

Kinerja Jaringan Nirkabel ZigBee Pada Smart Home Dalam Monitoring Perangkat Ruang

Fathur Zaini Rachman
Jurusan Teknik Elektronika
Politeknik Negeri Balikpapan
Balikpapan, Indonesia
fozer85@gmail.com

Abstrak — Dalam smart home, pengiriman data dikirim secara menyebar dilakukan secara menyebar sehingga paket data sering terjadi gagal pengiriman dan mudah diakses oleh pihak lain. masalah ini disebabkan radio frekuensi yang sama dan alamat pengiriman data yang tidak ada pada setiap titik pemasangannya. Maka diperlukan suatu sistem yang dapat menangani kegagalan pengiriman data dan sistem keamanan jaringan. Pada penelitian ini, menggunakan jaringan sensor nirkabel ZigBee untuk membangun pengalaman pada setiap titik pemasangan sehingga paket data memiliki tujuan pengiriman. Untuk keamanan paket data dibuat protokol yang berfungsi sebagai kode unik setiap pengiriman dan penerimaan data pada titik pemasangan. Hasil pengujian, pengiriman maksimal dengan ada halangan adalah 49 meter dan tanpa ada halangan maksimal 93 meter tanpa ada packet loss dan jarak 94 meter hingga 100 meter merupakan jarak transisi pengiriman. Rata-rata packet loss adalah 4,94 % dikarenakan faktor floating yang mempengaruhi konversi pada arduino dan faktor noise saat pengiriman dan penerimaan data dititik pemasangan. Untuk keamanan data dibuat protokol pengiriman data unik yang terdiri dari 6 hingga 8 byte dalam paket data.

Kata Kunci - Smart Home, ZigBee, Throughput, packet loss

I. PENDAHULUAN

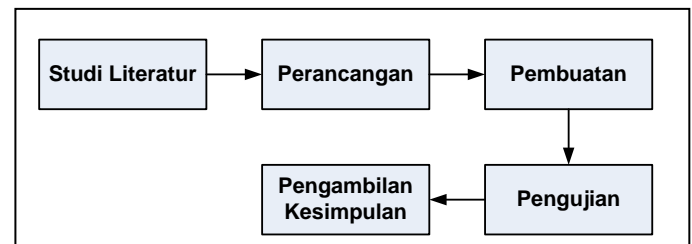
Smart home membantu manusia dalam pengawasan dan kendali perangkat ruang yang terpasang pada rumah ataupun gedung. Beberapa penelitian yang membahas tentang smart home diantaranya tentang pengaturan perangkat pembayangan atau korden yang berdasarkan intensitas cahaya yang masuk ke ruangan sehingga dapat menghemat pemakaian listrik [1], pengaturan otomatis pintu pagar, lampu, pompa air [2], aplikasi smart home yang terdiri dari main program yang terletak di komputer server, sekaligus web server sehingga aplikasi ini dapat diakses melalui jaringan internet [3], diikuti dengan pemanfaatan komunikasi nirkabel menggunakan radio frekuensi 433 MHz pada smart home dengan menerapkan sensor tersebar [4]. Akan tetapi, sistem Smart Home ini memiliki kekurangan yaitu sering terjadi kegagalan pengiriman paket data dikarenakan pengiriman data dikirim ke semua perangkat yang memiliki frekuensi yang sama. Selain itu, sistem keamanan jaringan yang masih lemah dikarenakan modul radio frekuensi 433 MHz dilakukan pengiriman data secara menyebar sehingga dapat diakses dan dikendalikan oleh pemilik gelombang radio

yang sama. Maka diperlukannya suatu sistem yang dapat menangani kegagalan pengiriman data dan sistem keamanan jaringan.

Pada penelitian ini, menggunakan teknologi ZigBee untuk membangun jaringan sensor nirkabel, dimana ZigBee memiliki pengalaman jaringan sehingga paket data yang akan dikirim jelas arah dan tujuannya. Selain itu, untuk menangani keamanan paket data yang tersebar digunakan protokol data yang dibuat dan diproses oleh arduino. Sehingga diharapkan sistem smart home ini dapat berkerja secara baik dan aman.

II. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental yang dibagi menjadi lima tahap, seperti pada gambar 1.



Gambar. 1. Metodologi Eksperimental

Dalam pengujian kinerja jaringan menggunakan metode eksperimental. Didahului dengan studi literatur, perancangan, pembuatan, pengujian hingga pengambilan hasil dan kesimpulan.

