

Analisis Perbandingan Performa *Routing Flooding* dan *Convergecast* Pada *Wireless Sensor Network*

Syifaul Hud'riyah¹, Rakhmadhany Primananda², Sabriansyah Rizqika Akbar³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹syifaulhudriyah.sh@gmail.com

Abstrak

Wireless Sensor Network merupakan kumpulan sejumlah node yang diatur dalam suatu jaringan. Beberapa jenis algoritma routing yang digunakan pada Wireless Sensor Network di antaranya Flooding dan Convergecast. Flooding merupakan routing protokol pada Wireless Sensor Network yang menggunakan random packet Broadcast di dalam sebuah jaringan. Convergecast merupakan mekanisme untuk menampilkan data flow dari banyak source node yang berbeda menuju base station node dengan waktu yang singkat. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan antara routing Flooding dengan routing Convergecast. Perbandingan ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui mana routing yang lebih baik untuk mengirimkan data. Kemudian untuk mengetahui kinerja dari kedua routing tersebut dilakukan pengujian dengan beberapa parameter yang digunakan. Parameter tersebut adalah rata-rata backoff, power consumption, latency, number Tx frame dan number Rx frame. Jumlah node yang digunakan dalam melakukan pengujian berjumlah 5, 10, 15, 20 dan 25. Pada pengujian yang telah dilakukan routing Flooding sebanyak 5, 10, 15, 20, 25 node mobile memiliki nilai backoff dengan nilai rata-rata 0,0034 ms merupakan yang terbaik dan nilai backoff pada protokol Convergecast memiliki nilai 0,0024 ms. Protokol Flooding dan Convergecast memiliki nilai power consumption dengan nilai rata-rata yang sama yaitu 94,1 mW. Untuk nilai latency yang terbaik adalah routing Convergecast dengan nilai rata-rata 0.022 ms sedangkan routing Flooding nilai rata-rata 0,015 ms. Untuk nilai number Tx frame yang terbaik adalah routing Convergecast dengan nilai rata-rata 6,8 ms dan untuk routing Flooding dengan nilai rata-rata 1,0 ms. Sedangkan nilai number Rx frame yang terbaik adalah routing Convergecast dengan nilai rata-rata 15,4 ms routing Flooding dengan nilai rata-rata 2,8 ms

Kata Kunci: *routing, wireless sensor network, jaringan, flooding, convergecast*

Abstract

Wireless Sensor Network is a collection of a number of nodes arranged in a network. Some types of routing algorithms used in Wireless Sensor Network among its Flooding and Convergecast. Flooding is a routing protocol in wireless sensor networks that use random packet Broadcast on a network. Convergecast is a mechanism for displaying the data flow from many different source nodes to the base station node with a short time. In this study a comparison between routing Flooding with routing Convergecast. This comparison is aimed to find out where routing is better to transmit data. Then to determine the performance of the routing is done testing with some of the parameters used. These parameters are the average backoff, power consumption, latency, frame and number Tx Rx frames. The number of nodes used in testing are 5, 10, 15, 20 and 25. In the testing that was done routing Flooding as much as 5, 10, 15, 20, 25, a mobile node has a backoff value with the average value of 0.0034 ms represents the best and the value of backoff protocol has a value of 0.0024 ms Convergecast. Convergecast Flooding protocol and has a value of power consumption with the average value of the same is 94.1 mW. To value is best latency routing Convergecast with an average value of 0.022 ms while routing Flooding average value of 0,015 ms. For the value of Tx frame number is best routing Convergecast with an average value of 6.8 ms and for routing Flooding with an average value of 1.0 ms. While the value of the frame number Rx is best routing Convergecast with an average value of 15.4 ms routing Flooding with an average value of 2.8 ms..

Keywords: *routing, wireless sensor networks, network, Flooding, Convergecast*

1. PENDAHULUAN

Wireless Sensor Network (WSN) merupakan jaringan sensor nirkabel yang memiliki beberapa tujuan tertentu, di antara nya digunakan untuk monitoring yang meliputi data collection dan request dissemination. Dalam WSN terdapat beberapa komponen dasar yang dapat diatur dalam sebuah jaringan yaitu perakitan sensor, jaringan interkoneksi yang terhubung secara nirkabel, titik pusat clustering informasi dan satu set daya komputasi untuk menangani korelasi data. Suatu node dapat terhubung dengan node lain apabila sudah memenuhi empat komponen tersebut.

