

UNJUK KERJA PROTOKOL ZIGBEE PADA JARINGAN WSN

Oleh:
Asriyadi¹, Rahmadi Kurnia¹

Jurusan Teknik Telekomunikasi dan Multimedia, Program Magister Teknik Elektro,
Fakultas Teknik, Universitas Andalas Jl. Limau Manis Padang Sumatera Barat

Abstrak

Penelitian ini tentang protokol IEEE 802.15.4/Zigbee pada jaringan WSN dengan mengukur throughput, delay dan packet delivery ratio sebagai parameter kinerja protokol. Pengukuran kinerja parameter dilakukan dengan simulasi menggunakan Network Simulator 2 (NS-2). Selanjutnya hasil pengukuran parameter dianalisis dengan menggunakan NS2 Visual Trace Analyzer untuk melihat parameter yang mempengaruhi kinerja protokol IEEE dengan 802.15.4 / Zigbee.

Dalam percobaan ini digunakan dua jenis routing protocol AODV dan DSR. Dari percobaan ini, maka akan mendapat perbandingan kinerja pengukuran parameter untuk setiap protokol routing. Berdasarkan parameter pengukuran diperoleh bahwa rasio pengiriman paket AODV tidak mengalami signifikan ke setiap node sum perubahan dan ukuran paket data berubah. Ini disebabkan oleh kenaikan throughput AODV routing setiap simpul sum dan perubahan ukuran paket. Sehingga nilai PDR adalah miring stabil. Sedangkan rasio pengiriman paket dari DSR Routing mengalami penurunan untuk setiap simpul sum dan perubahan ukuran paket. Penurunan PDR ini terjadi karena ada jitter pada node tujuan dan perubahan ukuran paket juga menyebabkan packet drop ketika pengiriman paket data.

Kata Kunci : IEEE 802.15.4/Zigbee, Jaringan Simulator 2, Rasio Paket Delivery, Delay, throughput, AODV, DSR

Abstracts

This research study about IEEE 802.15.4/Zigbee protocol on WSN network by measuring to throughput, delay and packet delivery ratio as protocol performance parameter. Measurement of parameter performance is done by simulating using Network Simulator 2 (NS-2). Furthermore the result of parameter measurement is analyzed by using NS2 Visual Trace Analyzer to see parameter which influence with IEEE 802.15.4 /Zigbee protocol performance.

In this experiment is used two kinds of routing protocol AODV and DSR. From this experiment, it will be got comparison parameter measurement performance for each routing protocol. Based on parameter measurement is acquired that packet delivery ratio of AODV not experience significant to every node sum alteration and data packet size changed. It's caused by throughput increment of AODV routing for every node sum and packet size alteration. So that PDR value is incline stable. Whereas Packet delivery ratio of DSR routing experience decline for every node sum and packet size alteration. PDR decline is happened because there is a jitter on destination node and packet size alteration also cause drop packet when data packet delivery.

Keyword : IEEE 802.15.4/Zigbee, Network Simulator 2, Packet Delivery Ratio, Delay, throughput, AODV, DSR.

I. Pendahuluan

I.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi wireless yang semakin pesat beberapa tahun belakangan ini mendorong berkembangnya perangkat-perangkat telekomunikasi yang berbasis nirkabel. Mulai dari perangkat komunikasi yang menyangkut rumah tangga hingga perangkat komunikasi yang berhubungan

dengan kemiliteran. Salah satu teknologi wireless yang sedang dikembangkan dengan berbagai macam aplikasi yaitu *wireless sensor networks*. *Wireless Sensor Networks* (WSNs) telah menjadi teknologi yang memiliki potensi aplikasi yang luas termasuk dalam *monitoring* lingkungan, pencarian objek, perkiraan dan pengamatan ilmiah,

Unjuk Kerja Protokol Zigbee pada Jaringan WSN pengendalian trafik dan lainnya (Li & Yan, 2009).

Wireless sensor networks dapat terdiri dari ratusan atau bahkan ribuan node yang terpasang secara penuh dalam area geografis yang luas (Jing, et.al, 2002) atau secara umum *Wireless Sensor Networks* dapat didefinisikan sebagai sekumpulan node-node sensor terorganisir yang terdapat pada jaringan secara *kooperatif* yang dapat merasakan dan mengendalikan lingkungan sekitarnya, berinteraksi Antar orang atau computer dengan lingkungan sekitarnya (Verdone, et.al, 2008).

Pada umumnya, *wireless sensor networks* berjarak pendek secara langsung dipegang oleh 4 protokol : Bluetooth, Zigbee, UWB dan Wi-Fi, yang dapat disamakan dengan standar IEEE 802.15.1, 802.15.4, 802.15.3, dan 802.11 a/b/g, secara berurutan (Willig, 2003). Masing-masing protokol diatas hanya mendefinisikan layer PHY dan MAC dalam standarnya. Untuk masing-masing protokol memiliki bagian-bagian terpisah dalam area kerja perusahaan untuk mengembangkan spesifikasi yang meliputi jaringan, keamanan dan layer profil aplikasi sehingga potensi komersil standar dapat disadari (Ferro & Potorti, 2005).