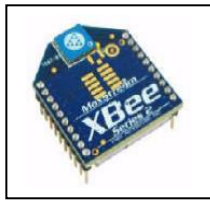
A. Studi Literatur

Pada bagian ini membahas tentang teori dan komponen yang digunakan dalam penelitian ini.

1) Teknologi ZigBee dan Topologi Jaringan

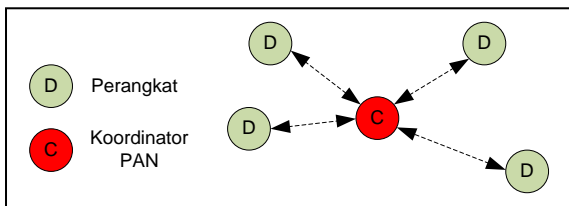
ZigBee adalah standar yang menetapkan seperangkat protokol komunikasi untuk *data rate* rendah pada jaringan nirkabel jarak pendek [5]. Perangkat nirkabel berbasis ZigBee beroperasi pada band frekuensi 868 MHz, 915 MHz dan 2,4

GHz. Data maksimum adalah 250 Kbps [6]. Bentuk fisik Zigbee seperti pada gambar 2.



Gambar. 2. ZigBee

ZigBee memiliki berbagai jenis jangkauannya dan topologi jaringan seperti star dan mesh yang disesuaikan dengan kebutuhan pemakaiannya. Banyak aplikasi yang menggunakan teknologi ZigBee untuk keperluan militer, medis, industri dan lain-lain. contoh pada bidang medis seperti dalam monitoring tetes infus pasien dan ruang inkubator bayi [7], [8]. Dalam Penelitian ini menggunakan topologi jaringan star seperti pada gambar 3.



Gambar. 3. Topologi Star

Dalam topologi *star*, semua perangkat berada dalam komunikasi langsung ke koordinator, dimana semua pesan diarahkan ke koordinator. Pada masing-masing perangkat dalam jaringan dapat berkomunikasi hanya dengan koordinator dengan ID *network* yang sama saja [9].

2) Kinerja Koordinator ZigBee

Dalam pengujian kinerja Koordinator dibagi menjadi 2 bagian, yaitu pengujian *throughput* dan *packet loss*.

Throughput menunjukkan banyaknya data yang dapat diterima oleh koordinator dalam selang waktu tertentu, dimana *throughput* pada besarnya trafik yang terdapat pada jaringan. *Throughput* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [10]:

$$Tg \left(\frac{byte}{s} \right) = \frac{Db * rx}{T(s)} \tag{1}$$

Keterangan:

- Tg : Throughput
- s : Detik
- Db : Data byte
- rx : Data yang diterima
- T : Waktu penerimaan

Packet loss menunjukkan banyaknya data yang hilang sehingga paket data tidak diterima oleh koordinator dengan banyaknya data yang telah dikirim oleh perangkat pada satu

pengukuran [11]. Perhitungan *packet loss* dalam presentasi dapat didefinisikan dengan persamaan berikut [12].

$$PL_T = \left(1 - \frac{nT_{recv}}{nT_{sent}} \right) \times 100\% \tag{2}$$

Keterangan:

- PL_T : Packet Loss
- nT : Banyaknya data

Packet loss didapatkan dari pengujian *throughput* yang menyatakan bentuk perubahan disaat koordinator menerima paket data dari semua perangkat jaringan. Perhitungan rata-rata *packet loss* dengan persamaan berikut.

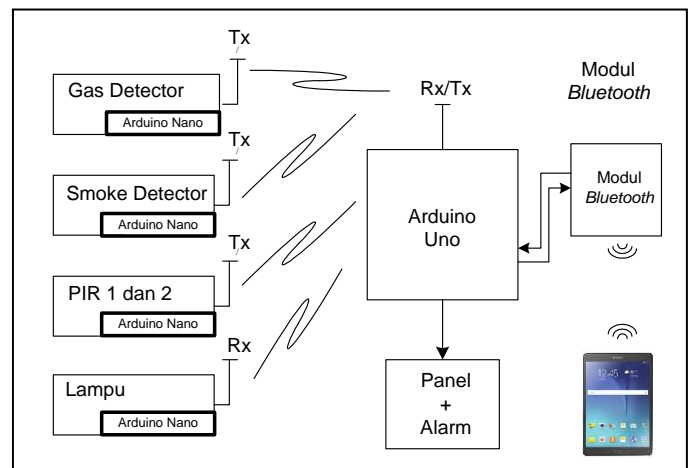
$$APL_r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \tag{3}$$

Keterangan:

- APL_T : Rata-rata Packet Loss

B. Perancangan

Perancangan model sistem seperti pada gambar 4 dibagi menjadi beberapa bagian yaitu perangkat (D) yang terdiri dari beberapa sensor yang terhubung dengan arduino nano sebagai tempat pemrosesan, koordinator (C) yang berperan sebagai penghimpun semua data yang masuk dan juga sebagai pusat pengendali, dimana koordinator ini terhubung langsung dengan koordinator. Dan yang terakhir adalah komunikasi bluetooth sebagai media antara koordinator dengan user.



