

# ANALISIS KINERJA ZIGBEE (802.15.4) PADA PERUMAHAN MENGGUNAKAN NETWORK SIMULATOR 2

Kurnia Agnawatri<sup>\*)</sup>, Sukiswo, and Ajub Ajulian Zahra

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang  
Jl. Prof. Sudharto, SH, kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

<sup>\*)</sup> Email: nia.agnawatri@gmail.com

## Abstrak

ZigBee/IEEE 802.15.4 adalah protokol jaringan nirkabel yang memiliki karakteristik yaitu daya dan data rate rendah, tingkat keamanan tinggi, selain bebas lisensi juga pengoperasiannya sangat mudah. Salah satu implementasi dari teknologi ZigBee adalah untuk sistem monitoring pada perumahan. Pada penelitian ini, akan dilakukan simulasi dan analisis komunikasi data antar node pada Wireless Sensor Network menggunakan protokol ZigBee. Node ZigBee pada simulasi ini dipasang di setiap rumah pada suatu perumahan membentuk jaringan tree. Simulasi dilakukan menggunakan software NS-2, kemudian dilakukan pengamatan terhadap parameter QoS meliputi delay, packet loss, throughput dan PDR. Hasil simulasi menunjukkan dengan meningkatnya nilai pathloss dan deviasi shadowing, mengakibatkan nilai delay dan packet loss cenderung naik, sedangkan nilai throughput dan PDR cenderung menurun. Nilai terbesar kenaikan rata-rata delay terjadi pada variasi deviasi shadowing dengan dimensi  $130 \times 130 \text{m}^2$ , yaitu sebesar 35,68%. Nilai terbesar kenaikan rata-rata packet loss terjadi pada variasi deviasi shadowing dengan dimensi  $100 \times 100 \text{m}^2$ , yaitu sebesar 44,76%. Nilai terbesar penurunan rata-rata throughput terjadi pada variasi deviasi shadowing dengan dimensi  $130 \times 130 \text{m}^2$ , yaitu sebesar 91,64%. Nilai terbesar penurunan rata-rata PDR terjadi pada variasi deviasi shadowing dengan dimensi  $130 \times 130 \text{m}^2$ , yaitu sebesar 23,89%.

*Kata kunci : ZigBee, Perumahan, NS-2, QoS*

## Abstract

ZigBee/IEEE 802.15.4 is a wireless network protocol that has the characteristics which low power and low data rate, high level security, free license and the operation is very easy. One of ZigBee's implementation is for monitoring system in housing. In this research, will simulate and analyze data communication between nodes in Wireless Sensor Network using ZigBee protocol. Zigbee's node in this simulation installed in every house in a housing to form a tree network. This simulation is using software NS-2, then do the observation of QoS parameter include delay, packet loss, throughput and PDR. The simulation result shows by the increasing of pathloss and shadowing deviation, will cause delay and packet loss tend to rise, while throughput and PDR tend to decrease. The biggest value for increasing average delay is in shadowing deviation with dimension of  $130 \times 130 \text{m}^2$ , which amounted to 35,68%. The biggest value for increasing average packet loss is in shadowing deviation with dimension of  $100 \times 100 \text{m}^2$ , which amounted to 44,76%. The biggest value for decreasing average throughput is in shadowing deviation with dimension of  $130 \times 130 \text{m}^2$ , which amounted to 91,64%. The biggest value for decreasing average PDR is in shadowing deviation with dimension of  $130 \times 130 \text{m}^2$ , which amounted to 23,89%.

*Keywords : Zigbee, Housing, NS-2, QoS*

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi komunikasi data dewasa ini memungkinkan penyediaan sarana komunikasi data dengan kecepatan transfer data yang semakin cepat dan protokol keamanan yang semakin handal. Komunikasi data membutuhkan sebuah media penghantar untuk menyampaikan informasi ke tujuan. Selama ini, media komunikasi data didominasi oleh media komunikasi

kabel. Namun kini sudah mulai bergerak ke jenis media komunikasi data nirkabel.