Banyak aplikasi yang bisa dilakukan menggunakan jaringan sensor nirkabel, misalnya pengumpulan data kondisi lingkungan, security monitoring, dan node tracking. Sebuah aplikasi pengumpulan data lingkungan kanonik adalah salah satu penelitian dimana ilmuwan ingin mengumpulkan pembacaan beberapa sensor dari satu set poin dalam suatu lingkungan selama periode waktu tertentu untuk mendeteksi tren dan saling ketergantungan. Para ilmuwan ini ingin mengumpulkan data dari ratusan titik yang tersebar di seluruh daerah dan kemudian menganalisis data secara offline. Seiring peningkatan WSN menimbulkan beberapa masalah. Salah satu permasalahannya yaitu ketidak teraturan data yang berkomunikasi. Maka dari itu perlu adanya penataan jalur data pada WSN atau biasa disebut dengan routing pada WSN. Routing yaitu proses pengiriman data maupun informasi dengan meneruskan paket data yang dikirim dari jaringan satu ke jaringan lainnya.

Pada simulasi ini dilakukan perbandingan antara flooding dan convergecast untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan suatu data dialirkan dari satu set sensor menuju sink selama topology dijalankan. Pada metode flooding tidak terjadi analisis rute, namun data langsung dikirim kepada seluruh node yang ada, untuk node yang bertindak sebagai receiver juga tidak dibatasi beberapa node saja namun keseluruhan dari node yang ada dalam playground tersebut dapat menerima data. Sedangkan pada metode convergecast pada detik pertama akan dilakukan route-flood oleh semua node secara broadcast untuk mengetahui tetangganya, selanjutnya data akan dikirimkan pada seluruh node yang dilanjutkan dengan pengiriman CMA-ACK pada control node.

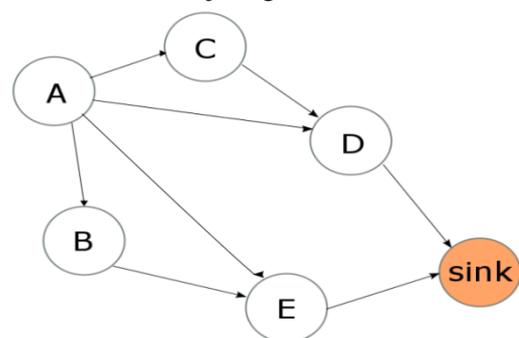
2. DASAR TEORI

2.1 Routing pada wireless sensor network

Routing merupakan cara yang dilakukan untuk membentuk peta jalur komunikasi suatu data atau menentukan jalur persebaran data dari suatu titik menuju tujuan paket data tersebut akan disampaikan. Routing dalam jaringan sensor nirkabel berbeda dari routing yang konvensional dalam jaringan tetap dalam berbagai cara. Tidak ada infrastruktur, link nirkabel yang dapat diandalkan, node sensor mungkin gagal, dan protokol routing harus memenuhi persyaratan penghematan energi yang ketat.

2.2 Flooding

Flooding merupakan routing protokol yang menggunakan random packet broadcast didalam sebuah jaringan, yang menyebabkan komunikasi dalam sebuah jaringan tersebut kacau. Oleh karena itu node mengkonsumsi daya lebih untuk mengirim data ketujuan dan akibatnya throughput jaringan berkurang drastis. Jaringan flooding merupakan komunikasi mendasar primitif untuk Wireless Sensor Networks (WSN). Flooding digunakan untuk menyebarkan update kode dan perubahan parameter, yang mempengaruhi operasi dari semua node dalam jaringan.



Gambar 1. Routing flooding

Diasumsikan bahwa node A akan mengirim paket ke sink. Jika menggunakan flooding routing, maka node A akan melakukan broadcast dan mengirim paket melalui node manapun hingga data sampai ke sink-node. Flooding mengirim paket yang besar karena setiap node akan dikirimkan data yang sama dan meneruskan ke semua node yang ada tetapi flooding tidak memerlukan informasi apapun.