ZigBee melalui IEEE 802.15.4, mendefinisikan spesifikasi kecepatan rendah WPAN (LR-WPAN) untuk mendukung peralatan yang sederhana yang mengkonsumsi daya minimal dan secara tipe beroperasi dalam wilayah operasi pribadi yaitu 10 m (Lee, Su & Shen, 2007). Hal ini menjadi fokus jaringan WPAN yaitu biaya sedikit (*low-cost*), daya rendah (*Low power*), jarak pendek (*short range*) dan ukuran yang sangat kecil. Sehingga IEEE 802.15.x merupakan grup kerja untuk WPAN (Widiarsini, 2005).

Dalam penelitian ini, ada beberapa hal penting yang dapat dikaji dalam penggunaan protokol Zigbee pada jaringan sensor nirkabel (WSN) yaitu dengan cara mengukur throughput, Delay dan Packet Delivery Ratio sebagai parameter unjuk kerja dari protokol tersebut. Kemudian hasil perhitungan parameter dianalisa sehingga dapat ditentukan algoritma protocol routing yang terbaik. Oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan unjuk kerja protokol Zigbee.

I.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui performansi protokol Zigbee sebagai detektor kebakaran pada rumah tinggal melalui hasil analisa perhitungan parameter-parameter jaringan *Zigbee* seperti Waktu delay (*Delay*), *Packet Delivery Ratio (PDR)* dan *Throughput* yang diperoleh dari data hasil simulasi jaringan. Kemudian hasil analisa tersebut dibandingkan untuk mengetahui kinerja jaringan yang lebih baik antara protocol routing AODV dan DSR.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Wireless Sensor Network (WSN)

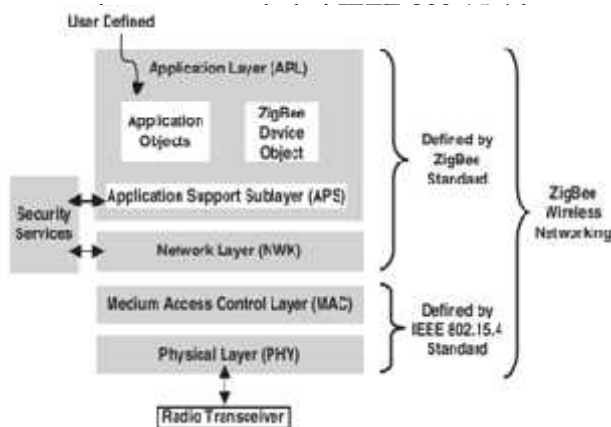
WSN secara umum dapat dijelaskan sebagai jaringan node yang secara kooperatif merasakan dan memungkinkan untuk mengendalikan lingkungan melalui interaksi antara orang atau komputer dan lingkungan sekitarnya. *Wireless sensor network* biasanya terdiri dari sejumlah besar node-node sensor daya rendah yang dipasang dalam area pengawasan. Node-node ini dapat merasakan, mencoba dan memproses informasi yang terkumpul dari lingkungan sekitarnya. Sebuah *wireless sensor network* memiliki sedikit ataupun tidak ada infrastruktur. Ini hanya terdiri dari sejumlah node-node sensor yang bekerja bersama-sama untuk memonitor sebuah kawasan untuk mendapatkan data tentang suatu lingkungan.

2.2 Hubungan Antara IEEE 802.15.4 dan Zigbee

ZigBee adalah jaringan area rumah yang didesain secara khusus untuk menggantikan perkembangan kendali remote individu. ZigBee adalah standar teknologi yang mengamatkan kebutuhan paling banyak terhadap monitoring remote dan pengendalian dan penginderaan aplikasi jaringan. Sedangkan IEEE 802.15.4 adalah standar baru yang mendefinisikan untuk LR-WPAN yang menyediakan biaya murah dan solusi yang sangat lengkap. Target aplikasi adalah *Wireless Sensor Network (WSN)*, mainan interaktif, otomasi rumah dan pengendalian remote. Zigbee adalah satu teknologi yang paling baru yang dikembangkan oleh Zigbee Alliance, memungkinkan untuk WPAN. Zigbee adalah nama spesifikasi untuk protocol komunikasi

Unjuk Kerja Protokol Zigbee pada Jaringan WSN tingkat tinggi menggunakan radio digital kecil berdaya rendah didasarkan standar IEEE 802.15.4.

Menurut model referensi standar Open System Interconnection (OSI), stack protocol zigbee disusun dalam layer-layer. Pertama kedua layernya, physical (PHY) dan Media Access (MAC) didefinisikan oleh standar IEEE 802.15.4. Layer-layer diatas didefinisikan oleh Zigbee Alliances. Zigbee Alliances membangun dasar ini dengan menyediakan layer network (NWK) dan framework untuk layer aplikasi. Zigbee adalah protokol tingkat tinggi yang



Gambar 1. Lapisan Protokol Jaringan Zigbee

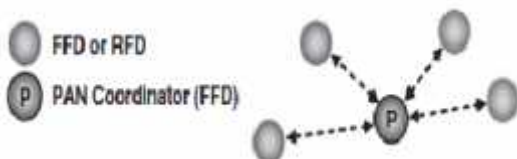
2.3 Topologi Jaringan Zigbee

2.3.1. Topologi Star

Dalam topologi star, komunikasi dibangun antara peralatan dan pengendali pusat tunggal, yang disebut koordinator PAN.