Salah satu teknologi nirkabel (*wireless*) yang sedang dikembangkan dengan berbagai macam aplikasi yaitu *Wireless Sensor Network* (WSN). *Wireless Sensor Network* atau Jaringan Sensor Nirkabel adalah sekumpulan *node* yang diatur dalam sebuah jaringan kerjasama.[6] Tiap *node* sensor memiliki kemampuan

untuk mengumpulkan data dan dapat berkomunikasi dengan *node* sensor lainnya. Dengan WSN, dapat dibuat sistem untuk melakukan pengukuran suhu, kelembaban, tekanan, kecepatan aliran, ketinggian cairan dan sebagainya. Pengukuran dilakukan oleh sensor, kemudian *node* sensor mengirimkan informasi ke *base-station* untuk diolah kembali.[7]

*ZigBee* adalah satu protokol pada *Wireless Personal Area Network* (WPAN) yang bisa dipakai untuk *Wireless Sensor Network* (WSN). *ZigBee* diperkirakan dapat melakukan transmisi pada jarak 10-75 meter, tergantung pada RF lingkungan dan daya *output*. [9] Meskipun jarak komunikasi pendek, tetapi *ZigBee* memiliki kelebihan pada pengoperasiannya yang sangat mudah, bentuknya kecil dan membutuhkan daya yang sangat rendah (*low power consumption*). *ZigBee* juga mampu mendukung jaringan murah, stabil dan mampu menangani satu set dengan jumlah *node* yang sangat besar. [10]

Pada penelitian ini, penilaian kinerja jaringan menggunakan beberapa parameter, seperti *delay*, *packet loss*, *throughput* dan *Packet Delivery Ratio* (PDR). Parameter-parameter ini sama seperti yang telah digunakan oleh Hanitya Triantono Widya Putra. [2] Perbedaan pada penelitian ini terdapat pada topologi jaringannya yaitu menggunakan topologi *tree*. Metode *routing* pada penelitian ini menggunakan *routing* AODV. Pemilihan metode *routing* AODV sesuai dengan hasil penelitian oleh Rizky Ananto Putri, dkk. [3], yaitu rata-rata utilisasi *bandwidth* yang digunakan pada protokol AODV lebih kecil dibandingkan pada protokol DSR, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan protokol AODV lebih hemat sumber daya. Perbedaan pada penelitian ini terdapat pada penggunaan protokol jaringan yaitu *ZigBee* (802.15.4), sedangkan pada penelitian tersebut menggunakan protokol 802.11. Pada penelitian ini akan menganalisis kinerja jaringan *ZigBee* dengan teknologi WSN pada perumahan seperti yang telah dilakukan oleh Asriyadi dan Rahmadi Kurnia. [4] Perbedaan pada penelitian ini terdapat pada penggunaan variasi *path loss* dan deviasi *shadowing* agar lebih sesuai dengan keadaan sebenarnya. Dalam penelitian ini melakukan penerapan beberapa *node* sensor yang dipasang di ruangan, seperti yang telah dilakukan oleh Fardhan Arkan dan Zaini. [5] Perbedaan dari penelitian ini adalah mensimulasikan skenario tersebut di perumahan dengan NS-2.

## 2. Metode

### 2.1. Simulasi Jaringan Zigbee

Pada simulasi ini menggunakan model perumahan dengan dimensi  $70 \times 70 \text{ m}^2$  yang terdiri dari 32 rumah,  $100 \times 100 \text{ m}^2$  yang terdiri dari 78 rumah dan  $130 \times 130 \text{ m}^2$  yang terdiri dari 128 rumah. Pada model perumahan dengan dimensi  $70 \times 70 \text{ m}^2$  terdapat 35 *node*, yang terdiri dari 1 PAN *coordinator*, 2 *router* dan 32 *end device*. Pada

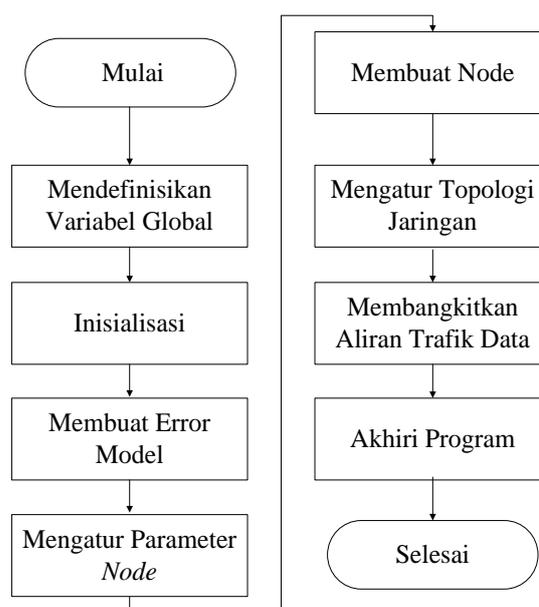
model perumahan dengan dimensi  $100 \times 100 \text{ m}^2$  terdapat 84 *node*, yang terdiri dari 1 PAN *coordinator*, 5 *router* dan 78 *end device*. Pada model perumahan dengan dimensi  $130 \times 130 \text{ m}^2$  terdapat 140 *node*, yang terdiri dari 1 PAN *coordinator*, 11 *router* dan 128 *end device*. PAN *coordinator* terletak di pos penjaga perumahan, *router* diletakkan di antara rumah dengan jarak maksimal 30 m, dan *end device* diletakkan di setiap rumah.