Gambar. 4. Model Sistem

1) Konfigurasi ZigBee

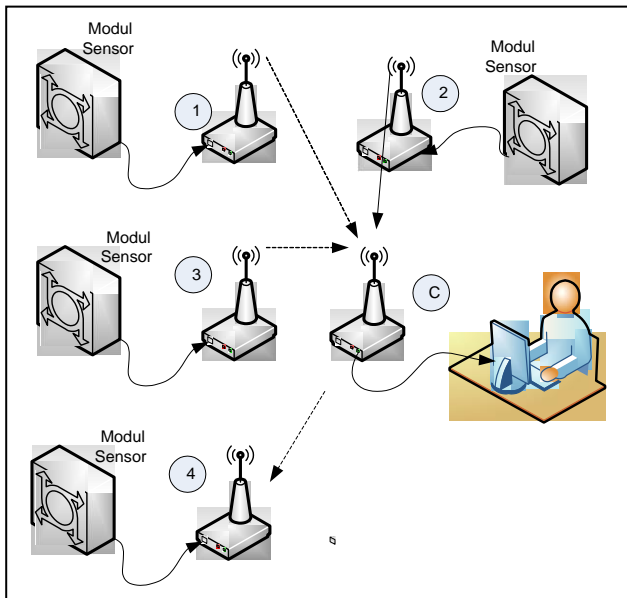
Konfigurasi ZigBee memuat setting dari jaringan yang akan terhubung seperti pada tabel 1.

TABLE I. KONFIGURASI ZIGBEE

Simbol	MY	DL	ID	Keterangan
C	1	5	999	Coordinator
1	2	1	999	End-Device

2	3	1	999	End-Device
3	4	1	999	End-Device
4	5	0	999	End-Device

MY menandakan alamat diri dari ZigBee dalam jaringan, DL sebagai arah kirim data pada jaringan dan ID merupakan alamat jaringan yang berfungsi sebagai pembeda dengan jaringan yang lain sehingga tidak terjadi tubrukan data yang akan dikirim atau diterima. Adapun skenario jaringan dapat dilihat pada gambar 5. Semua titik pemasangan sensor dikirim ke koordinator dan titik pemasangan lampu dikendalikan oleh koordinator .



Gambar. 5. Pemodelan Jaringan Star

2) Protokol Komunikasi

Protokol data berfungsi sebagai kode data yang akan dikirim dari titik pemasangan sensor ke koordinator sehingga dapat saling berkomunikasi dengan menggunakan protokol yang telah ada. Protokol data pada dalam jaringan seperti pada tabel 2.

TABLE II. PROTOKOL DATA

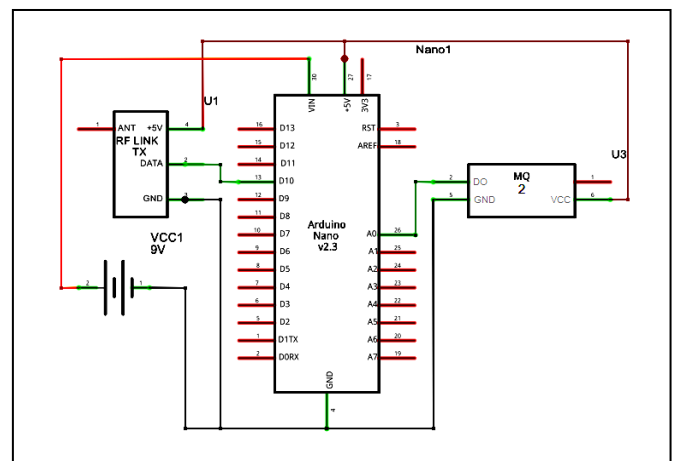
Jenis Sensor	Protokol Data	Indikator Panel		
		LED Hijau	LED Kuning & Buzzer flip-flop	LED Merah & Buzzer
Sensor Gas	@AMAN#	ON	OFF	OFF
	@AWAS#	OFF	ON	OFF
	@BAHAYA#	OFF	OFF	ON
Sensor Asap	\$AMAN%	ON	OFF	OFF
	\$AWAS%	OFF	ON	OFF
	\$BAHAYA%	OFF	OFF	ON
Sensor PIR	ADA MALING	-	-	ON
Reset PIR	RESET ON	-	-	OFF