Setiap peralatan dalam jaringan dapat berkomunikasi hanya dengan koordinator PAN

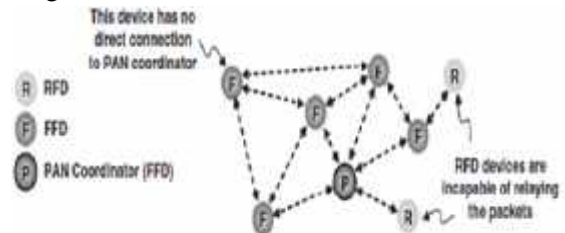
Fungsi utama dari koordinator PAN adalah bertanggung jawab untuk semua jaringan. Semua peralatan yang lain adalah end device dan dapat berkomunikasi secara langsung dengan koordinator PAN. Topologi ini cocok untuk jaringan dengan peralatan terpusat dan untuk aplikasi waktu kritis.



Gambar 2. Topologi Star

2.3.2. Topologi Peer to peer

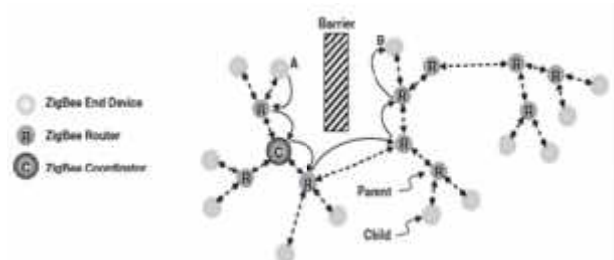
Pada topologi peer to peer, juga ada satu koordinator PAN. Kebalikan dari topologi star, setiap peralatan dapat berkomunikasi dengan peralatan lain sepanjang mereka dalam jangkauan antara satu dengan yang lain. Masing-masing device dapat berkomunikasi secara langsung dengan device lainnya jika device-device tersebut ditempatkan cukup dekat secara bersamaan untuk membangun link komunikasi dengan sukses.



Gambar 3. Topologi peer to peer

2.3.3. Topologi Cluster Tree

Bentuk lain dari jaringan Zigbee peer to peer adalah topologi tree. Dalam hal ini, koordinator Zigbee membangun jaringan awal. Ruter-ruter Zigbee membentuk cabang-cabang dan mengirimkan pesan. Zigbee dan device bertindak sebagai daun-daun pohon dan tidak ikut dalam ruting pesan. Koordinator PAN membentuk cluster pertama dengan membangun Cluster head (CLH) dengan Cluster Identifier (CID) zero, memilih identifier PAN yang tidak terpakai dan menyiarkan frame beacon kepada device tetangga. Device kandidat menerima frame beacon yang mungkin meminta untuk bergabung pada jaringan di CLH. Jika koordinator PAN mengizinkan device untuk bergabung, ini akan menambahkan device yang baru sebagai device anak pada daftar device tetangganya.



Gambar 4. Topologi Cluster Tree

2.4 Protocol Routing Jaringan Zigbee

2.4.1. Protocol Routing AODV

AODV adalah algoritma akuisisi rute on-demand murni : node-node yang tidak bergantung pada jalur aktif tidak juga menjaga setiap informasi rute tidak juga berpartisipasi dalam setiap periodik perutean perubahan tabel. Selanjutnya node tidak harus mencari dan mempertahankan rute untuk node lain sampai dua node perlu untuk berkomunikasi, kecuali kalau node terdahulu sedang menawarkan layanan sebagai stasiun pengirim lanjutan untuk menjaga hubungan antara dua node lainnya. AODV menentukan rute hanya untuk tempat tujuan ketika node ingin mengirimkan paket ke tempat tujuan.

2.4.2. Protocol Routing DSR

Dynamic source routing (DSR) merupakan on-demand ruting, protokol ruting sumber, melalui jalur mana semua informasi dipelihara pada node-node mobile. DSR mengizinkan jaringan secara lengkap untuk *self-organizing* dan *self-configuring*, tanpa membutuhkan infrastruktur jaringan yang ada atau administrasi. Protokol ini terbagi menjadi dua bagian mekanisme yaitu “*Route Discovery*” dan “*Route Maintenance*”, yang bekerja bersama untuk mengizinkan node-node melakukan pencarian dan pemeliharaan rute untuk destinasi yang berubah-ubah pada jaringan ad-hoc.

Jika suatu node ingin mengirimkan suatu paket ke node yang lain, node tersebut akan memeriksa apakah memiliki catatan mengenai rute menuju titik yang diinginkan. Apabila terdapat catatan mengenai rute yang dimaksud, paket akan dikirimkan melalui rute tersebut. Namun apabila tidak ditemukan rute yang diinginkan, proses pencarian rute akan dilakukan.

