dapat digunakan untuk berbagai keperluan.

Selain itu, Joni *et al.* (2012) melakukan pengujian protokol Zigbee di lingkungan *outdoor* dengan metode *pairing* dan *on/off*. Hasil pengujian menunjukkan dengan metode *pairing* dapat menjangkau jarak yang jauh sesuai spesifikasi teknis Xbee sedangkan dengan metode *on/off* pencapaian tidak sejauh metode *pairing* dan memerlukan waktu dalam proses bergabung ke jaringan *mesh*.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi kekuatan jangkauan sinyal radio menggunakan Xbee di tiap lokasi yang akan dilakukan pemasangan LEWS di Kabupaten Garut, Tasikmalaya, dan Majalengka. Dari nilai kekuatan jangkauan sinyal tersebut, maka, diketahui kualitas pengiriman data LEWS yang akan dipasang dan diperoleh rekomendasi untuk pemasangan antenna Xbee agar transmisi data LEWS berjalan dengan baik.

II. BAHAN DAN METODE

2.1. Bahan

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam melakukan kajian kekuatan jangkauan sinyal radio diantaranya:

- 2 buah Xbee Pro S2B 2,4 GHz dan antenna
- 2 buah Xbee Pro S5 868 MHz dan antenna

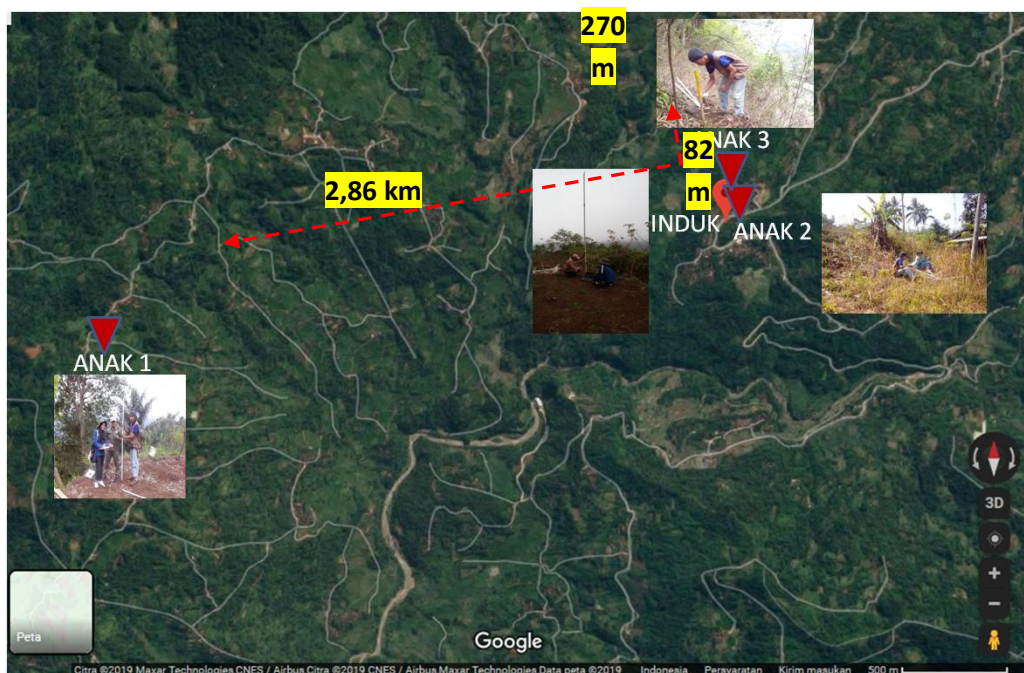
- Xbee adapter untuk komunikasi serial ke laptop
- 1 Laptop dengan *software* XCTU
- *Powerbank* untuk catu daya Xbee
- Kabel antena (kabel coax) penyambung antena Xbee
- Tiang peyangga antena

2.2. Lokasi

Terdapat 3 kabupaten yang dilakukan pengujian yaitu Garut, Tasikmalaya, dan Majalengka. Masing-masing kabupaten memiliki beberapa titik pengujian, sesuai pada Tabel 1 berikut. Titik pengujian ini diperoleh dari hasil *survey* geolistrik di daerah tersebut yang menunjukkan titik rawan longsor, sehingga menjadi lokasi yang tepat dilakukan pemasangan LEWS. Sedangkan Gambar 1, 2, dan 3 menunjukkan peta lokasi pengujian beserta foto-foto pengujian di tiap lokasi tersebut.