C. Pembuatan

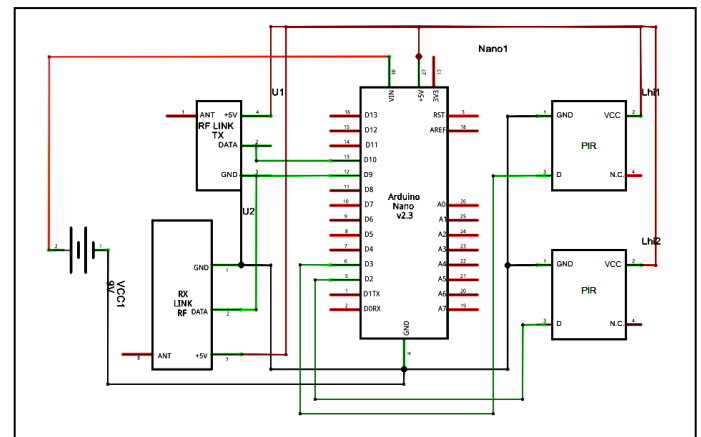
Pembuatan disini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak.

1) Perangkat Keras

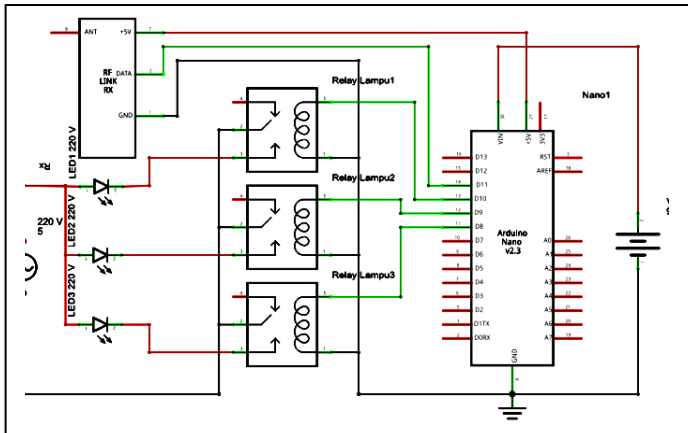
Pembuatan perangkat keras seperti pada gambar. 6, 7 dan 8 yang terletak pada titik pemasangan sensor dan lampu. Pada gambar. 6 merupakan rangkaian yang terintegrasi dengan arduino dimana dikhususkan untuk memproses dari sensor gas dan asap. Pada bagian komunikasi serial (rx dan tx) terhubung dengan ZigBee. Pada gambar. 7 merupakan rangkaian yang terintegrasi dengan arduino dimana dikhususkan untuk memproses dari sensor PIR. Pada bagian komunikasi serial (rx dan tx) terhubung dengan ZigBee.



Gambar. 6. Rangkaian Pada Gas dan Smoke Detector



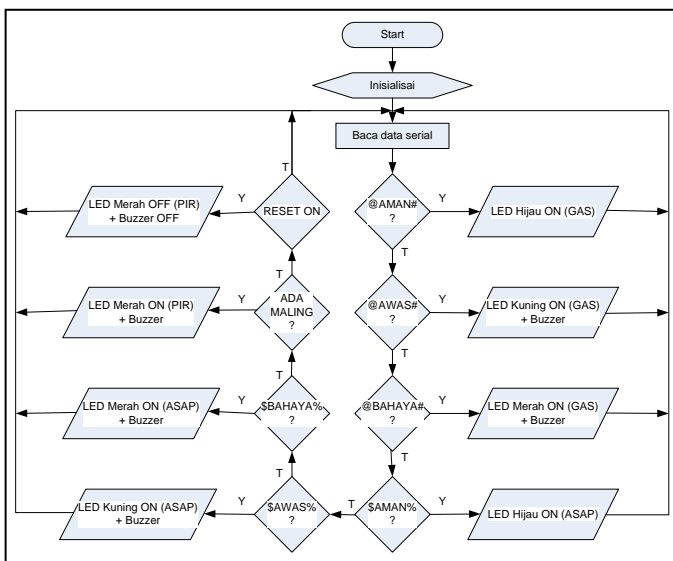
Gambar. 7. Rangkaian Sensor PIR



Gambar. 8. Rangkaian Lampu

2) Perangkat Lunak

Pada perangkat lunak membahas pada panel dan tampilan pada android. Diagram alir pada panel dapat dilihat seperti pada gambar. 9.