Pada simulasi jaringan ini menggunakan 3 variasi, meliputi variasi dimensi, variasi *path loss* dan variasi deviasi *shadowing*. Variasi dimensi terdiri dari 3 dimensi, yaitu  $70 \times 70$ ,  $100 \times 100$  dan  $130 \times 130$ . Variasi *path loss* sesuai dengan kawasan perumahan yaitu dengan nilai antara 2,7-5, karena kawasan tersebut termasuk dalam *shadowed urban area*. Variasi deviasi *shadowing* sesuai dengan kawasan perumahan yaitu dengan nilai antara 4-12 dB, karena kawasan tersebut termasuk dalam kawasan *outdoor*.

Terdapat 2 skenario yang digunakan untuk menganalisis kinerja jaringan ini, yaitu skenario 1 melakukan simulasi jaringan dengan menggunakan variasi dimensi dan variasi *path loss* dan skenario 2 melakukan simulasi jaringan dengan menggunakan variasi dimensi dan variasi deviasi *shadowing*.

### 2.2. Perancangan Sistem

Pada penelitian ini dibuat suatu jaringan *Zigbee* dengan menggunakan *Network Simulator 2*. Secara keseluruhan, tahapan pembuatan simulasi ditunjukkan pada Gambar 1. Pada simulasi ini, terdapat parameter yang digunakan untuk menjalankan simulasi. Parameter tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Diagram alir simulasi.

Tabel 1. Parameter simulasi

Parameter	Spesifikasi
Tipe MAC	802.15.4
Model propagasi	Shadowing
Tipe antarmuka antrian	DropTail
Model antena	OmniAntenna
Maksimal paket dalam antrian	50
Jumlah node	35, 84, 140
Tipe protokol routing	AODV
Dimensi topologi	70×70×10, 100×100×10, 130×130×10
Transport agent	TCP
Trafik generator	CBR
Waktu simulasi	600 detik

### 2.3. Metode Pengambilan Data

Data hasil simulasi tersedia dalam bentuk *trace file*. *Trace file* berisi semua kejadian yang terjadi pada saat simulasi berlangsung. Dari *trace file* dapat diambil data yang diinginkan. Data dapat diambil dengan menggunakan *file awk*. *File awk* digunakan untuk menghitung parameter kinerja jaringan, yaitu *delay*, *packet loss*, *throughput* dan PDR.

#### 1. Waktu Tunda (Delay)

*Delay* adalah total waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya.

$$Delay\ Total = \frac{\sum_{i=T_t}^{i=T_t+1} RT_i - \sum_{i=T_t}^{i=T_t+1} ST_i}{\sum_{i=T_t}^{i=T_t+1} R_i}; 0 \leq t \leq T \quad (1)$$

Keterangan :

$RT_i$  = Waktu penerimaan paket (s)

$ST_i$  = Waktu pengiriman paket (s)

$RP_i$  = Jumlah paket yang diterima (s)

$t$  = Waktu pengambilan *sample* (s)

$T$  = Waktu pengamatan (s)

ITU-T G.114 merekomendasikan waktu tunda tidak lebih besar dari 150 ms untuk berbagai aplikasi, dengan batas 400 ms untuk komunikasi suara yang masih dapat diterima. Nilai *delay* dapat divalidasi dengan menggunakan *teorema little* yang ditunjukkan pada persamaan 2.

$$N = \lambda T \quad (2)$$

Keterangan :

$N$  = Jumlah paket rata-rata dalam sistem

$\lambda$  = laju kedatangan

$T$  = waktu rata-rata dalam sistem

#### 2. Packet Loss

*Packet loss* adalah banyaknya paket yang hilang selama proses transmisi dari *transmitter* ke *receiver*. Paket hilang terjadi ketika satu atau lebih paket data yang melewati suatu jaringan gagal mencapai tujuannya.

$$Packet\ loss = \left( \frac{\sum_{i=T_t}^{i=T_t+1} D_i}{\sum_{i=T_t}^{i=T_t+1} S_i} \right) \times 100\% ; 0 \leq t \leq T \quad (3)$$

Keterangan :

$D_i$  = Jumlah paket yang mengalami *drop* (paket)

$S_i$  = Jumlah paket yang dikirim (paket)

$t$  = Waktu pengambilan *sample* (s)

$T$  = Waktu pengamatan (s)