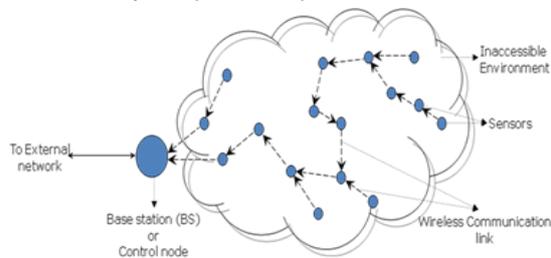
2.3 Convergecast

Convergecast adalah mekanisme

pengumpulan data dari satu set sensor menuju ke sebuah sink atau base station umum berdasarkan topologi tree. Proses pengumpulan data dari semua atau satu set sensor di jaringan menuju base station (Banyak ke satu komunikasi). Routing topologi merupakan operasi fundamental dalam WSN.

Fokus utama dari convergecast adalah energy dan latency, energi meliputi batasan alami dari sensor. Dan latency meliputi kebutuhan dari seperangkat aplikasi monitoring yang digunakan. Konstruksi rute memainkan peran utama selama convergecasting. Kriteria untuk konstruksi rute:

- Konsumsi energi
- Terjadinya latency



Gambar 2. Routing Convergecast

2.4 Omnet ++

Omnet++ adalah sebuah framework simulasi jaringan discrete-event yang bertipe object-oriented. simulator jaringan discrete-event berarti simulator tersebut bertindak/bereaksi atas kejadian-kejadian yang berlangsung di dalamnya (event). secara analitis, jaringan komputer adalah sebuah rangkaian discrete-event. komputer akan membuat sesi memulai, sesi mengirim dan sesi menutup. omnet++ bersifat object-oriented berarti setiap peristiwa yang terjadi di dalam simulator ini berhubungan dengan objek-objek tertentu.

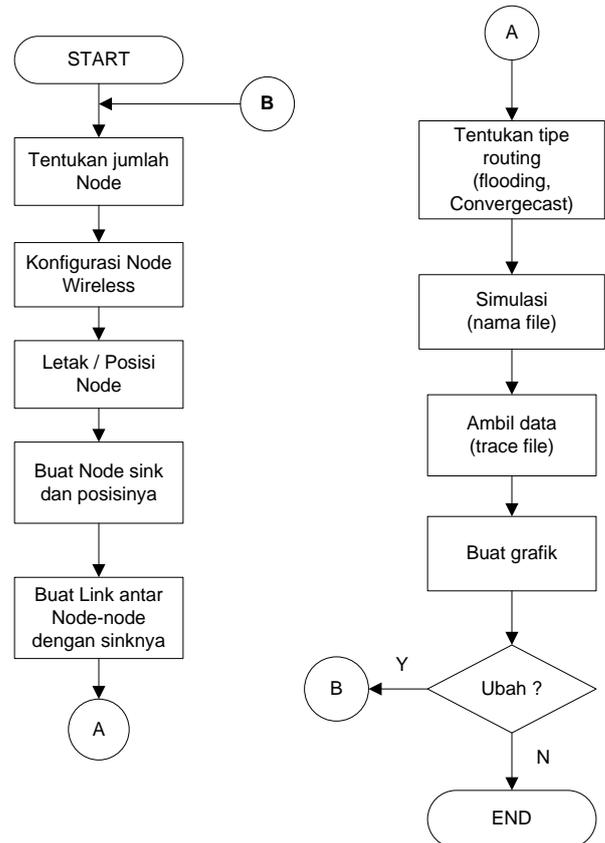
2.5 MIXIM

MIXIM merupakan libraries pada omnet++ yang digunakan untuk membuat simulasi tentang wsn. dalam library ini mencakup beberapa metode routing salah satunya yaitu flooding yang akan kita bahas dalam paper ini.

3. LINGKUNGAN PENELITIAN

Lingkungan penelitian didasarkan pada

perencanaan area simulasi, jumlah node sensor, dan sistem komunikasi antar node dengan sink. Area simulasi ditetapkan sebagai luasan yang didefinisikan sebagai sumbu x dan sumbu y. Jumlah node yang telah ditentukan kemudian diletakkan atau di posisikan dengan aturan yang telah ditentukan, dimana dalam perencanaan ini sensor diposisikan dengan aturan statik.