3. Perancangan dan Simulasi

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan utama yaitu pertama, perancangan sistem jaringan dan kedua, perancangan program simulasi. Berikut ini proses pembangunan simulasi jaringan disajikan dalam diagram alur sebagai berikut:



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

3.1 Perancangan Sistem Jaringan

3.1.1 Pengaturan Parameter Simulasi

Supaya sistem simulasi yang dibuat dapat berjalan sesuai yang diinginkan maka diperlukan pengaturan parameter simulasi. Pada software NS-2, ada beberapa parameter penting yang harus ditetapkan agar simulasi dapat berjalan dengan baik. Untuk mempermudah dan memperjelas pengaturan parameter simulasi maka parameter simulasi akan disajikan dalam bentuk tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Parameter Simulasi

Parameter	Spesifikasi
Protokol	AODV dan DSR
Waktu simulasi	50 detik
Jumlah node maksimal	50 buah
Area simulasi	100 x 100
Topologi	Mesh
Ukuran Paket	50, 70 dan 90 kbytes
Maksimal Paket	1000
Tipe trafik	CBR
Network Simulator	NS-2.35

3.1.2 Perangkat Penelitian

Perangkat penelitian yang digunakan mencakup dua bagian yaitu hardware dan software sebagai berikut :

- Perangkat Hardware :

Unjuk Kerja Protokol Zigbee pada Jaringan WSN

Notebook HP mini 110-3000 intel atom CPU N475 1,8 GHz (2 CPUs), 1 GB DDR2, 160 GB HDD.

- Perangkat Software :
 - a. Windows XP Professional (5.1)
 - b. Cygwin versi 1.7.x
 - c. NS-allinone-2.35
 - d. NS2 Visual Trace Analyzer 0.2.72

3.1.3 Penetapan Skenario Simulasi

Ada beberapa skenario simulasi yang ditetapkan dalam uji coba sistem jaringan ini yaitu sebagai berikut :

- Percobaan pertama dilakukan dengan menggunakan 10 node. Posisi node diatur sesuai dengan topologi mesh. Ukuran paket yang digunakan adalah 50 kbytes dengan protokol ruting AODV. Sedangkan tipe trafik yang dipakai adalah CBR traffic. Percobaan pertama ini akan dilakukan pengiriman paket data dari node device ke PAN koordinator. Selanjutnya percobaan ini dapat dilakukan dengan parameter yang sama dan jumlah node akan ditambahkan sebanyak 10 node dalam setiap percobaan sampai dengan jumlah node maksimal.
- Dengan prosedur skenario yang sama, percobaan ini juga dilakukan dengan parameter yang berbeda. Diantaranya ukuran paket yang diubah dari 50 kbytes menjadi 70 dan 90 kbytes. Protokol ruting juga diubah menjadi protokol ruting DSR.

3.1.4 Penetapan Parameter Kinerja Jaringan

a. Throughput

Throughput merupakan suatu istilah yang mendefinisikan banyaknya bit yang diterima dalam selang waktu tertentu dengan satuan bit per *second* yang merupakan kondisi data *rate* sebenarnya dalam suatu jaringan. Secara umum *Throughput* dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{jumlah total paket yang berhasil dikirim} \times \text{ukuran paket}}{\text{total waktu pengamatan}}$$

b. Delay (waktu tunda)

Waktu tunda adalah jumlah total waktu pengiriman paket dalam satu kali pengamatan. Dalam hal ini satu kali simulasi dibagi dengan jumlah usaha pengiriman yang berhasil dalam satu kali pengamatan tersebut. Secara umum *delay* rata-rata dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$\text{Delay} = \frac{\text{Waktu pengiriman paket dalam satu kali pengamatan}}{\text{Usahapengiriman paket berhasil}}$$

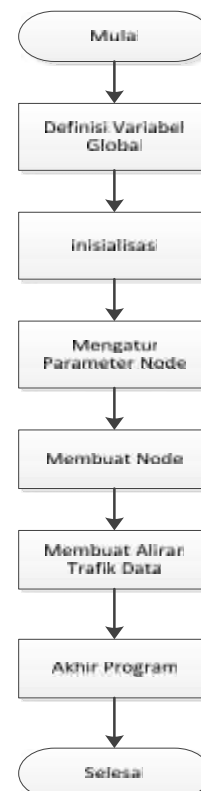
c. Packet Delivery Ratio (PDR)

Packet Delivery Ratio merupakan perbandingan banyaknya jumlah paket yang diterima oleh *node* penerima dengan total paket yang dikirimkan dalam suatu periode waktu tertentu. Atau bisa juga dihitung dengan cara mengurangi jumlah paket keseluruhan yang dikirim dengan paket yang *loss* atau hilang. Secara matematis *Packet Delivery Ratio* dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$\text{PDR (\%)} = \left(\frac{\sum \text{Paket diterima}}{\sum \text{Paket dikirim}} \right) \times 100\%$$