#### 3. Throughput

*Throughput* adalah jumlah data atau paket data yang berhasil ditransfer melalui saluran komunikasi atau node jaringan persatuan waktu. *Throughput* yang diukur dalam *bit* per detik, dan biasanya dinyatakan dalam *megabit* per detik (Mbps) atau *gigabit* per detik (Gbps) untuk sistem transfer data super cepat.<sup>[22]</sup>

$$Throughput = \frac{\sum_{i=T_t}^{i=T_t+1} P_i}{T}; 0 \leq t \leq T \quad (4)$$

Keterangan :

$P_i$  = Ukuran paket yang diterima (*bit*)

$t$  = Waktu pengambilan *sample* (s)

$T$  = Waktu pengamatan (s)

Berdasarkan *ZigBee RF Modules* oleh *Digi International* nilai *throughput* pada jaringan *ZigBee* bernilai antara 5 Kbps sampai 35 Kbps.<sup>[17]</sup>

#### 4. PDR

*Packet Delivery Ratio* (PDR) merupakan perbandingan banyaknya jumlah paket yang diterima oleh *node* penerima dengan total paket yang dikirimkan dalam suatu periode waktu tertentu

$$PDR = \left( \frac{\sum_{i=T_t}^{i=T_t+1} R_i}{\sum_{i=T_t}^{i=T_t+1} S_i} \right) \times 100 ; 0 \leq t \leq T \quad (5)$$

Keterangan :

$R_i$  = Jumlah paket yang diterima oleh *node* penerims(paket)

$S_i$  = Jumlah paket yang dikirim oleh *node* pengirim (paket)

$t$  = Waktu pengambilan *sample* (s)

$T$  = Waktu pengamatan (s)

## 3. Hasil dan Analisis

### 3.1. Analisis Delay

Pada simulasi didapatkan nilai *delay* untuk masing-masing skenario.

#### 3.1.1. Skenario Simulasi 1

Pada skenario ini dilakukan simulasi jaringan dengan menggunakan variasi dimensi dan variasi *path loss*. Data nilai *delay* pada skenario 1 ditunjukkan pada Tabel 2. Pada tabel tersebut terlihat bahwa *delay* terbesar pada jaringan berdimensi 70×70 dan 100×100 terjadi saat *path loss* bernilai 5 yaitu masing-masing sebesar 941,72 ms dan 665,74 ms, lalu pada jaringan berdimensi 130×130 terjadi saat *path loss* bernilai 4,8 yaitu sebesar 894,2 ms.

Sedangkan, *delay* terkecil pada jaringan berdimensi 70×70 dan 100×100 terjadi saat *path loss* bernilai 4,4 yaitu masing-masing sebesar 59,01 ms dan 58,43 ms, lalu pada jaringan berdimensi 130×130 terjadi saat *path loss* bernilai 4,2 yaitu sebesar 58,82 ms.

**3.1.2. Skenario Simulasi 2**

Pada skenario ini dilakukan simulasi jaringan dengan menggunakan variasi dimensi dan variasi deviasi *shadowing*. Data nilai *delay* pada skenario 2 ditunjukkan pada Tabel 3. Pada tabel tersebut terlihat bahwa *delay* terbesar pada jaringan berdimensi 70×70, 100×100 dan 130×130 terjadi saat deviasi *shadowing* bernilai 10 dB yaitu masing-masing sebesar 135,86 ms, 269,62 ms dan 690,07 ms. Sedangkan, *delay* terkecil pada jaringan berdimensi 70×70 terjadi saat deviasi *shadowing* bernilai 7 dB yaitu sebesar 55,06 ms, lalu pada jaringan berdimensi 100×100 terjadi saat deviasi *shadowing* bernilai 5 dB yaitu sebesar 51,61 ms dan pada jaringan berdimensi 130×130 terjadi saat deviasi *shadowing* bernilai 4 dB yaitu sebesar 68,09 ms.

**3.2. Analisis Packet Loss**

Pada simulasi didapatkan nilai *packet loss* untuk masing-masing skenario.

**3.2.1. Skenario Simulasi 1**

Pada skenario ini dilakukan simulasi jaringan dengan menggunakan variasi dimensi dan variasi *path loss*. Data nilai *packet loss* pada skenario 1 ditunjukkan pada Tabel 4. Pada tabel tersebut terlihat bahwa *packet loss* terbesar pada jaringan berdimensi 70×70 dan 100×100 terjadi saat *path loss* bernilai 5 yaitu masing-masing sebesar 92,67% dan 92,91%, lalu pada jaringan berdimensi 130×130 terjadi saat *path loss* bernilai 4,9 dan 5 yaitu sebesar 100% karena pada kondisi tersebut seluruh paket yang dikirim mengalami *drop*. Sedangkan, *packet loss* terkecil pada jaringan berdimensi 70×70 terjadi saat *path loss* bernilai 3,7 yaitu sebesar 0,86%, lalu pada jaringan berdimensi 100×100 terjadi saat *path loss* bernilai 3,4 yaitu sebesar 1,48% dan pada jaringan berdimensi 130×130 terjadi saat *path loss* bernilai 3,6 yaitu sebesar 1,78%.