Tabel 1. Lokasi Pengujian

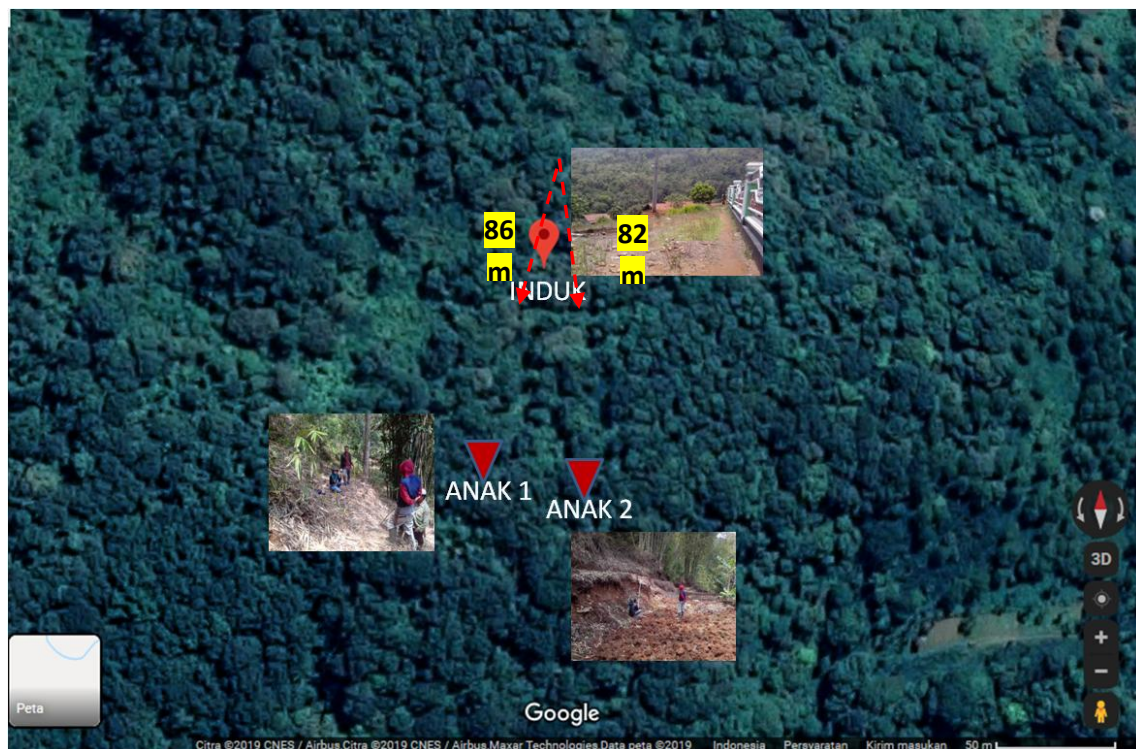
Titik Uji	Lokasi	Koordinat
Garut Induk	Kp. Talegong, Ds. Sukamulya, Kec. Talegong, Kab. Garut	107,51016; -7,30161
Garut Anak 1 (anak Urug)	Kp. Urug, Ds. Salaawi, Kec. Talegong, Kab. Garut	107,48454; -7,30701
Garut Anak 2 (anak Talegong 1)	Kp. Talegong, Ds. Sukamulya, Kec. Talegong, Kab. Garut	107,51090; -7,30139
Garut Anak 3 (anak Talegong 2)	Kp. Talegong, Ds. Sukamulya, Kec. Talegong, Kab. Garut	107,51121 - 7,29977
Tasik Induk	Kp. Margahayu, Ds. Sukarasa, Kec. Salawu, Kab. Tasikmalaya	108,01463; -7,23274
Tasik Anak 1	Kp. Margahayu, Ds. Sukarasa, Kec. Salawu, Kab. Tasikmalaya	108,0146 - 7,23331
Tasik Anak 2	Kp. Margahayu, Ds. Sukarasa, Kec. Salawu, Kab. Tasikmalaya	108,01459; -7,23324
Majalengka Induk	Kp. Babakan sari, Ds. Cibeureum, Kec. Talaga, Kab. Majalengka	108,15435; -7,03221
Majalengka Anak 1	Kp. Babakan sari, Ds. Cibeureum, Kec. Talaga, Kab. Majalengka	108,15451; -7,03293
Majalengka Anak 2	Kp. Babakan sari, Ds. Cibeureum, Kec. Talaga, Kab. Majalengka	108,15429; -7,03295



Gambar 1. Lokasi Pengujian di Kabupaten Garut



Gambar 2. Lokasi Pengujian di Kabupaten Tasikmalaya



Gambar 3. Lokasi Pengujian di Kabupaten Majalengka

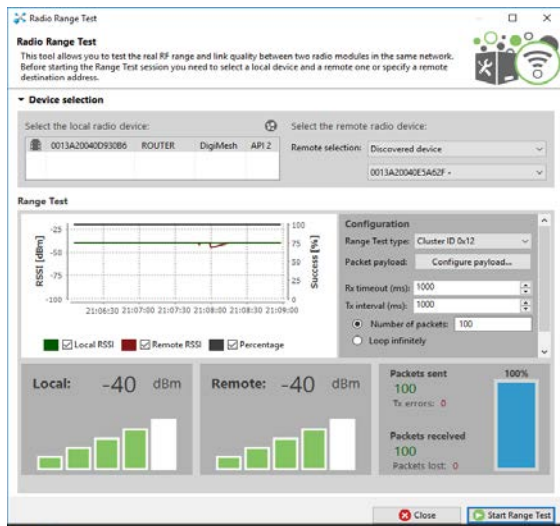
2.3. Metode

Pengujian komunikasi data antara modul induk/koordinator ke modul anak/end device menggunakan topologi *pair/point to point*. Topologi ini hanya membutuhkan 2 Xbee untuk pengujiannya. Xbee koordinator ditempatkan di rencana posisi modul induk

LEWS dan terhubung ke laptop untuk mengukur nilai RSSI. Sedangkan Xbee *end device* ditempatkan di rencana posisi penempatan modul anak LEWS. Pengujian ini dilakukan pada area yang berbukit-bukit terhalang pepohonan dan bangunan, bukan area *Line of Sight* (LOS) dan berbeda-beda

jarak sesuai dengan lokasi yang sudah ditetapkan sebelumnya.

Dalam kajian ini dilakukan beberapa variasi ketinggian antenna mulai dari 0 cm hingga 4 m agar transmisi data dari anak ke induk dapat berjalan dengan baik. Ketinggian antenna tiap lokasi berbeda-beda, tergantung dari banyaknya gangguan komunikasi yang ada. Semakin banyaknya *obstacle*, semakin tinggi pula antenna dipasang sampai mendapatkan kualitas sinyal yang lebih baik. Kualitas sinyal semakin baik jika nilai RSSI yang dihasilkan semakin jauh dari nilai *receive sensitivity* Xbee. Nilai RSSI dapat diukur menggunakan *software* XCTU seperti terlihat di Gambar 4. XCTU merupakan *software* aplikasi khusus untuk Modul RF (*Radio Frequency*). Pada aplikasi ini terdapat *tools* untuk memudahkan pengguna mengkonfigurasi dan menguji modul RF Digi.