3.2 Perancangan Program Simulasi

Proses awal perancangan program simulasi dimulai dengan melakukan pembuatan kode script TCL yang disesuaikan dengan skenario penelitian yang telah ditentukan. Berikut ini adalah beberapa proses pembuatan script program TCL yang disajikan dalam diagram alir proses perancangan program simulasi sekaligus penjelasan masing-masing script program tersebut:



Gambar 6. Diagram Alir Perancangan Program Simulasi

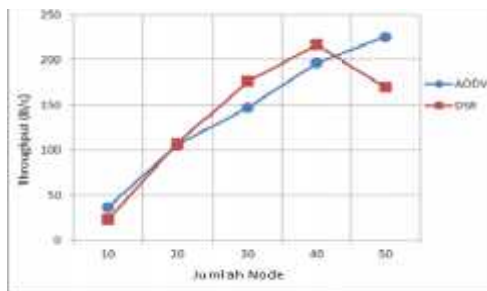
4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Throughput

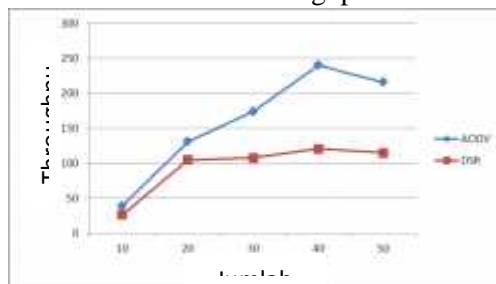
Untuk parameter QoS throughput, pengamatan dilakukan kepada *protocol routing* yang digunakan dalam simulasi. Terdapat dua *protocol routing* pada percobaan ini yaitu AODV dan DSR. Berikut ini data throughput dari masing-masing *Protocol Routing* yang dibagi menjadi 3 bagian skenario berdasarkan ukuran paket data pada *protocol routing* disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 2. Nilai Throughput Seluruh Skenario

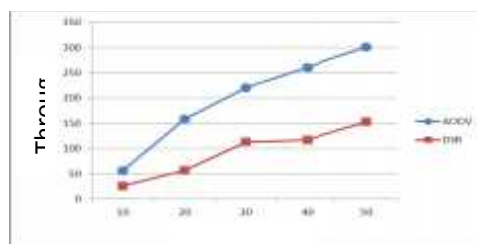
		10 Node	20 Node	30 Node	40 Node	50 Node
Skenario 1	AODV	36.83	105.65	146.84	196.35	225.22
	DSR	22.97	107.37	175.91	216.72	169.5
Skenario 2	AODV	39.22	130.84	173.7	240.07	215.82
	DSR	26.49	104.63	107.47	120.6	115
Skenario 3	AODV	55.96	157.81	220.4	260.32	301.27
	DSR	25.71	56.4	112.86	117	153
Throughput (B/s)						



Gambar 7.a. Grafik throughput skenario 1



Gambar 7.b. Grafik throughput skenario 2



Gambar 7.c. Grafik throughput skenario 3

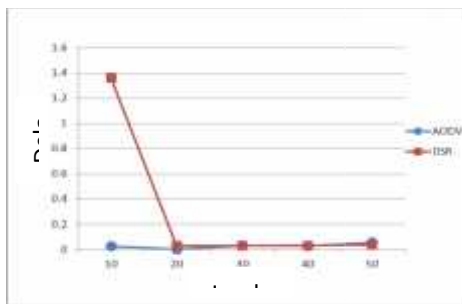
Pada ketiga grafik diatas terlihat jelas bahwa nilai *throughput* AODV cenderung selalu lebih besar dari nilai *throughput* DSR. Hal ini disebabkan terjadinya drop paket (*packetloss*) ketika dilakukan pengiriman paket data dari node sumber ke node tujuan dimana nilai *throughput* selalu berbanding terbalik dengan *packetloss*. Apabila *packetloss* meningkat maka nilai *throughput* akan menjadi turun dan begitu juga sebaliknya. Penurunan nilai *throughput* yang disebabkan oleh jarak tidak terlalu signifikan terjadi tetapi penambahan jumlah node cukup menyebabkan terjadinya kenaikan *packetloss* pada jaringan. Jadi besar paket yang dikirim relatif cukup besar mengalami kenaikan *packetloss* dari total paket yang dihasilkan pada Jaringan. Sedangkan nilai *throughput* AODV lebih cenderung stabil dan naik setiap penambahan jumlah node antara 10, 20, 30, 40 sampai 50 node. Secara keseluruhan dari skenario diatas bahwa routing AODV mempunyai kemampuan lebih sering melewati paket serta keberhasilan dalam penerimaan paket lebih tinggi bila dibandingkan DSR. Ukuran paket yang diterima oleh AODV pun lebih besar dari DSR. Hal ini menyebabkan nilai *throughput* AODV lebih besar dari DSR.