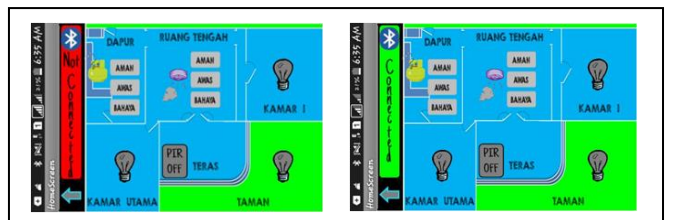


Gambar. 9. Diagram Alir Progrm pada Panel

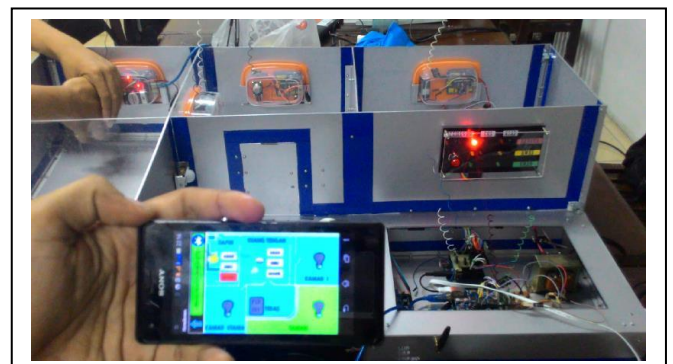
Semua data yang diterima pada panel diseleksi dan di tingkatkan dalam beberapa kondisi dan ditampilkan dalam bentuk indikator LED seperti pada gambar. 10. Adapun tampilan pada android untuk hubungan antara pengguna dengan perangkat seperti pada gambar. 11. Bentuk keseluruhan dari sistem smart home ini seperti pada gambar. 12, merupakan bentuk prototipe sistem smart home yang sudah terintegrasi secara keseluruhan.



Gambar. 10. Panel Sistem Monitoring



Gambar. 11. Rangkaian Sensor PIR



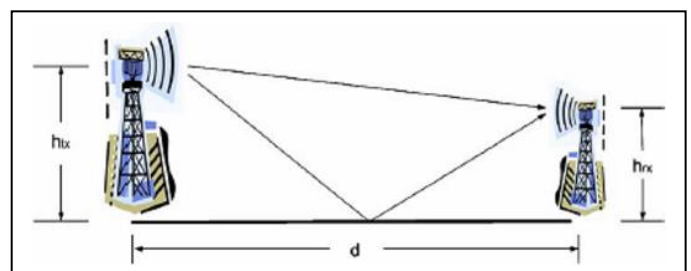
Gambar. 12. Sistem Keseluruhan Smart Home

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan untuk memastikan kinerja alat yang digunakan seperti jarak, *throughput*, *packet error*.

A. Jangkauan ZigBee

Pengujian dilakukan seperti pada gambar. 13, dimana terdiri dari 2 bagian yaitu pengirim (htx) dan penerima (hrx).



Gambar. 13. Variasi Jarak dan Tinggi Penerima

Pengiriman dilakukan dengan jarak, tinggi pengiriman dan penerimaan berbeda-beda. Serta dilakukan pengiriman dengan ada dan tanpa halangan.

• **Pengujian Dengan Ada Halangan**

Pengujian dilakukan dengan halangan, dimana halangan disini adalah berupa tembok dan pintu ruangan.

Pada gambar. 14, pengujian ini pengirim (htx) 0 cm dari penerima (hrx) atau sama tinggi. Dari hasil pengujian didapatkan hasil maksimal pengiriman adalah 21 meter, area transisi mulai 22 sampai 28 meter dan kegagalan pengiriman 100% terjadi mulai jarak 29 meter.