**3.2.2. Skenario Simulasi 2**

Pada skenario ini dilakukan simulasi jaringan dengan menggunakan variasi dimensi dan variasi deviasi *shadowing*. Data nilai *packet loss* pada skenario 2 ditunjukkan pada Tabel 5. Pada tabel tersebut terlihat bahwa *packet loss* terbesar pada jaringan berdimensi 70×70 terjadi saat deviasi *shadowing* bernilai 12 dB yaitu sebesar 51,61%, lalu pada jaringan berdimensi 100×100 dan 130×130 terjadi saat deviasi *shadowing* bernilai 11 dB yaitu sebesar 100% karena pada kondisi tersebut

seluruh paket yang dikirim mengalami *drop*. *Packet loss* terkecil pada jaringan berdimensi 70×70, 100×100 dan 130×130 terjadi saat deviasi *shadowing* bernilai 4 dB yaitu masing-masing sebesar 5,42%, 4,09% dan 4,61%.

**3.3. Analisis Throughput**

Pada simulasi didapatkan nilai *throughput* untuk masing-masing skenario.

**3.3.1. Skenario Simulasi 1**

Pada skenario ini dilakukan simulasi jaringan dengan menggunakan variasi dimensi dan variasi *path loss*. Data nilai *throughput* pada skenario 1 ditunjukkan pada Tabel 6. Pada tabel tersebut terlihat bahwa *throughput* terbesar pada jaringan berdimensi 70×70

Tabel 2. Nilai *delay* skenario 1

Di- men- si	Path loss	Delay total (ms)	Delay trans- misi (ms)	Delay propagasi (ms)	Delay proses (ms)
70× 70	2,7	64.58	1,92	$1.33 \times 10^{-4}$	62,66
	4,2	69.31	1,92	$1.33 \times 10^{-4}$	67,39
	4,4	59.01	1,92	$1.33 \times 10^{-4}$	57,09
	4,8	254.86	1,92	$1.33 \times 10^{-4}$	252,94
	5,0	941.72	1,92	$1.33 \times 10^{-4}$	939,8
100×1 00	2,7	67.84	1,92	$2 \times 10^{-4}$	65,92
	4,2	78.65	1,92	$2 \times 10^{-4}$	76,73
	4,4	58.43	1,92	$2 \times 10^{-4}$	56,9
	4,8	141.44	1,92	$2 \times 10^{-4}$	139,52
	5,0	665.74	1,92	$2 \times 10^{-4}$	663,82
130×1 30	2,7	68.09	1,92	$2 \times 10^{-4}$	66,17
	4,2	58.82	1,92	$2 \times 10^{-4}$	56,90
	4,4	92.54	1,92	$2 \times 10^{-4}$	90,62
	4,8	894.2	1,92	$2 \times 10^{-4}$	892,28
	5,0	-	1,92	$2 \times 10^{-4}$	-

Tabel 3. Nilai *delay* skenario 2

Di- men- si	Deviasi sha- dowing (dB)	Delay total (ms)	Delay trans- misi (ms)	Delay propagasi (ms)	Delay proses (ms)
70× 70	4	64.58	1,92	$1.33 \times 10^{-4}$	62,66
	5	66.49	1,92	$1.33 \times 10^{-4}$	64,57
	7	55.06	1,92	$1.33 \times 10^{-4}$	53,14
	10	135.86	1,92	$1.33 \times 10^{-4}$	133,94
	12	93.25	1,92	$1.33 \times 10^{-4}$	91,33
100×1 00	4	67.84	1,92	$2 \times 10^{-4}$	65,92
	5	51.61	1,92	$2 \times 10^{-4}$	49,69
	7	132.66	1,92	$2 \times 10^{-4}$	130,74
	10	269.62	1,92	$2 \times 10^{-4}$	267,70
	12	-	1,92	$2 \times 10^{-4}$	-
130×1 30	4	68.09	1,92	$2 \times 10^{-4}$	66,17
	5	116.82	1,92	$2 \times 10^{-4}$	114,9
	7	187.81	1,92	$2 \times 10^{-4}$	185,89
	10	690.07	1,92	$2 \times 10^{-4}$	668,15
	12	-	1,92	$2 \times 10^{-4}$	-

terjadi saat *path loss* bernilai 3,7 yaitu sebesar 61,77 Kbps, lalu pada jaringan berdimensi 100×100 terjadi saat *path loss* bernilai 3,4 yaitu sebesar 56,73 Kbps dan pada jaringan berdimensi 130×130 terjadi saat *path loss* bernilai 3,1 yaitu sebesar 55,76 Kbps. Sedangkan, *throughput* terkecil pada jaringan berdimensi 70×70 terjadi saat *path loss* bernilai 5 yaitu sebesar 0,01 Kbps, lalu pada jaringan berdimensi 100×100 terjadi saat *path loss* bernilai 4,9 dan 5 yaitu sebesar 0,04 Kbps dan pada jaringan berdimensi dan 130×130 terjadi saat *path loss* bernilai 4,8 yaitu sebesar 0,01 Kbps.