Gambar 4. *Software* XCTU

Kajian ini menggunakan 2 jenis Xbee dengan frekuensi yang berbeda yaitu 2,4 GHz dan 868 MHz. Hal ini dikarenakan untuk mengetahui kualitas sinyal pada ke-2 frekuensi tersebut. Jika kualitas sinyal pada frekuensi 2,4 GHz cukup baik maka tidak perlu melakukan pengujian pada frekuensi 868 MHz. Dengan itu maka dapat meminimalkan harga yang dibutuhkan, karena Xbee 2,4 GHz memiliki harga yang jauh lebih murah dibanding 868 MHz. Dua Xbee tersebut merupakan produksi dari *Digi International*. Masing-masing frekuensi tersebut memiliki spesifikasi seperti terlihat di Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Xbee

Parameter	Xbee Pro S2B 2,4 GHz	Xbee Pro S5 868 MHz
Jangkauan maksimal (LOS)	1,5 Km	40 Km
<i>Transmit power</i>	63 mW	315 mW
<i>Receive sensitivity</i>	-102 dBm	-112 dBm

Dalam setiap pengukuran sesuai beberapa variasi ketinggian antenna, diambil 50 data dan dibandingkan dalam grafik dengan nilai *receive sensitivity* Xbee. Nilai *receive sensitivity* ini yang menjadi patokan/*threshold* dalam pengukuran. Untuk mendapatkan transmisi data yang baik, maka nilai RSSI yang terukur tidak boleh lebih dari nilai *receive sensitivity* Xbee. Jika nilai RSSI yang terukur lebih besar dari nilai *receive sensitivity* Xbee maka dilakukan modifikasi ketinggian antenna Xbee, sehingga komunikasi ke induk dapat lancar tanpa ada halangan.

III. HASIL & PEMBAHASAN

3.1. Pengujian di Kabupaten Garut

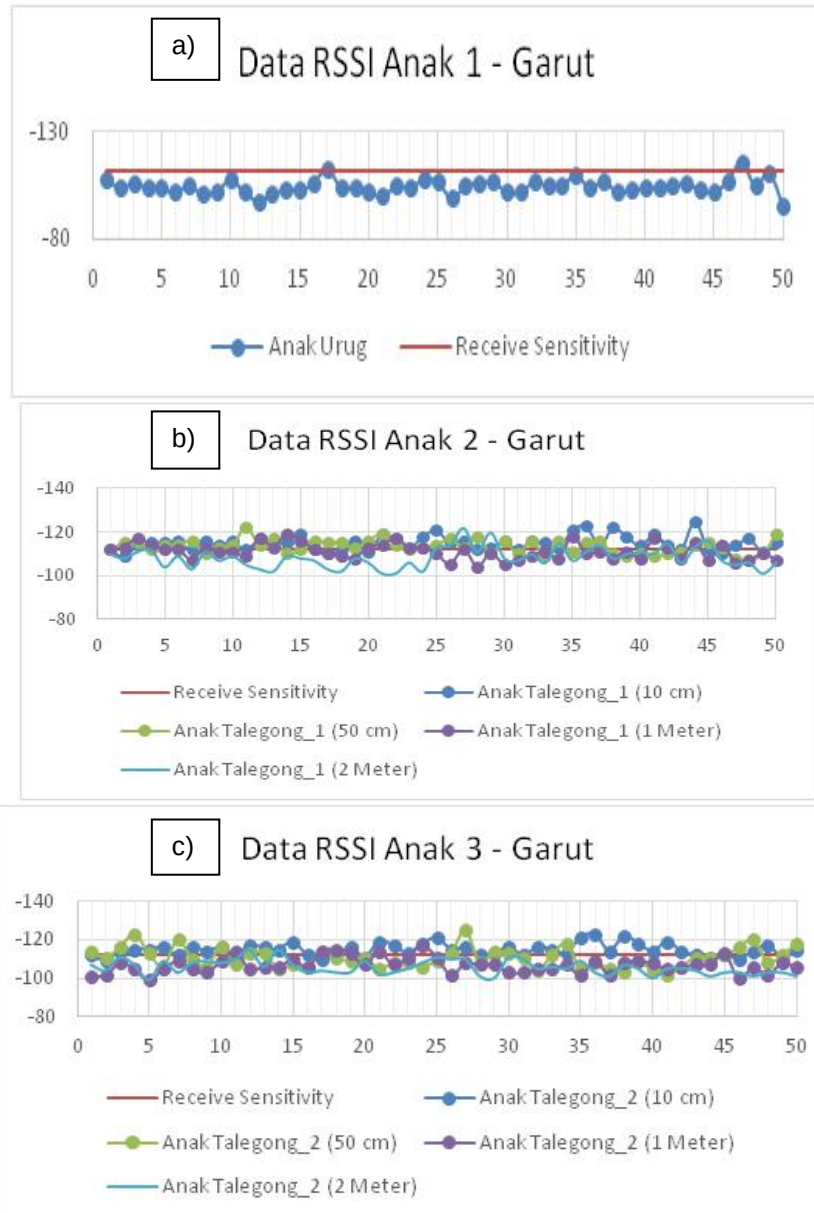
Penempatan modul induk dan anak LEWS di Kabupaten Garut melibatkan dua desa dengan jarak anak terjauh dari induk mencapai 8,9 km (Google Map, 2019). Jarak ini merupakan jarak yang ditempuh kendaraan menuju ke lokasi, karena lokasi anak 1 melewati bukit-bukit dan berkelok. Jika ditarik garis lurus dari lokasi induk ke lokasi anak 1, jarak yang terbaca sebesar 2,88 km. Dengan jarak tersebut maka tidak memungkinkan untuk dilakukan pengujian transmisi data menggunakan Xbee 2,4 GHz. Hanya dilakukan pengujian menggunakan Xbee 868 MHz dengan *gain antenna* +/- 2 dBi. Berdasarkan pengukuran di peta Google, jarak anak 2 ke induk kurang dari 100 meter dan jarak anak 3 ke induk hampir 300 meter. Tabel 3 menunjukkan data hasil pengujian.