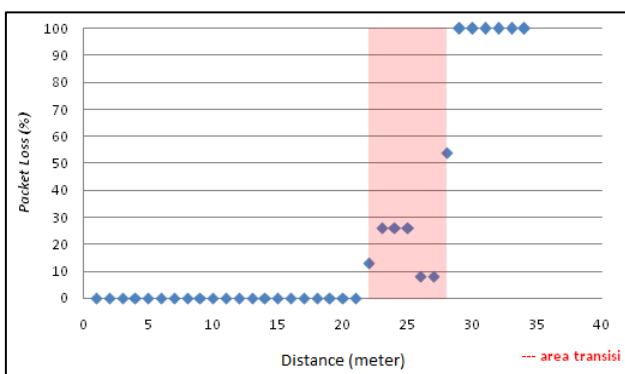
Pada gambar. 15, pengujian ini pengirim (htx) 40 cm dari penerima (hrx). Dari hasil pengujian didapatkan hasil maksimal pengiriman adalah 29 meter, area transisi mulai 30 sampai 42 meter dan kegagalan pengiriman 100% terjadi mulai jarak 43 meter.

Pada gambar. 16, pengujian ini pengirim (htx) 80 cm dari penerima (hrx). Dari hasil pengujian didapatkan hasil maksimal pengiriman adalah 43 meter, area transisi mulai 44 sampai 54 meter dan kegagalan pengiriman 100% terjadi mulai jarak 55 meter.

Pada gambar. 17, pengujian ini pengirim (htx) 120 cm dari penerima (hrx). Dari hasil pengujian didapatkan hasil maksimal pengiriman adalah 49 meter, area transisi mulai 50 sampai 58 meter dan kegagalan pengiriman 100% terjadi mulai jarak 59 meter.

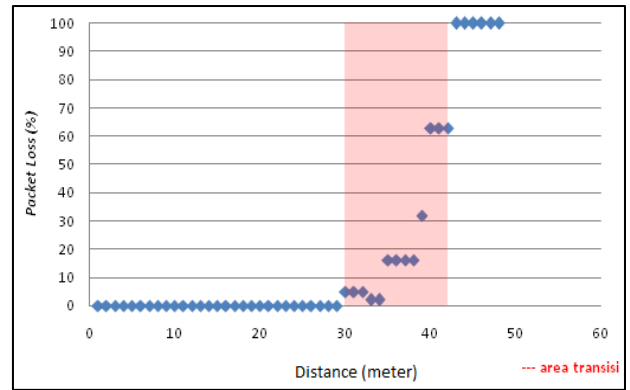
Pada gambar. 18, pengujian ini pengirim (htx) 160 cm dari penerima (hrx). Dari hasil pengujian didapatkan hasil maksimal pengiriman adalah 45 meter, area transisi mulai 46 sampai 58 meter dan kegagalan pengiriman 100% terjadi mulai jarak 59 meter.

• **Tinggi Pengiriman (htx) 0 cm**



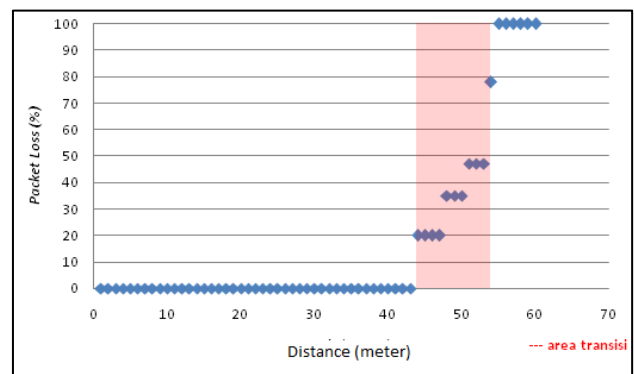
Gambar. 14. Tinggi Pengiriman 0 cm dari Penerima

• **Tinggi Pengiriman (htx) 40 cm**



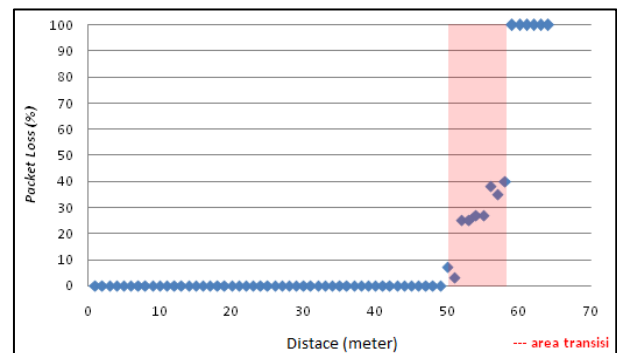
Gambar. 15. Tinggi Pengiriman 40 cm dari Penerima