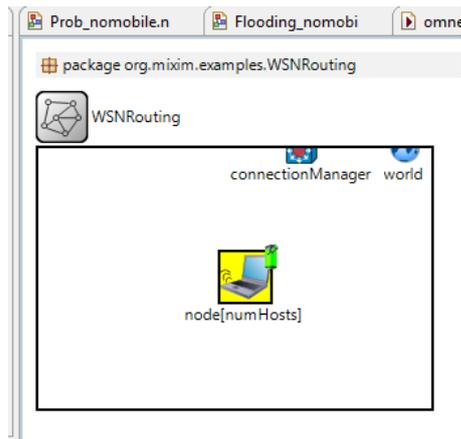
Gambar 3. Flow chart Pembuatan Sistem

4. IMPLEMENTASI ROUTING

Implementasi dari kedua routing dilakukan pada simulator omnet++. Omnet++ merupakan simulator jaringan yang bekerja menggunakan bahasa c++ dengan NED topologi, berikut implementasi dari flooding routing dan probabilistic broadcast.

4.1 Flooding

Flooding routing menerapkan metode broadcast paket ke seluruh node tetangga. Pada topologi flooding dibawah ini peneliti menggunakan simulator OMNet++, dan perlu dibuat dahulu template network yang akan digunakan. Template network dibuat pada file dengan ekstensi (.ned), pada simulasi ini dibuat pada WSNRouting.ned. berikut adalah template yang digunakan.



Gambar 4. Template Network Omnet++

Lalu dilakukan konfigurasi dengan code sebagai berikut:

```

package org.mixim.examples.WSNRouting;

import org.mixim.base.modules.BaseNetwork;
import org.mixim.modules.node.Host802154_2400MHz;

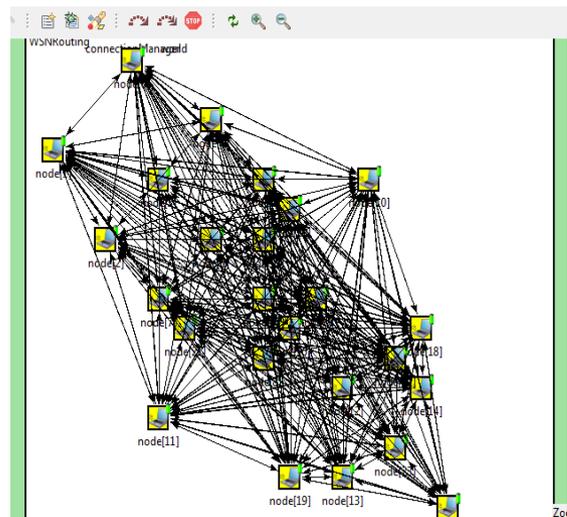
//
// This example shows how to simulate wireless sensor networks.
// Three different routing protocols are considered, for different traffic
// types:
// convergecast, with Wiseroute;
// network-level broadcast, with flooding;
// and probabilistic broadcast.
//
network WSNRouting extends BaseNetwork
{
    parameters:
        int numHosts; // total number of hosts in the network

    submodules:
        node[numHosts]: Host802154_2400MHz {
            parameters:
                numHosts = numHosts;
                @display("p=158,99;b=42,42,rect,yellow;i=device/wifilaptop");
        }
    }
    
```

Gambar 5. Konfigurasi Template

Template network WSNRouting menggunakan konfigurasi yang digunakan juga pada BaseNetwork. Lalu ada parameter numHosts yang digunakan untuk mengatur jumlah host yang ada di dalam network. Tiap node akan menggunakan data device yang bekerja dengan standard IEEE 802.15.4 yaitu low-rate wireless personal area networks (LR-WPANs) yang bekerja pada frekuensi 2400 MHz (Host802154_2400MHz). Karena node menggunakan device 802.15.4, maka sifat-sifat device tersebut juga akan berlaku, misalnya berkomunikasi menggunakan radio. Karena berkomunikasi menggunakan radio, maka tidak bisa diatur koneksi tiap node dan semua node dianggap saling terhubung satu dengan lainnya. Sedangkan untuk tampilan node dapat diatur pada @display, sehingga didapatkan tampilan seperti pada gambar template network diatas.