Tabel 3. Data Pengujian RSSI (dBm) di Kabupaten Garut dengan Beberapa Variasi Ketinggian Antena

No	Ketinggian Antena Anak 1				Ketinggian Antena Anak 2				Ketinggian Antena Anak 3			
	10 cm	50 cm	1 m	4 m	10 cm	50 cm	1 m	2 m	10 cm	50 cm	1 m	2 m
1	-	-	-	-108	-112	-112	-112	-110	-112	-114	-101	-107
2	-	-	-	-104	-109	-115	-113	-108	-109	-111	-102	-104
3	-	-	-	-106	-114	-115	-117	-111	-114	-116	-108	-111
4	-	-	-	-104	-115	-112	-114	-112	-115	-123	-105	-107
5	-	-	-	-104	-115	-114	-112	-104	-115	-113	-99	-99
6	-	-	-	-102	-116	-114	-112	-109	-116	-106	-105	-109
7	-	-	-	-105	-112	-116	-107	-103	-112	-120	-109	-103
8	-	-	-	-101	-116	-110	-113	-111	-116	-110	-105	-108
9	-	-	-	-102	-114	-113	-111	-107	-114	-106	-103	-109
10	-	-	-	-108	-116	-114	-111	-109	-116	-116	-109	-108
11	-	-	-	-102	-112	-122	-109	-105	-112	-107	-114	-110
12	-	-	-	-98	-117	-114	-117	-103	-117	-113	-105	-115
13	-	-	-	-101	-116	-117	-113	-102	-116	-113	-106	-106
14	-	-	-	-103	-115	-110	-119	-109	-115	-105	-106	-115
15	-	-	-	-103	-119	-112	-116	-108	-119	-107	-110	-107
16	-	-	-	-106	-112	-116	-112	-107	-112	-106	-106	-103
17	-	-	-	-113	-110	-115	-110	-103	-110	-114	-114	-104
18	-	-	-	-104	-112	-115	-109	-102	-112	-111	-115	-103
19	-	-	-	-104	-116	-113	-108	-108	-116	-109	-113	-103
20	-	-	-	-102	-111	-116	-113	-106	-111	-111	-107	-109
21	-	-	-	-100	-119	-119	-114	-101	-119	-105	-114	-102
22	-	-	-	-105	-117	-114	-117	-101	-117	-108	-107	-103
23	-	-	-	-104	-113	-112	-113	-106	-113	-108	-111	-105
24	-	-	-	-108	-118	-113	-113	-102	-118	-106	-117	-108
25	-	-	-	-107	-121	-114	-110	-113	-121	-109	-111	-111
26	-	-	-	-99	-115	-117	-105	-114	-115	-113	-102	-110
27	-	-	-	-105	-116	-113	-112	-122	-116	-125	-108	-110
28	-	-	-	-106	-112	-118	-104	-111	-112	-108	-107	-101
29	-	-	-	-107	-113	-110	-110	-120	-113	-114	-107	-100
30	-	-	-	-102	-116	-116	-105	-108	-116	-113	-103	-111
31	-	-	-	-102	-112	-110	-107	-107	-112	-111	-103	-110
32	-	-	-	-107	-116	-116	-109	-110	-116	-104	-105	-105
33	-	-	-	-105	-115	-109	-111	-106	-115	-112	-105	-106
34	-	-	-	-105	-113	-116	-108	-115	-113	-118	-107	-105
35	-	-	-	-110	-121	-111	-118	-107	-121	-105	-102	-109
36	-	-	-	-104	-123	-115	-110	-111	-123	-108	-109	-103
37	-	-	-	-107	-114	-116	-111	-114	-114	-105	-102	-101
38	-	-	-	-102	-122	-110	-108	-108	-122	-103	-108	-107
39	-	-	-	-103	-118	-109	-111	-110	-118	-109	-109	-105
40	-	-	-	-104	-114	-110	-108	-111	-114	-104	-108	-100
41	-	-	-	-104	-119	-109	-117	-110	-119	-102	-105	-105
42	-	-	-	-105	-114	-110	-113	-115	-114	-106	-106	-105
43	-	-	-	-106	-112	-111	-108	-106	-112	-111	-107	-104
44	-	-	-	-103	-125	-114	-115	-113	-111	-111	-107	-101
45	-	-	-	-102	-112	-115	-107	-116	-112	-112	-113	-103
46	-	-	-	-107	-110	-113	-114	-107	-110	-116	-100	-103
47	-	-	-	-116	-114	-108	-106	-105	-114	-120	-106	-101
48	-	-	-	-105	-117	-107	-107	-106	-117	-108	-102	-103
49	-	-	-	-111	-111	-110	-110	-101	-111	-112	-108	-103
50	-	-	-	-96	-115	-119	-107	-106	-115	-118	-106	-101
	Max			-116	-125	-122	-119	-122	-123	-125	-117	-115
	Average			-105	-115	-113	-111	-108	-115	-111	-107	-106
	Min			-96	-109	-107	-104	-101	-109	-102	-99	-99

Setiap titik pengujian dilakukan beberapa variasi beda ketinggian antenna. Pada anak 2 dan 3 variasi ketinggian mulai dari 10 cm hingga 2 m. Sedangkan pada anak 1, variasi yang sama tetap dilakukan seperti anak yang lain namun data RSSI tidak keluar. Oleh

karena itu antenna pada anak 1 semakin ditinggikan hingga diperoleh data pada ketinggian 4 m. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan kondisi LOS, sehingga transmisi data dapat dilakukan dengan baik.