4.2 Delay

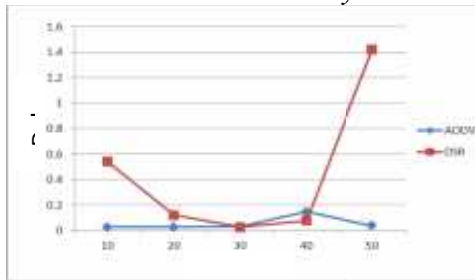
Delay merupakan selang waktu yang dibutuhkan oleh suatu paket data saat data mulai dikirim dan keluar dari proses antrian sampai mencapai titik tujuan. waktu tunda dinyatakan dalam satuan detik.

Tabel 3. Nilai rata-rata *Delay* seluruh skenario

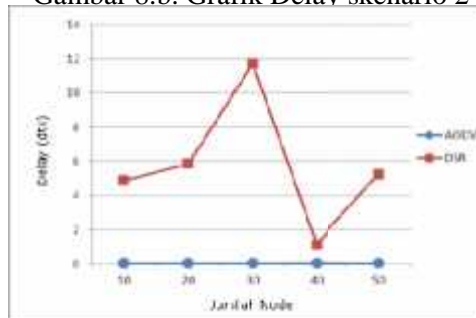
		10 Node	20 Node	30 Node	40 Node	50 Node
Skenario 1	AODV	0.023	0,07	0.029	0.027	0.054
	DSR	1.36	0.028	0.028	0.031	0.034
Skenario 2	AODV	0.026	0.0269	0.03	0.147	0.037
	DSR	0.54	0.12	0.026	0.077	1.42
Skenario 3	AODV	0.029	0.03	0.03	0.047	0.04
	DSR	4.89	5.85	11.7	1.13	5.24
Delay (Detik)						



Gambar 8.a. Grafik Delay Skenario 1



Gambar 8.b. Grafik Delay skenario 2



Gambar 8.c. Grafik Delay skenario 3

Untuk mengukur nilai *delay* maka digunakan 3 jenis paket dengan *payload* sebesar 50, 70 dan 90 bytes dengan jumlah node yang berbeda. Hal ini digunakan untuk melihat hubungan Antara jumlah node dengan nilai *delay*. Dari hasil percobaan diatas didapatkan bahwa pengiriman paket dari node sumber ke node destinasi dengan ukuran paket yang semakin besar dengan jumlah node yang semakin bertambah menyebabkan nilai *delay* meningkat. Pada awal pengiriman paket, *routing* AODV mengalami proses pencarian rute dimana membutuhkan waktu yang cukup lama namun kemudian *routing* AODV dapat melewati paket lebih cepat setelah melakukan proses pencarian rute. Sedangkan *routing* DSR mengalami proses yang sama yaitu melakukan proses pencarian rute yang lebih lama dan lebih panjang sehingga rata-rata waktu tunda lebih lama dari AODV.

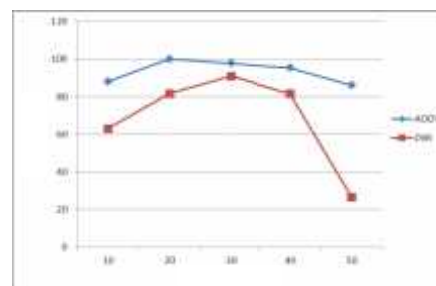
Secara keseluruhan skenario nilai *delay* DSR lebih tinggi dibandingkan dengan AODV, AODV menanggapi RREQ pengiriman pertama yang diterimanya dan mengabaikan RREQ selanjutnya dari sumber node yang berbeda, hal ini dapat mengurangi kemacetan dalam pencarian jalur menuju node tujuan sehingga dapat menekan waktu tunda, sedangkan DSR menanggapi semua RREQ yang datang sehingga kemacetan tidak dapat dihindari sehingga waktu tunda juga semakin besar.

4.3 Packet Delivery Ratio

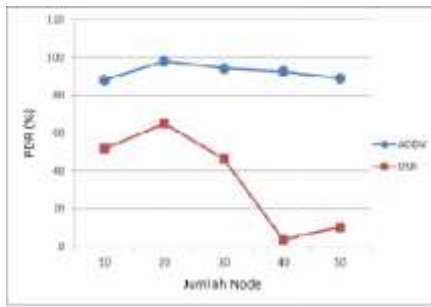
Packet Delivery Ratio didefinisikan sebagai rasio dari paket data yang diterima oleh destinasi yang dihasilkan oleh sumber. Dibawah ini adalah tabel hasil simulasi dari nilai rata-rata *packet delivery ratio* seluruh skenario. Nilai PDR merepresentasikan besar paket yang diterima oleh node tujuan. Semakin besar paket yang diterima maka semakin kecil *packetloss* yang terjadi. Dari tabel dibawah ini terlihat bahwa penambahan jumlah node berpengaruh terhadap besar nilai *packet delivery ratio*.