Topologi yang digunakan adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Konfigurasi Topologi Routing

Berikut adalah code yang digunakan untuk membuat topologi beserta simulasi probabilistic broadcast pada omnetpp.ini.

```

[General]
network = WSNRouting
sim-time-limit = ${simDuration=1} min
tkenv-image-path = ../../images;

```

Gambar 7. Konfigurasi General

Pada code diatas ditunjukkan bahwa template network yang digunakan adalah WSNRouting yang sudah dibuat pada file WSNRouting.ned. Selain itu durasi simulasi maksimal diatur selama 1 menit.

```

**.playgroundSizeX = 1000 m
**.playgroundSizeY = 1000 m
**.playgroundSizeZ = 0 m
**.numHosts = ${numHosts=25,50}
    
```

Gambar 8. Konfigurasi Ukuran Area

Ukuran area dari WSN diatur dengan ukuran panjang 1000 meter dan lebar 1000 meter. Lalu jumlah node ditentukan 25 dengan node maksimal berjumlah 50 node.

```

*omnetpp.ini
WSNRouting.ned
flooding.anf
convergecast

**.mobilityType = "StationaryMobility"
**.node[*].mobility.initFromDisplayString = false

**.node[*].mobility.initialZ = 0m

**.node[0].mobility.initialX = 200m
**.node[0].mobility.initialY = 50m

**.node[1].mobility.initialX = 50m #+ 1*${dist=10,20,30,40,50}m
**.node[1].mobility.initialY = 200m

**.node[2].mobility.initialX = 150m #+ 2*${dist}m
**.node[2].mobility.initialY = 350m

**.node[3].mobility.initialX = 250m #+ 3*${dist}m
**.node[3].mobility.initialY = 250m

**.node[4].mobility.initialX = 350m #+ 4*${dist}m
**.node[4].mobility.initialY = 150m
    
```

```

**.node[5].mobility.initialX = 450m
**.node[5].mobility.initialY = 250m #+ 1*${dist}m

**.node[6].mobility.initialX = 350m #+ 1*${dist}m
**.node[6].mobility.initialY = 350m #+ ${dist}m

**.node[7].mobility.initialX = 250m #+ 2*${dist}m
**.node[7].mobility.initialY = 450m #+ ${dist}m

**.node[8].mobility.initialX = 450m #+ 3*${dist}m
**.node[8].mobility.initialY = 550m #+ ${dist}m

**.node[9].mobility.initialX = 550m #+ 4*${dist}m
**.node[9].mobility.initialY = 450m #+ ${dist}m

**.node[10].mobility.initialX = 650m
**.node[10].mobility.initialY = 250m #+ 2*${dist}m

**.node[11].mobility.initialX = 250m #+ 1*${dist}m
**.node[11].mobility.initialY = 650m #+ 2*${dist}m

**.node[12].mobility.initialX = 600m #+ 2*${dist}m
**.node[12].mobility.initialY = 600m #+ 2*${dist}m

**.node[13].mobility.initialX = 600m #+ 3*${dist}m
**.node[13].mobility.initialY = 750m #+ 2*${dist}m

**.node[14].mobility.initialX = 750m #+ 4*${dist}m
**.node[14].mobility.initialY = 600m #+ 2*${dist}m

**.node[15].mobility.initialX = 500m
**.node[15].mobility.initialY = 500m #+ 3*${dist}m

**.node[16].mobility.initialX = 450m #+ 1*${dist}m
**.node[16].mobility.initialY = 450m #+ 3*${dist}m

**.node[17].mobility.initialX = 450m #+ 2*${dist}m
**.node[17].mobility.initialY = 350m #+ 3*${dist}m

**.node[18].mobility.initialX = 750m #+ 3*${dist}m
**.node[18].mobility.initialY = 500m #+ 3*${dist}m

**.node[19].mobility.initialX = 500m #+ 4*${dist}m
**.node[19].mobility.initialY = 750m #+ 3*${dist}m

**.node[20].mobility.initialX = 700m
**.node[20].mobility.initialY = 550m #+ 4*${dist}m

**.node[21].mobility.initialX = 300m #+ 1*${dist}m
**.node[21].mobility.initialY = 500m #+ 4*${dist}m

**.node[22].mobility.initialX = 500m #+ 2*${dist}m
**.node[22].mobility.initialY = 300m #+ 4*${dist}m

**.node[23].mobility.initialX = 700m #+ 3*${dist}m
**.node[23].mobility.initialY = 700m #+ 4*${dist}m

**.node[24].mobility.initialX = 800m #+ 4*${dist}m
**.node[24].mobility.initialY = 800m #+ 4*${dist}m

**.node[*].nic.mac.txPower = ${txPower=1.5,5} mW
    
```