**3.3.2. Skenario Simulasi 2**

Pada skenario ini dilakukan simulasi jaringan dengan menggunakan variasi dimensi dan variasi deviasi *shadowing*. Data nilai *throughput* pada skenario 2 yang ditunjukkan pada Tabel 7. Pada tabel tersebut terlihat bahwa *throughput* terbesar pada jaringan berdimensi 70×70, 100×100 dan 130×130 terjadi saat deviasi *shadowing* bernilai 4 dB yaitu masing-masing sebesar 43,93 Kbps, 46,38 Kbps dan 44,82 kbps. Sedangkan, *throughput* terkecil pada jaringan berdimensi 70×70 terjadi saat deviasi *shadowing* bernilai 12 dB yaitu sebesar 0,74 Kbps, lalu pada jaringan berdimensi 100×100 dan 130×130 terjadi saat deviasi *shadowing* bernilai 10 dB yaitu masing-masing sebesar 1,36 dan 0,26 Kbps.

**3.4. Analisis PDR**

Pada simulasi didapatkan nilai PDR untuk masing-masing skenario.

**3.4.1. Skenario Simulasi 1**

Pada skenario ini dilakukan simulasi jaringan dengan menggunakan variasi dimensi dan variasi *path loss*. Data nilai PDR pada skenario 1 ditunjukkan pada Tabel 8. Pada tabel tersebut terlihat bahwa PDR terbesar pada jaringan berdimensi 70×70 terjadi saat *path loss* bernilai 3,7 yaitu sebesar 99,14%, lalu pada jaringan berdimensi 100×100 terjadi saat *path loss* bernilai 3,4 yaitu sebesar 98,52% dan pada jaringan berdimensi 130×130 terjadi saat *path loss* bernilai 3,6 yaitu sebesar 98,22%. PDR terkecil pada jaringan berdimensi 70×70 dan 100×100 terjadi saat *path loss* bernilai 5 yaitu masing-masing sebesar 7,33% dan 7,09%, lalu pada jaringan berdimensi 130×130 terjadi saat *path loss* bernilai 4,9 dan 5 yaitu sebesar 0% karena pada kondisi tersebut tidak ada paket informasi yang diterima.

**3.4.2. Skenario Simulasi 2**

Pada skenario ini dilakukan simulasi jaringan dengan menggunakan variasi dimensi dan variasi deviasi

*shadowing*. Data nilai PDR pada skenario 2 ditunjukkan pada Tabel 9. Pada tabel tersebut terlihat bahwa PDR terbesar pada jaringan berdimensi 70×70, 100×100 dan 130×130 terjadi saat deviasi *shadowing* bernilai 4 dB yaitu masing-masing sebesar 94,58%, 95,91% dan 95,40%. PDR terkecil pada jaringan berdimensi 70×70 terjadi saat deviasi *shadowing* bernilai 12 dB yaitu sebesar 48,39%, lalu pada jaringan berdimensi 100×100 dan 130×130 terjadi saat deviasi *shadowing* bernilai 11dB yaitu sebesar 0% karena pada kondisi tersebut tidak ada paket informasi diterima.

**Tabel 4. Nilai *packet loss* skenario 1**

Path loss	Packet loss (%)		
	Dimensi 70×70	Dimensi 100×100	Dimensi 130×130
2,7	5.42	4.09	4.61
3,4	4.69	1.48	3.46
3,6	6.5	3.36	1.78
3,7	0.86	4.07	2.23
4,9	80.23	91.3	100
5,0	92.67	92.91	100

**Tabel 5. Nilai *packet loss* skenario 2**

Deviasi shadowing (dB)	Packet loss (%)		
	Dimensi 70×70	Dimensi 100×100	Dimensi 130×130
4	5.42	4.09	4.61
6	11.60	15.04	23.84
8	15.58	25.58	31.3
11	37.5	100	100
12	51.61	-	-