Tabel 4. Nilai rata *Packet Delivery Ratio*

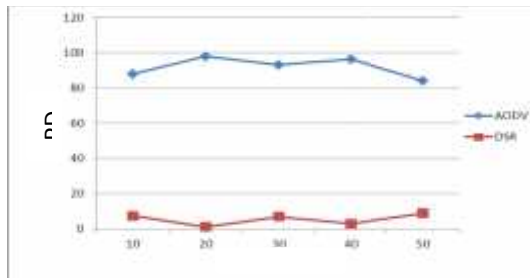
		10 Node	20 Node	30 Node	40 Node	50 Node
Skenario 1	AODV	88	100	97.7	95.32	86
	DSR	62.96	81.66	90.9	81.48	26.37
Skenario 2	AODV	88	98	94.25	92.53	89
	DSR	51.85	65	46.59	3.7	10.34
Skenario 3	AODV	88	98	93.1	96.26	84
	DSR	7.4	1.016	6.81	2.85	8.88
PDR (%)						



Gambar 9.a. Grafik PDR skenario 1



Gambar 9.b. Grafik PDR skenario 2



Gambar 9.c. Grafik PDR skenario 3

Berdasarkan pada table, dan ketiga grafik nilai *packet delivery ratio* diatas terlihat bahwa nilai *packet delivery ratio* dari *routing* AODV cenderung stabil. Dari ketiga skenario diatas terlihat bahwa ukuran paket sedikit berpengaruh terhadap *packet delivery ratio* dari *routing* AODV dimana pada skenario pertama dengan jumlah node 20, *packet delivery ratio* yang dihasilkan dari percobaan adalah 100% artinya semua paket yang dikirimkan dari node sumber ke node tujuan seluruhnya diterima. Sedangkan untuk PDR yang paling kecil terjadi pada skenario ketiga dengan jumlah node 50 yaitu 84%. Penurunan ini terjadi dipengaruhi oleh penambahan jumlah node, panjang jarak node sumber ke node tujuan yang bertambah dan antrian paket data ketika melakukan pengiriman paket data. Dari keseluruhan skenario AODV diatas menggambarkan bahwa nilai rata-rata *packet delivery ratio* selalu cenderung stabil dan tidak ada penurunan signifikan yang disebabkan oleh perubahan ukuran paket.

Untuk nilai rata-rata *packet delivery ratio* dari *routing* DSR pada ketiga skenario diatas mengalami penurunan untuk setiap peningkatan ukuran paket data. Dari tabel 4.3. diatas terlihat bahwa PDR mengalami penurunan yang signifikan dan hal ini mengindikasikan bahwa besar *packetloss* yang terjadi pada saat pengiriman paket data dari node sumber ke node tujuan mengalami

peningkatan. Pada skenario pertama, PDR yang dihasilkan cenderung stabil tetapi ketika skenario kedua dan ketiga percobaan dilakukan maka PDR mengalami penurunan yang sangat signifikan. Pada skenario ketiga dengan jumlah node 20, PDR mengalami penurunan yang sangat signifikan menjadi sebesar 1,016%. Sedangkan pada skenario pertama dengan jumlah node 30, nilai PDR mengalami peningkatan yaitu sebesar 90,9%. Pada skenario pertama, peningkatan nilai PDR dikarenakan node-node penghubung yang aktif sehingga terdapat lebih banyak paket data yang diterima dan pada skenario kedua terjadi penurunan nilai PDR yang dipengaruhi oleh peningkatan ukuran paket data. Sedangkan pada skenario ketiga, tercatat mengalami penurunan nilai PDR yang sangat signifikan. Hal ini dikarenakan pada skenario ketiga, banyak node penghubung yang tidak aktif sehingga kondisi ini berpengaruh terhadap proses pencarian rute, maka *routing table* harus diperbarui untuk mencari jalur lainnya.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian performansi jaringan IEEE 802.15.4 atau *ZigBee* pada detektor kebakaran rumah tinggal yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal :

1. Mekanisme pengiriman paket data secara bergantian pada topologi *mesh* dengan penambahan jumlah node setiap percobaan memungkinkan nilai *throughput* meningkat dibandingkan secara bersamaan.
2. Persentase *throughput* dari masing-masing skenario dari *routing* AODV pada topologi *mesh* cenderung mengalami peningkatan dimana penambahan jumlah node sedikit berpengaruh terhadap kenaikan *throughput*. Begitu juga dengan masing-masing skenario dari *routing* DSR tidak mengalami penurunan nilai *throughput* yang signifikan. Nilai *throughput* tertinggi dari *routing* AODV adalah 301,27 B/s pada skenario ketiga dengan jumlah node 50 sedangkan nilai terendah adalah 36,83 pada skenario pertama dengan jumlah node 10. Pada *routing* DSR, Nilai *throughput* tertinggi adalah 216,72 B/s pada skenario pertama dengan jumlah node 40 sedangkan Nilai