Gambar 9. Konfigurasi Node

Jenis topologi diatur stationary, yaitu tiap node akan bersifat statis dan tidak berpindah lokasi. Tiap node ditempatkan dengan koordinat x dan y yang ditunjukkan pada code diatas, koordinat z yang tidak digunakan diset bernilai 0 pada semua node. Power yang digunakan node untuk mengirim data dibatasi pada range 1.5 sampai 5 mW.

```

(Config flooding)
description="Wireless sensor network with the sink flood"
**.node[*].networkType = "Flood"
**.node[*].netwL.stats = true
**.node[*].netwL.headerLength = 24 bit
**.node[0].appl.nbPackets = 10
**.node[*].appl.nbPackets = 0
**.node[*].appl.destAddr = 6
**.node[*].appl.broadcastPackets = true
**.node[*].appl.trafficType = "periodic"
**.node[*].appl.trafficParam = 30 s # each node sends 1
**.node[*].appl.initializationTime = 10 s
**.node[*].appl.headerLength = 2 byte
    
```

Gambar 10. Konfigurasi Flooding

Untuk simulasi menggunakan flooding, maka config yang dijalankan adalah config flooding. Dalam config ini networkType diatur menjadi Flood. Berikut adalah penjelasan beberapa parameter penting yang digunakan.

- `** .node[0].appl.nbPackets = 10`, Node yang menjadi sender data adalah node[0]
- `** .node[*].appl.destAddr = 6`, Node yang dituju adalah node[6]
- `** .node[*].appl.trafficParam = 30 s`, Data akan dikirim secara periodik setiap 30 detik oleh sender

4.2 CONVERGECAST

Routing Convergecast adalah mekanisme pengumpulan data dari satu set sensor menuju ke sebuah sink atau base station umum berdasarkan topologi. Fokus utama dari Convergecast adalah energi dan latency, energi meliputi batasan alami dari sensor dan latency meliputi kebutuhan dari seperangkat aplikasi monitoring yang digunakan seberapa cepat data dapat dialirkan dari satu set sensor menuju sink selama topologi berjalan.

```

(Config convergecast)
description="Wireless sensor network with typical convergecast traffic towards one sink"
**.node[*].networkType = "WiseRoute"
**.node[*].netwL.stats = true
**.node[0].netwL.routerFloodsInterval = 1200 s
**.node[*].netwL.sinkAddress = 0
**.node[*].netwL.headerLength = 24 bit
**.node[0].appl.nbPackets = 0
**.node[*].appl.nbPackets = 10
**.node[*].appl.destAddr = 0
**.node[*].appl.trafficType = "periodic"
**.node[*].appl.trafficParam = 50 s # each node sends 1 packet every 30 seconds
**.node[*].appl.initializationTime = 30 s
**.node[*].appl.headerLength = 50 byte
    
```

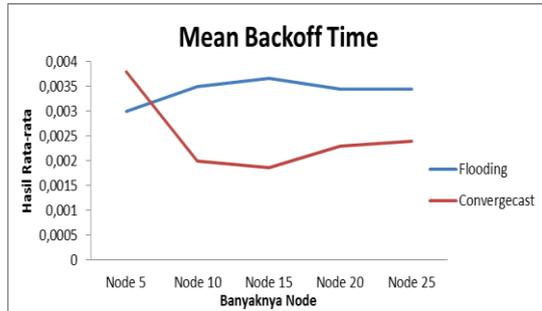
Gambar 11. Konfigurasi Convergecast

Untuk simulasi menggunakan Convergecast, maka config yang dijalankan adalah config Convergecast. Dalam config ini networkType diatur menjadi WiseRoute. Berikut adalah penjelasan beberapa parameter penting yang digunakan.