Gambar 5. Grafik Perbandingan RSSI dan *Receive Sensitivity* di Anak 1 (a), Anak 2 (b) dan Anak 3 (c) Garut (Sumber : Hasil Analisis Data, 2015)

Dari pengujian tersebut dapat diperoleh beberapa analisis sebagai berikut:

- Xbee yang mampu digunakan untuk Kabupaten Garut hanya Xbee Pro S5 868 MHz.
- Tinggi antenna di modul induk minimal 3 m untuk bisa berkomunikasi dengan modul anak 1 di Kp. Urug. Agar komunikasi bisa lebih baik lagi perlu menggunakan antenna dengan *gain* yang lebih besar.
- Tinggi antenna di anak 1 minimal 4 m sehingga menghasilkan nilai RSSI minimal -96 dBm, RSSI maksimal -116 dBm dan RSSI rata-rata -105 dBm.
- Tinggi minimal antenna di anak 2 setinggi 1 m dengan hasil RSSI minimal -104 dBm, RSSI maksimal -119 dBm dan RSSI rata-rata -111 dBm.
- Dan tinggi antenna anak 3 minimal 50 cm dengan hasil RSSI minimal -102 dBm,

RSSI maksimal -125 dBm dan RSSI rata-rata -111 dBm.

- Dengan menaikkan antenna pada masing-masing modul anak maka kekuatan sinyal masih aman dan transmisi data dapat dilakukan dengan baik karena RSSI yang diperoleh tidak melewati nilai *receive sensitivity* Xbee.

3.2. Pengujian di Kabupaten Tasikmalaya

Pengujian di Tasikmalaya menggunakan 2 Xbee yaitu Xbee 2,4 GHz dan Xbee 868 MHz. Xbee 2,4 GHz memiliki *receive sensitivity* -102 dBm, sedangkan Xbee 868 MHz -112 dBm. Lokasi pengujian modul anak dan induk tidak terlalu jauh jadi masih bisa dilakukan pengujian menggunakan 2,4 GHz.

Jarak modul anak 1 dan 2 ke modul induk kurang dari 100 m.

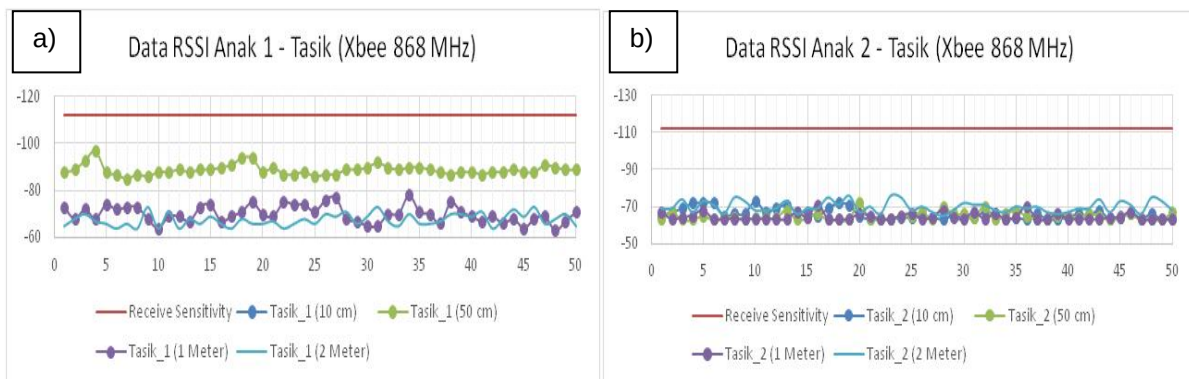
3.2.1. Pengujian Menggunakan Xbee 868 MHz

Pengujian dilakukan dengan mengambil 50 data nilai RSSI yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai *receive sensitivity* Xbee. Pengujian dilakukan beberapa kali dengan melakukan variasi nilai ketinggian antenna Xbee. Hasil pengujian dapat dilihat di Tabel 4 dan Gambar 6.

Tabel 4. Data Pengujian RSSI (dBm) Menggunakan Xbee 868 MHz di Kabupaten Tasikmalaya dengan Beberapa Variasi Ketinggian Antena

No	Ketinggian Antena Anak 1				Ketinggian Antena Anak 2			
	10 cm	50 cm	1 Meter	2 Meter	10 cm	50 cm	1 Meter	2 Meter
1		-88	-73	-65	-65	-63	-67	-69
2		-89	-68	-68	-67	-67	-63	-69
3		-93	-72	-70	-69	-63	-64	-74
4		-97	-68	-67	-72	-63	-65	-67
5		-88	-74	-66	-72	-65	-68	-73
6		-87	-72	-64	-72	-63	-63	-71
7		-85	-73	-66	-65	-64	-63	-66
8		-87	-73	-64	-66	-64	-63	-75
9		-86	-68	-73	-66	-63	-63	-73
10		-88	-64	-64	-73	-64	-63	-68
11		-88	-69	-71	-67	-64	-63	-68
12		-89	-69	-64	-69	-64	-63	-69
13		-88	-67	-68	-71	-68	-63	-73
14		-89	-73	-66	-67	-63	-67	-66
15		-89	-74	-69	-67	-64	-64	-69
16		-90	-67	-66	-65	-66	-71	-69
17		-91	-69	-64	-69	-63	-63	-75
18		-94	-71	-68	-72	-63	-63	-71
19		-94	-75	-66	-71	-63	-63	-76
20		-88	-70	-66	-65	-72	-66	-67
21		-90	-69	-67	-63	-63	-65	-70
22		-87	-75	-64	-63	-64	-63	-66
23		-87	-74	-66	-63	-63	-63	-76
24		-88	-74	-68	-64	-65	-65	-75
25		-86	-71	-66	-64	-65	-66	-68
26		-87	-76	-70	-65	-67	-63	-70
27		-87	-77	-69	-64	-63	-64	-67
28		-89	-68	-71	-63	-70	-68	-65
29		-89	-67	-66	-65	-66	-64	-68
30		-90	-65	-69	-64	-66	-63	-72
31		-92	-65	-73	-64	-64	-67	-71
32		-90	-70	-67	-67	-70	-63	-71
33		-89	-70	-65	-66	-63	-66	-68
34		-90	-78	-70	-63	-66	-63	-67
35		-90	-71	-66	-64	-68	-64	-70
36		-89	-70	-66	-63	-65	-70	-69
37		-88	-66	-67	-66	-63	-63	-70
38		-87	-75	-70	-63	-63	-63	-67