**Tabel 6. Nilai *throughput* skenario 1**

Dimensi	Path loss	Ukuran paket informasi yang diterima (Byte)	Throughput (Kbps)
70×70	2,7	498040	43.93
	3,1	439688	7.44
	3,4	1065864	17.97
	3,7	3706192	61.77
	4,8	6720	0.38
	4,9	2776	0.05
	5,0	832	0.01
100×100	2,7	1056344	46.38
	3,1	1299760	21.66
	3,4	3403816	56.73
	3,7	1849840	30.84
	4,8	31616	0.55
	4,9	2352	0.04
	5,0	1848	0.04
130×130	2,7	1024296	44.82
	3,1	3345200	55.76
	3,4	1600152	27.27
	3,7	3134568	52.24
	4,8	424	0.01
	4,9	0	-
	5,0	0	-

Tabel 7. Nilai throughput skenario 2

Dimensi	Deviasi shadowing (dB)	Ukuran paket informasi yang diterima (Byte)	Throughput (Kbps)
70×70	4	498040	43.93
	6	396744	6.62
	8	159864	2.66
	10	50648	2.26
	12	792	0.74
100×100	4	1056344	46.38
	6	342040	5.72
	8	118176	1.97
	10	52912	1.36
	12	0	-
130×130	4	1024296	44.82
	6	181792	3.07
	8	115576	1.93
	10	2456	0.26
	12	0	0

Tabel 8. Nilai PDR skenario 1

Path loss	PDR (%)		
	Dimensi 70×70	Dimensi 100×100	Dimensi 130×130
2,7	94.58	95.91	95.40
3,4	95.32	98.52	96.54
3,6	93.50	96.64	98.22
3,7	99.14	95.93	97.77
4,9	19.7697	8.7	0
5,0	7.33	7.09	0

Tabel 9. Nilai PDR skenario 2

Deviasi shadowing (dB)	PDR (%)		
	Dimensi 70×70	Dimensi 100×100	Dimensi 130×130
4	94.58	95.91	95.40
6	88.4018	85.0597	76.4509
8	84.45	74.6	69.17
10	77.53	65.45	20.14
11	62.5	0	0
12	48.39	-	-

#### 4. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari simulasi dan analisis permasalahan dalam penelitian ini adalah :

1. Saat semakin besar nilai *path loss* pada dimensi 70×70, 100×100 dan 130×130, masing-masing nilai *delay* mengalami kenaikan rata-rata sebesar 26,82%, 23,92% dan 23,86%. Saat semakin besar nilai deviasi *shadowing* pada dimensi 70×70, 100×100 dan 130×130, masing-masing nilai *delay* mengalami kenaikan rata-rata sebesar 4,05%, 24,77% dan 35,68%.
2. Saat semakin besar nilai *path loss* pada dimensi 70×70, 100×100 dan 130×130, masing-masing nilai *packet loss* mengalami kenaikan rata-rata sebesar 23,21%, 25,18%, dan 13,87%. Saat semakin besar nilai deviasi *shadowing* pada dimensi 70×70, 100×100

dan 130×130, masing-masing nilai *packet loss* mengalami kenaikan rata-rata sebesar 28,23%, 44,76%, dan 31,58%.

3. Saat semakin besar nilai *path loss* pada dimensi 70×70, 100×100 dan 130×130, masing-masing *throughput* mengalami penurunan rata-rata sebesar 9,11%, 7,25%, dan 8,31%. Saat semakin besar nilai deviasi *shadowing* pada dimensi 70×70, 100×100 dan 130×130, masing-masing *throughput* mengalami penurunan rata-rata sebesar 48,07%, 63,11%, dan 91,64%.
4. Saat semakin besar nilai *path loss* pada dimensi 70×70, 100×100 dan 130×130, masing-masing PDR mengalami penurunan rata-rata sebesar 4,53%, 4,56%, dan 5,92%. Saat semakin besar nilai deviasi *shadowing* pada dimensi 70×70, 100×100 dan 130×130, masing-masing PDR mengalami penurunan rata-rata sebesar 7,26%, 19,7%, dan 23,89%.