Unjuk Kerja Protokol Zigbee pada Jaringan WSN

- throughput terendah adalah 25,71 B/s pada skenario ketiga dengan jumlah node 10.
3. Terdapat tiga faktor yang menyebabkan terjadinya kenaikan delay pada jaringan yaitu Penambahan jumlah node, peningkatan ukuran paket data dan pencarian rute yang dilakukan oleh masing-masing *routing*. Pada *routing* DSR, *delay* mengalami sedikit peningkatan seiring dengan perubahan dari tiga faktor diatas. Sedangkan pada *routing* AODV, *delay* yang terjadi cenderung stabil. Nilai delay tertinggi terdapat pada *routing* DSR yaitu 11,27 detik sedangkan nilai *delay* terendah terdapat pada *routing* AODV sebesar 0,023 detik.
 4. Pada *routing* AODV, nilai rata-rata *packet delivery ratio* cenderung stabil dimana nilai rata-rata PDR tertinggi adalah 100 % dan terendah adalah 84%. Pada ketiga skenario dari *routing* AODV terlihat bahwa PDR tidak mengalami penurunan yang signifikan. Pada *routing* DSR, nilai rata-rata PDR mengalami penurunan pada masing-masing skenario. Setiap dilakukan perubahan ukuran paket data maka terjadi penurunan nilai PDR. Ini berakibat jumlah drop paket yang dikirimkan meningkat. Nilai PDR tertinggi pada *routing* DSR adalah 90,9% sedangkan nilai PDR terendah adalah 1,016%.

5.3. Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperbaiki kekurangan dan kelemahan pada penelitian ini. Beberapa saran yang diberikan penulis adalah:

1. Penggunaan *protocol routing* AODV pada detektor kebakaran rumah tinggal untuk simulasi ini adalah lebih baik dibandingkan *protocol routing* DSR berdasarkan hasil pengamatan masing-masing parameter.
2. Penambahan parameter kinerja jaringan zigbee seperti jitter dan link budget diharapkan dapat menghasilkan hasil pengamatan yang lebih kondusif lagi.
3. Menggunakan topologi jaringan yang lain seperti tree dan star.
4. Menambahkan *protokol rotting* yang lain seperti DSDV, TORA dan lainnya agar

didapatkan kinerja jaringan *zigbee* yang lebih baik lagi.

5. Menambahkan parameter kondisi lingkungan seperti ketinggian sensor *zigbee* yang bervariasi dan penggunaan path loss agar lebih sesuai dengan keadaan sebenarnya.

Referensi

- [1]. Chonggang Wang and Kazem Sohraby. "Voice Communications over ZigBee Networks". IEEE Communications Magazine • January 2008. University of Arkansas. USA.
- [2]. Francesca Cuomo, Sara Della Luna, Ugo Monaco. "Routing in ZigBee: benefits from exploiting the IEEE 802.15.4 association tree". University of Roma "La Sapienza", INFOCOM Dept. Via Eudossiana 18, 00184, Rome, Italy
- [3]. Georgiy Pekhteryev, Zafer Sahinoglu, dkk. "Image Transmission over IEEE 802.15.4 and ZigBee Networks". IEEE ISCAS MAY 2005, KOBE JAPAN
- [4]. <http://megapolitan.kompas.com/selama2012,1.008> kebakaran di Jakarta.
- [5]. International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT) Volume 2, Issue 1, January 2013 471 "A Survey on Routing Protocols in ZigBee Network" Prativa P.Saraswala Research Scholar at V.T. Patel Dept. of Electronics & Comm. Engg. Charusat, Changa
- [6]. Lalit Saraswat et al. / (IJCSSE) International Journal on Computer Science and Engineering Vol. 02, No. 03, 2010, 554-559 "Adaptability of IEEE 802.15.4(Zigbee) Protocol for Wireless Sensor network" Lalit Saraswat, Pankaj Singh Yadav and Rekha Rani
- [7]. O. Hyncica, P. Kacz, P. Fiedler, Z. Bradac, P. Kucera and R. Vrba. "The ZigBee Experience". Dept. of Control and Instrumentation, FEEC, Brno University of Technology, Brno, Czech Republic. 2005.

- [8]. P. Tri Riska Ferawati Widiarsini. **“ZIGBEE: KOMUNIKASI WIRELESS BERDAYA RENDAH”**. ISBN: 979-756-061-6. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2005 (SNATI 2005). Yogyakarta.
- [9]. Shahin Farahani.” ***Zigbee Wireless Network and transceivers, 2008 edition***”. Elsevier Ltd. UK.2008.
- [10]. Sohraby, Kazem. Minoli, Daniel. Znati, Taieb.”***Wireless Sensor Network : Technology, Protocol, and Application***”. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken. New Jersey. 2007.
- [11]. Sinem Coleri Ergen. **“ZigBee/IEEE 802.15.4 Summary”**. Electrical Engineering & Computer Science. University of California. Berkeley. 2004
- [12]. Vera, Suryani. Yudi, Satria G. **“ Analisis performansi Protokol Zigbee Pada Jaringan WPAN”**. Program Magister Teknik Elektro, STEI-ITB, Bandung. 2009.
- [13]. Yick, Jennifer. Mukherjee, Biswanath, Ghosal, Dipak.2008. **“WIRELESS SENSOR NETWORK SURVEY”**. ELSEVIER. Department of Computer Science, University of California, Davis, CA 95616, United States
- [14]. Zigbee, Alliance. **“ Zigbee Specification”**. ZigBee Alliance Board of Directors. January, 2008.