39		-88	-71	-70	-63	-65	-66	-66
40		-88	-69	-69	-64	-65	-63	-67
41		-87	-67	-71	-66	-64	-63	-69
42		-88	-69	-64	-65	-66	-63	-69
43		-88	-66	-68	-68	-65	-63	-74
44		-89	-68	-72	-63	-63	-64	-67
45		-88	-64	-69	-65	-64	-64	-73
46		-88	-68	-73	-66	-66	-67	-71
47		-91	-69	-66	-63	-63	-63	-66
48		-90	-63	-68	-66	-63	-63	-75
49		-89	-67	-70	-63	-63	-63	-73
50		-89	-71	-65	-63	-67	-63	-68
	Max	-97	-78	-73	-73	-72	-71	-76
	Average	-89	-70	-68	-66	-65	-64	-70
	Min	-85	-63	-64	-63	-63	-63	-65



Gambar 6. Grafik Perbandingan RSSI dan *Receive Sensitivity* Menggunakan Xbee 868 MHz di Anak 1 (a) dan Anak 2 (b) Tasikmalaya (Sumber: Hasil Analisis Data, 2015)

Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa kekuatan sinyal masih sangat baik, jauh dari batas nilai *receive sensitivity* Xbee sehingga transmisi data dapat dilakukan dengan baik. Tinggi minimal antenna Xbee yang terpasang di modul induk setinggi 3 meter. Hal ini dirancang agar mendapatkan area LOS ke posisi tiap anak. Sedangkan tinggi minimal antenna Xbee di anak 1 sebesar 50 cm dengan hasil RSSI minimal -85 dBm, RSSI maksimal -97 dBm, RSSI rata-rata -89dBm. Dan tinggi minimal antenna anak 2 sebesar 10 cm dengan hasil RSSI minimal -63 dBm, RSSI maksimal -73 dBm, RSSI rata-rata -66 dBm. Anak 1 berada di area bukit yang terhalang banyak pepohonan sehingga antenna yang terpasang harus lebih tinggi.

3.2.2. Pengujian Menggunakan Xbee 2,4 GHz

Kelemahan dari Xbee 2,4 GHz adalah komunikasi mudah terputus jika terhalang pepohonan dan bangunan tinggi. Sehingga tinggi antenna Xbee di 2 lokasi anak ini dimulai dari 1 meter. Sedangkan tinggi minimal induk 3 meter. Grafik dan tabel hasil pengujian dapat dilihat di Gambar 7 dan Tabel 5. Data menunjukkan bahwa kekuatan sinyal masih aman, nilai RSSI yang diperoleh tidak melewati batas nilai *receive sensitivity* Xbee,

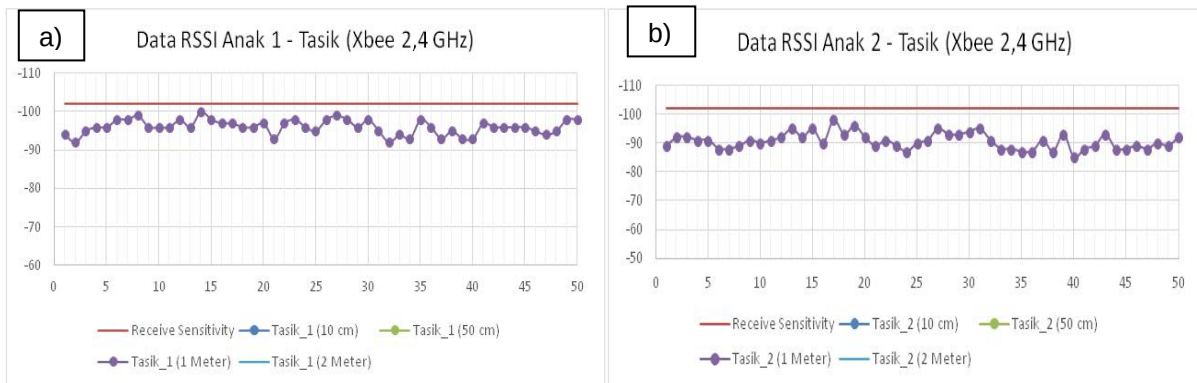
namun kurang kuat jika dibandingkan dengan menggunakan Xbee 868 MHz. Dengan ketinggian antenna 1 m pada anak 1, diperoleh nilai RSSI minimal -92 dBm, RSSI maksimal -100 dBm dan RSSI rata-rata -96 dBm. Sedangkan pada anak 2, nilai RSSI minimal -85 dBm, RSSI maksimal -98 dBm dan RSSI rata-rata -91 dBm.

Tabel 5. Data Pengujian RSSI (dBm) Menggunakan Xbee 2,4 GHz di Kabupaten Tasikmalaya dengan Beberapa Variasi Ketinggian Antena

No	Ketinggian Antena Anak 1		Ketinggian Antena Anak 2	
	50 cm	1 m	50 cm	1 m
1		-94		-89
2		-92		-92
3		-95		-92
4		-96		-91
5		-96		-91
6		-98		-88
7		-98		-88
8		-99		-89
9		-96		-91
10		-96		-90
11		-96		-91
12		-98		-92

13		-96		-95
14		-100		-92
15		-98		-95
16		-97		-90
17		-97		-98
18		-96		-93
19		-96		-96
20		-97		-92
21		-93		-89
22		-97		-91
23		-98		-89
24		-96		-87
25		-95		-90
26		-98		-91
27		-99		-95
28		-98		-93
29		-96		-93
30		-98		-94
31		-95		-95
32		-92		-91
33		-94		-88

34		-93		-88
35		-98		-87
36		-96		-87
37		-93		-91
38		-95		-87
39		-93		-93
40		-93		-85
41		-97		-88
42		-96		-89
43		-96		-93
44		-96		-88
45		-96		-88
46		-95		-89
47		-94		-88
48		-95		-90
49		-98		-89
50		-98		-92
Max		-100		-98
Average		-96		-91
Min		-92		-85