#### Referensi

- [1]. Asriyadi, "Unjuk kerja jaringan *zigbee* dengan algoritma *routing* AODV dan DSR," Tesis (S2), Jurusan Teknik Elektro, Universitas Andalas, Padang, Indonesia, 2014.
- [2]. Putra, Hanitya Triantoro Widya, "Kinerja *routing* AODV dan AOMDV pada jaringan WPAN 802.15.4 *zigbee* dengan topologi *mesh*," Laporan Penelitian (S1), Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia, 2013.
- [3]. Putri, Rizky Ananto, "Analisis perbandingan kinerja protokol *on-demand routing* pada jaringan sensor nirkabel *ad hoc*," Laporan Penelitian (S1), Jurusan Sistem Komputer, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika & Teknik Komputer, Surabaya, Indonesia, 2013.
- [4]. Asriyadi, dan Kurnia, Rahmadi, "Unjuk kerja protokol *zigbee* pada jaringan WSN," Jurnal Teknik Elektro ITP, Vol. 3, No. 1, hal 1-10, Januari, 2014.
- [5]. Arkan, Fardhan, dan Zaini, "Aplikasi teknologi *zigbee* pada sistem detektor kebakaran pada rumah susun," Jurnal Teknik Elektro ITP, Vol. 3, No. 1, hal 11-18, Januari, 2014.
- [6]. Hill, R. Szewczyk, A. Woo, S. Hollar, D. Culler, dan K. Pister, "System architecture directions for networked sensors," ASPLOS, November, 2000.
- [7]. Ardiyanto, Lutfi, dan Sumiharto, Raden, "Implementasi jaringan sensor nirkabel berbasis *xbee* studi kasus pemantauan suhu dan kelembaban," IJEIS, Vol. 2, No. 2, hal. 119-130, ISSN: 2088-3714, Oktober, 2012.
- [8]. Putra, Seno Adi, "Pengembangan sistem *multiagent* pada *wireless sensor network*," Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan, Vol. 1, No. 1, ISSN: 2407-3911, Desember, 2014.
- [9]. Punitha, R., Priya, M. Banu, Vijayalakshmi, B., dan Kumar, C. Ram, "Adoptive parent based framework for *zigbee cluster tree networks*," International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR), ISSN: 2321-0869, Vol. 2, Issue 2, February, 2014.
- [10]. Firdaus, "Aplikasi *wireless sensor network*," dalam *Wireless sensor network*, Yogyakarta, Indonesia: Graha Ilmu, 2014.

- [11]. Wang, Chonggang, Jiang, Tao, dan Zhang, Qian, "ZigBee<sup>®</sup> network protocol and applications," Copyright © ZigBee Alliance, Inc. (2003-2011), Florida, United States: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2014, hal. 19-45. [Online]. Tersedia: <https://books.google.co.id>
- [12]. Yang, Shuang-Hua, "ZigBee and wireless sensor networks" dalam Wireless sensor networks: principles, design and applications, London, Inggris: Springer, 2014, hal. 26-36. [Online]. Tersedia: <https://books.google.co.id>
- [13]. Xbee ZB User Manual, Digi International. March, 2012.
- [14]. Sharma, Ritika, dan Gupta, Kamlesh, "Comparison based performance analysis of UDP/CBR and TCP/FTP traffic under AODV routing protocol in MANET," International Journal of Computer Application, Vol. 56, No 15, 2012.
- [15]. F. Ahmad, Faza, Sumaryo, Sony, dan Purwanto, Yudha, "Performansi Dynamic Source Routing (DSR) dengan sumber trafik CBR, pareto, dan exponential," dalam Seminar Nasional Sistem dan Informatika 2007, SNS107-011, Bali, hal. 56-61.
- [16]. Kumar, A., Sharma, Ajay K., dan Singh, Arun, "Comparison and analysis of drop tail and RED queuing methodology in PIM-DM multicasting network," IJCSIT, Vol. 3 (2), 2012.
- [17]. Permatasari, Grace Karlina, "Analisis kinerja TCP westwood untuk pencegahan kongesti pada jaringan LTE dengan menggunakan network simulator 2.33 (ns2.33)," Laporan Penelitian (S1), Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia, 2014.
- [18]. Sari, Riri F., Syarif, A., dan Budiardjo, Bagio, "Analisis kinerja protokol routing Ad hoc On-demand Distance Vector (AODV) pada jaringan ad hoc hybrid: perbandingan hasil simulasi dengan NS-2 dan implementasi pada testbed dengan PDA," Makara, Teknologi, Vol. 12, No. 1, hal 7-18, April, 2008.
- [19]. The VINT Project, "Radio propagation models," dalam The ns Manual (formerly ns notes and documentation), A collaboration between researchers at UC Berkeley, LBL, USC/ISI, dan Xerox PARC, 2011.
- [20]. Bertsekas, Dimitri P., dan Gallager, Robert G., "Delay models in data networks," dalam Data networks (2<sup>nd</sup> Edition), Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1992, hal. 149-153. [Online]. Tersedia: <http://web.mit.edu/dimitrib/www/datanets.html>
- [21]. ITU-T One-way transmission time, ITU-T G.114, 2003.
- [22]. Moussavi, Massoud, "Issues in data communication," dalam Data communication and networking: a practical approach, Clifton Park, NY, USA: Delmar, Cengage Learning, 2012, hal. 120-121. [Online]. Tersedia: <https://books.google.co.id>