- `** .node[0].appl.nbPackets = 0`, Node yang menjadi sender data adalah node [0]
- `** .node[*].appl.initializationTime = 30 s`, Data akan dikirimkan secara periodik setiap detik oleh sender.
- `** .node[*].appl.headerLength = 50 byte`, panjang header aplikasi adalah 50 byte

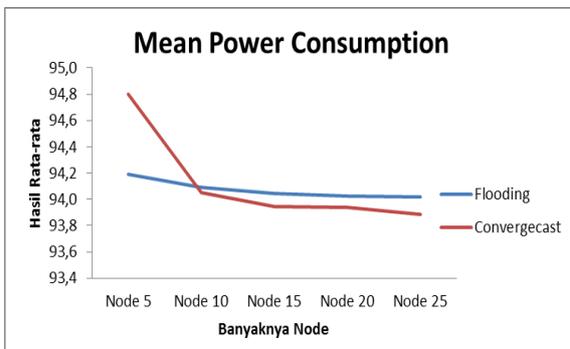
5. HASIL DAN ANALISA

5.1 Pengujian terhadap parameter rata-rata Backoff Time



Berdasarkan hasil pengujian Rata-rata Backoff merupakan waktu tunggu sebelum paket dikirimkan ke destination. Pada grafik tersebut dapat diketahui bahwa rata-rata Backoff pada pengujian protokol routing Flooding dengan waktu 30 s dengan node sebanyak 5 bernilai 0,003, node sebanyak 10 bernilai 0,0035, node sebanyak 15 bernilai 0,0036, node sebanyak 20 bernilai 0,0034, dan node sebanyak 25 bernilai 0,0034. Sedangkan protokol routing Convergecast dengan waktu 30 s dengan node sebanyak 5 bernilai 0,0038, node sebanyak 10 bernilai 0,002, node sebanyak 15 bernilai 0,0018, node sebanyak 20 bernilai 0,0023, dan node sebanyak 25 bernilai 0,0024. Dari hasil grafik 5.1 dapat dianalisis bahwa protokol routing Flooding dan routing Convergecast dapat diketahui hasil rata-rata Backoff semakin turun jika jumlah node semakin banyak dalam satuan ms.

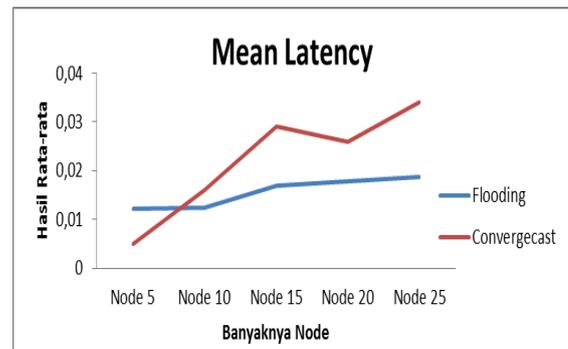
5.2 Pengujian terhadap parameter rata-rata Power Consumption



Berdasarkan pengujian Rata-rata Power Consumption energy yang digunakan untuk pengiriman paket data routing flooding dan convergecast. Pada grafik tersebut dapat diketahui bahwa rata-rata Power Consumption pada pengujian protokol routing Flooding

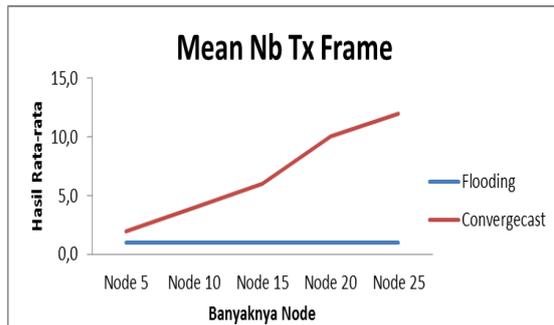
dengan waktu 30 s dengan node sebanyak 5 bernilai 94,2, node sebanyak 10 bernilai 94,0883, node sebanyak 15 bernilai 94,0476, node sebanyak 20 bernilai 94,0234, dan node sebanyak 25 bernilai 94,0197. Sedangkan protokol routing Convergecast dengan waktu 30 s dengan node sebanyak 5 bernilai 94,8, node sebanyak 10 bernilai 94,1, node sebanyak 15 bernilai 93,9464, node sebanyak 20 bernilai 93,9361, dan node sebanyak 25 bernilai 93,8824. Dari hasil grafik 5.2 dapat dianalisis bahwa protokol routing Flooding dan routing Convergecast dapat diketahui hasil rata-rata Power Consumption semakin turun jika jumlah node semakin banyak dalam satuan mW.