Gambar 7. Grafik Perbandingan RSSI dan *Receive Sensitivity* Menggunakan Xbee 2,4 GHz di Anak 1 (a) dan Anak 2 (b) Tasikmalaya (Sumber: Hasil Analisis Data, 2015)

3.3. Pengujian di Kab. Majalengka

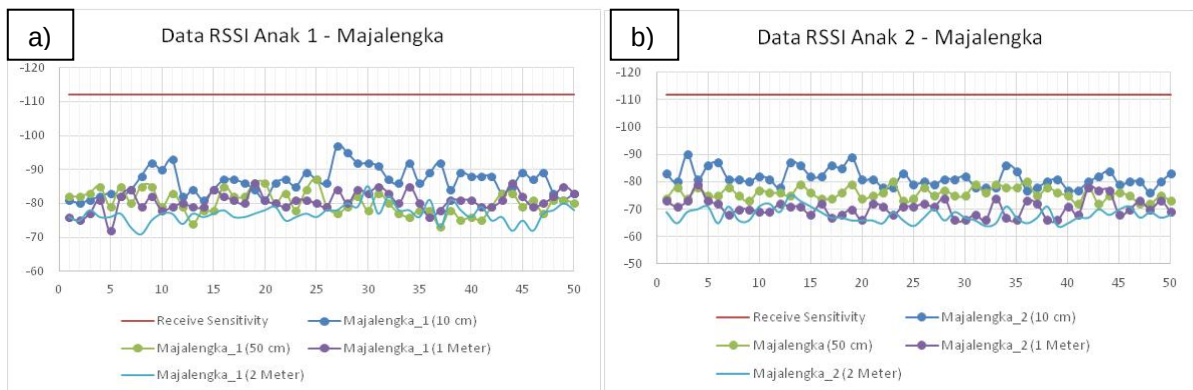
Pengujian di Majalengka hanya menggunakan Xbee 868 MHz, karena Xbee 2,4 GHz tidak bisa melakukan transmit data dari induk ke tiap anak. Dari Gambar 3 terlihat lokasi pengujian berada pada kawasan

pegunungan yang memiliki pepohonan rimbun dan tinggi sehingga Xbee 2,4 Ghz tidak bisa menjangkau area tersebut. Padahal jarak anak 1 dan 2 ke induk cukup dekat yaitu kurang dari 100 meter. Tabel 6 dan Gambar 8 menunjukkan data hasil pengujian kekuatan sinyal radio menggunakan Xbee 868 MHz.

Tabel 6. Data Pengujian RSSI (dBm) di Kab. Majalengka dengan Beberapa Variasi Ketinggian Antena

No	Ketinggian Antena Anak 1				Ketinggian Antena Anak 2			
	0 cm	50 cm	1 m	2 m	0 cm	50 cm	1 m	2 m
1	-81	-82	-76	-76	-83	-74	-73	-69
2	-80	-82	-75	-75	-80	-78	-71	-65
3	-81	-83	-77	-78	-90	-74	-73	-69
4	-82	-85	-81	-76	-81	-78	-79	-70
5	-83	-79	-72	-76	-86	-75	-73	-71
6	-82	-85	-82	-77	-87	-75	-72	-65
7	-84	-80	-84	-73	-81	-78	-68	-71
8	-88	-85	-79	-71	-81	-75	-70	-66
9	-92	-85	-82	-75	-80	-73	-70	-66
10	-90	-79	-78	-77	-82	-77	-69	-71
11	-93	-83	-79	-77	-81	-76	-69	-72

12	-82	-79	-80	-74	-78	-76	-72	-69
13	-84	-74	-79	-77	-87	-75	-71	-75
14	-81	-78	-79	-76	-86	-79	-71	-73
15	-84	-78	-84	-77	-82	-76	-68	-71
16	-87	-85	-82	-78	-82	-74	-72	-69
17	-87	-82	-81	-76	-86	-74	-67	-67
18	-86	-82	-80	-76	-85	-76	-68	-67
19	-84	-86	-86	-77	-89	-79	-70	-66
20	-81	-86	-81	-78	-81	-74	-66	-66
21	-86	-80	-80	-79	-81	-75	-72	-66
22	-87	-83	-79	-75	-78	-76	-71	-65
23	-85	-78	-81	-76	-78	-80	-68	-69
24	-89	-84	-81	-77	-83	-73	-71	-66
25	-87	-87	-80	-76	-79	-74	-71	-64
26	-86	-79	-79	-78	-80	-78	-72	-67
27	-97	-77	-84	-78	-79	-75	-71	-70
28	-95	-79	-80	-80	-81	-77	-74	-66
29	-92	-82	-84	-79	-81	-75	-66	-69
30	-92	-78	-83	-85	-82	-75	-66	-67
31	-91	-83	-85	-77	-78	-79	-68	-66
32	-87	-80	-83	-82	-78	-76	-66	-64
33	-86	-77	-80	-78	-78	-79	-74	-65
34	-92	-76	-85	-78	-86	-78	-67	-71
35	-86	-78	-80	-76	-84	-78	-66	-67
36	-89	-78	-76	-81	-77	-80	-73	-65
37	-92	-73	-78	-73	-78	-75	-72	-67
38	-84	-78	-81	-81	-80	-78	-66	-71
39	-89	-75	-81	-78	-81	-76	-66	-64
40	-88	-76	-81	-76	-77	-75	-71	-65
41	-88	-75	-79	-79	-77	-72	-68	-67
42	-88	-79	-79	-75	-80	-78	-78	-67
43	-83	-83	-81	-76	-82	-72	-77	-70
44	-85	-83	-86	-72	-84	-75	-77	-68
45	-89	-79	-82	-75	-79	-76	-68	-70
46	-87	-81	-79	-72	-80	-75	-70	-71
47	-89	-77	-80	-77	-80	-72	-73	-67
48	-83	-81	-82	-78	-76	-72	-70	-69
49	-81	-81	-85	-80	-80	-75	-73	-67
50	-83	-80	-83	-78	-83	-73	-69	-68
Max	-97	-87	-86	-85	-90	-80	-79	-75
Average	-87	-80	-81	-77	-81	-76	-71	-68
Min	-80	-73	-72	-71	-76	-72	-66	-64