• **Tinggi Pengiriman (htx) 80 cm**



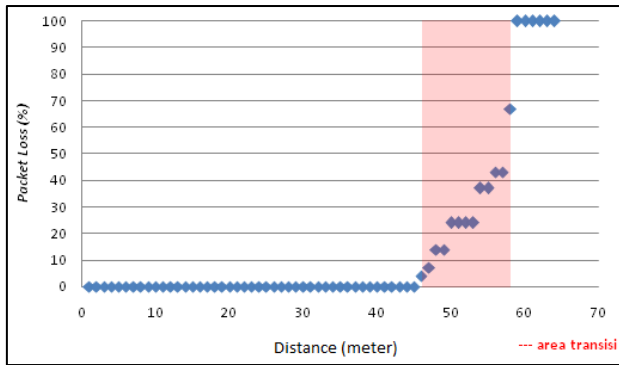
Gambar. 16. Tinggi Pengiriman 80 cm dari Penerima

• **Tinggi Pengiriman (htx) 120 cm**



Gambar. 17. Tinggi Pengiriman 120 cm dari Penerima

• **Tinggi Pengiriman (htx) 160 cm**



Gambar. 18. Tinggi Pengiriman 160 cm dari Penerima

B. Pengujian Tanpa Ada Halangan

Adapun hasil dari pengujiannya seperti pada tabel 3. Pengiriman maksimal tanpa ada halangan maksimal 93 meter tanpa ada *packet loss* dan jarak 94 meter hingga 100 meter merupakan jarak transisi pengiriman, yaitu ada dan tidak data yang diterima pada penerima.

1) Throughput (Tg)

Dari jumlah paket data yang masuk dan lamanya pengambilan data, akan dapat diketahui throughput pada suatu jaringan. Pada pengujian ini, menggunakan simulator pengiriman paket data yang bervariasi dari 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77 hingga 84 byte dengan delay 1 detik.

TABLE III. PENGUJIAN PENGIRIMAN DATA TANPA HALANGAN

No	Jarak (Meter)	Data Terkirim
1	1	Ya
2	20	Ya
3	40	Ya
4	50	Ya
5	70	Ya
6	80	Ya
7	90	Ya
8	91	Ya
9	93	Ya
10	94	Ya/Tidak
11	100	Ya/Tidak
12	>100	Tidak

TABLE IV. THROUGHPUT PENGIRIMAN

No	D1 (byte)	D2 (byte)	C (byte)	Tg (byte)
1	7	7	840	14
2	7	14	1204	20
3	7	21	1620	27
4	7	28	1975	32
5	7	35	2360	39
6	7	42	2776	46
7	7	49	3154	52
8	7	56	3555	59
9	7	63	3896	64
10	7	70	4376	72
11	7	77	4895	81
12	7	84	5130	85

Pada tabel 4, hasil pengujian *throughput* transmisi dilakukan dengan 12 kali pengujian, dimana pada pengujian terdiri dari perangkat (D1) yang merupakan sumber paket data yang melakukan pengiriman 7 *byte* setiap detiknya. Simulator (D2) pada pengujian ini melakukan pengiriman paket data yang bervariasi untuk menguji trafik yang ada pada jaringan.

C. Packet Loss

Packet loss merupakan paket data yang hilang dari semua pengiriman ke titik koordinat [6]. Pada pengujian ini, dapat dilihat pada tabel 5, dimana data dikirim setiap 1 detik selama 1 menit. Dalam pengirimannya dilakukan dengan variasi data dalam setiap percobaan [13]–[15].

TABLE V. PACKET LOSS

Byte / menit		PL _T (%)
nT _{recv}	nT _{sent}	
840	840	0
1204	1260	4,44
1620	1680	3,57
1975	2100	5,95
2360	2520	6,34
2776	2940	5,57
3154	3360	6,13
3555	3780	5,95
3896	4200	7,23
4376	4620	5,28
4895	5040	2,87
5130	5460	6,04

Jadi, dari persamaan 3 didapatkan bahwa rata-rata *packet loss* adalah 4,94 %. Hasil pengujian ini dikarenakan faktor *floating* yang mempengaruhi konversi pada mikrokontroler dan faktor *noise* saat pengiriman dan penerimaan data dititik pemasangan. Adapun kapasitas maksimum (*bandwidth*) pada jaringan adalah 250 Kbps sesuai dengan data *sheet* perangkat ZigBee.