Gambar 8. Grafik Perbandingan RSSI dan *Receive Sensitivity* Menggunakan Xbee 868 MHz di Anak 1 (a) dan Anak 2 (b) Majalengka (Sumber: Hasil Analisis Data, 2015)

Dari data tersebut terlihat bahwa kekuatan sinyal sangat baik, jauh dari batas *receive sensitivity* Xbee. Dengan kondisi ini memungkinkan tidak diperlukan untuk meninggikan antenna di anak karena kekuatan sinyal masih sangat baik bahkan di saat antenna diletakkan di atas tanah sekalipun (0 cm). Nilai RSSI yang dihasilkan pada anak 1 dengan antenna diletakkan di atas tanah sebesar -80 dBm (RSSI minimal), -97 dBm (RSSI maksimal), dan - 87 dBm (RSSI rata-rata). Sedangkan untuk anak 2 sebesar -76 dBm (RSSI minimal), -90 dBm (RSSI maksimal), dan - 81 dBm (RSSI rata-rata).

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Transmisi data di lokasi pengujian Garut dan Majalengka hanya bisa menggunakan Xbee 868 MHz. Sedangkan di Tasikmalaya, dapat menggunakan Xbee 2,4 GHz maupun 868 MHz.
2. Menaikkan antenna menjadi lebih tinggi dari modul Xbee sangat signifikan membuat kualitas transmisi data menjadi lebih baik, karena semakin meminimalisir *obstacle*.
3. Kekuatan sinyal radio semakin baik jika nilai RSSI yang diperoleh semakin kurang dari nilai *receive sensitivity* tiap Xbee.
4. Kekuatan sinyal di Garut cukup baik dengan meninggikan antenna pada anak 1, 2, dan 3 minimal 4 m, 1 m dan 50 cm dimana nilai RSSI yang diperoleh tidak lebih dari -112 dBm.
5. Kekuatan sinyal di Tasikmalaya cukup baik jika tinggi minimal antenna pada lokasi anak 1 dan 2 Tasikmalaya dengan menggunakan Xbee 868 MHz yaitu 50 cm dan 10 cm. Sedangkan jika menggunakan Xbee 2,4 GHz 1 m untuk kedua anak (nilai RSSI tidak lebih dari -102 dBm).
6. Kekuatan transmisi data sinyal radio XBee 868 MHz di Majalengka sangat baik, sehingga pemasangan antenna tidak perlu ditinggikan.

PERSANTUNAN

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Ir. Wisyanto, MT., Ir. Suryana Prawiradisatra, dan Hafiz Muslim, ST. yang telah banyak membantu dalam pengambilan data di lapangan untuk kajian ini. Penelitian ini merupakan bagian dari kerjasama penelitian antara BNPB, BPPT, ITB, dan LIPI pada tahun 2015 - 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- BNPB. 2019. Jumlah Kejadian 2019 Tanah Longsor [terhubung berkala]. <http://dibi.bnpb.go.id/> [20 Agustus 2019].
- Digi International. XBee/XBee-PRO 868 RF Modules User Guide [terhubung berkala]. <https://www.digi.com/resources/documentation/digidocs/pdfs/90001020.pdf> [29 Agustus 2019]. 78p.
- Digi International. XBee/XBee-PRO Zigbee RF Modules User Guide [terhubung berkala]. <https://www.digi.com/resources/documentation/digidocs/PDFs/90000976.pdf> [29 Agustus 2019]. 195p.
- Google Inc. 2019. Google Maps: Peta Lokasi Kec. Talegong, Kabupaten Garut [terhubung berkala]. <http://maps.google.com/> [20 Agustus 2019].
- Joni, K., R. Hidayat, dan S. Sumaryono. 2012. Pengujian Protokol IEEE 802.15.4/ZigBee di Lingkungan Outdoor. Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Universitas Gadjah Mada. Seminar Nasional Informatika (SemnasIF), Yogyakarta. ISSN: 1979-2328.
- Mayalarp, V., N. Limpaswadpaisarn, T. Poombansao, and S. Kittipiyakul. 2010. Wireless Mesh Networking with XBee. School of Information, Computer, and Communication Technology. Second Conference on Application Research and Development (ECTI-CARD), Thailand. 5p.
- Ningsih, Y.W. dan Soeharwinto. 2015. Studi Protokol Nirkabel ZigBee IEEE 802.15.4. Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara. Singuda Ensikom. Vol. 10 (27). 88-92.
- Novianti, T. dan I. Santosa. 2013. Pemodelan Karakteristik Propagasi Berdasarkan RSSI pada Jaringan Sensor Nirkabel, Simposium Nasional Teknologi Terapan, Publikasi Ilmiah UMS. ISSN: 2339-028X, IF65-IF71.
- Sun, J., Z. Wang, H. Wang, and X. Zhang. 2007. Research on Routing Protocols Based on ZigBee Network. Third International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIH-MSP), Taiwan: IEEE. ISBN: 978-0-7695-2994-3.
- Suryani, V. dan Y.S. Gondokaryono. 2011. Analisis Performansi Protokol Zigbee Pada Jaringan Wireless Personal Area Network (WPAN). Program Magister Teknik Elektro, Institut Teknologi Bandung. Semantic Scholar. 10p.
- ZigBee Alliance. 2007. ZigBee and Wireless Frequency Coexistence. ZigBee White Paper [terhubung berkala].

<https://www.trane.com/content/dam/Trane/Commercial/global/controls/building-mgmt/Air-Fi/ZigBee%20Wireless%20Whitepaper.pdf>
f [22 Agustus 2019].