IV. KESIMPULAN

Dalam pengiriman data dengan jeda 1 detik dalam waktu 1 menit didapatkan *packet loss* 0% pada jumlah 840 byte. Pengiriman maksimal dengan ada halangan adalah 49 meter dan tanpa ada halangan maksimal 93 meter tanpa ada *packet loss* dan jarak 94 meter hingga 100 meter merupakan jarak transisi pengiriman. *packet loss* adalah 4,94 %. Hasil pengujian ini dikarenakan faktor *floating* yang mempengaruhi konversi pada arduino dan faktor *noise* saat pengiriman dan penerimaan data dititik pemasangan [16]–[19].

REFERENSI

[1] M. D. Putro and F. D. Kambey, "SISTEM PENGATURAN PENCAHAYAAN RUANGAN BERBASIS ANDROID PADA RUMAH PINTAR," *JNTE*, vol. 5, no. 3, pp. 297–307, 2016.
 [2] H. Setiadi and Munadi, "Desain Model Smarthome System Berbasis Mikrokontroler," *J. Tek. Mesin S-1*, vol. 3, no. 2, pp. 138–142, 2015.
 [3] T. F. Yurnama and N. Azman, "Perancangan Software Aplikasi Pervasiv Smart Home," in *SNATI*, 2009, pp. E2–E5.

- [4] F. Z. Rachman and A. Armin, "Rancang Bangun Sistem Kendali dan Monitoring Akses Ruang Dengan Menggunakan Fingerprint Melalui Jaringan Sensor Nirkabel," in *SNTI V*, 2017, pp. 233–238.
- [5] I. Institute of Electrical and Electronics Engineers, *Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications for Low Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)*. New York: IEEE, 2003.
- [6] Farahani, *ZigBee Wireless Networks and Transceivers*. Newnes, 2008.
- [7] F. Z. Rachman, "Prototype development of monitoring system in patient infusion with wireless sensor network," in *2015 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications, ISITIA 2015 - Proceeding*, 2015.
- [8] F. Z. Rachman, "Implementasi Jaringan Sensor Nirkabel Menggunakan Zigbee Pada Monitoring Tabung Inkubator Bayi," *JNTE*, vol. 5, no. 2, pp. 207–216, 2016.
- [9] F. Shahin, *ZigBee Wireless networks and Transceivers*. Elsevier Ltd., 2008.
- [10] B. Preveze and A. Şafak, "Throughput Improvement of Mobile Multi-Hop Wireless Networks," *Int. J. Wirel. Mob. Networks*, vol. 2, no. 3, pp. 120–139, 2010.
- [11] M. Shamsi and A. . Rahbar, "Packet Loss Analysis of Multi-Fiber Asymmetric Share-per-link optical packet switches," *Int. J. Adv. Opt. Commun. Netw.*, vol. 1, no. 1, 2010.
- [12] M. . Koul, "Analysis of The Effects of Packet Loss and Delay Jitter on MPEG-4 Video Quality," Texas.
- [13] F. Z. Rachman, N. Yanti, and Q. Hidayati, "HUMAN MACHINE INTERFACE PADA PEMANTAUAN DAN KENDALI PERANGKAT RUANGAN MELALUI JARINGAN SENSOR NIRKABEL," in *SENTRA*, 2017, pp. 1–10.
- [14] F. Z. Rachman, "SMART HOME BERBASIS IOT," in *SNITT*, 2017, pp. 369–374.
- [15] F. Z. Rachman, "Pengembangan Prototipe Sistem Kontrol dan Monitoring Infus Untuk Pasien Berbasis Jaringan Nirkabel (ZigBee)," in *SITIA*, 2010.
- [16] Q. Hidayati, F. Z. Rachman, N. Yanti, and N. Jamal, "Desain Model dan Simulasi PLC-Mikrokontroler sebagai Modul Pembelajaran Berbasis PLC," *JTERA*, vol. 2, no. 2, pp. 73–82, 2017.
- [17] N. Yanti and F. Z. Rachman, "Aplikasi Neural Network Menggunakan Algoritma Backpropagation Untuk Analisis Pengaruh Nutrien Terhadap Kecepatan Pertumbuhan Mikroba Pada Fermentasi Tempe," in *SNTI IV*, 2016.
- [18] F. Z. Rachman and N. Yanti, "Robot Penjejak Ruang Dengan Sensor Ultrasonik," *JTT*, vol. 4, no. 2, pp. 114–119, 2016.
- [19] Q. Hidayati, F. Z. Rachman, and N. Yanti, "Intelligent Control System of Fire-Extinguishing and Obstacle- Avoiding Hexapod Robot," vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2018.