5.3 Pengujian terhadap parameter rata-rata Latency



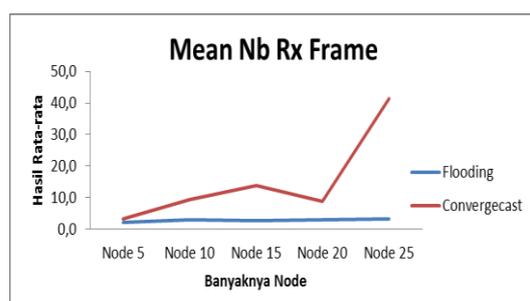
Berdasarkan dari pengujian Rata-rata Latency merupakan waktu yang dibutuhkan dari awal pengiriman data hingga sampai ke server. Pada grafik tersebut dapat diketahui bahwa rata-rata Latency pada pengujian protokol routing Flooding dengan waktu 30 s dengan node sebanyak 5 bernilai 0,012, node sebanyak 10 bernilai 0,012, node sebanyak 15 bernilai 0,017, node sebanyak 20 bernilai 0,018, dan node sebanyak 25 bernilai 0,019. Sedangkan protokol routing Convergecast dengan waktu 30 s dengan node sebanyak 5 bernilai 0,005, node sebanyak 10 bernilai 0,016, node sebanyak 15 bernilai 0,029, node sebanyak 20 bernilai 0,026, dan node sebanyak 25 bernilai 0,034. Dari hasil grafik 5.3 dapat dianalisis bahwa protokol routing Flooding dan routing Convergecast dapat diketahui rata-rata Latency semakin meningkat jika jumlah node semakin banyak dibandingkan dengan parameter Rata-rata Backoff dalam satuan ms.

5.4 Pengujian terhadap parameter rata-rata Nb Tx Frame



Berdasarkan pengujian Rata-rata Nb Tx Frame merupakan frame data transfer. Pada grafik tersebut dapat diketahui bahwa rata-rata protokol routing Flooding dengan waktu 30 s bernilai 1,0 pada banyaknya node 5,10,15,20, dan 25. Sedangkan pada protokol routing Convergecast dengan waktu 30 s diketahui rata-rata pada node sebanyak 5 bernilai 3,2, node sebanyak 10 bernilai 4,0, node sebanyak 15 bernilai 6,0, node sebanyak 20 bernilai 10,0, dan node sebanyak 25 bernilai 12,0. Dari hasil grafik 5.4 dapat dianalisis bahwa protokol routing Flooding dan routing Convergecast dapat diketahui bahwa rata-rata Nb Tx Frame memiliki nilai yang sama jika jumlah node semakin bertambah maka hasil jumlah node semakin meningkat dalam satuan ms.

8.5 Pengujian terhadap parameter rata-rata Nb Rx Frame



Berdasarkan pengujian Rata-rata Nb Rx Frame merupakan frame data riseive. Pada grafik tersebut dapat diketahui bahwa rata-rata protokol routing Flooding dengan waktu 30 s pada node sebanyak 5 bernilai 2,2, node sebanyak 10 bernilai 3,0, node sebanyak 15 bernilai 2,7, node sebanyak 20 bernilai 3,0, dan node sebanyak 25 bernilai 3,2. Sedangkan pada protokol routing Convergecast dengan waktu 30 s diketahui rata-rata pada node sebanyak 5 bernilai 3,2, node sebanyak 10 bernilai 9,5, node

sebanyak 15 bernilai 13,9, node sebanyak 20 bernilai 9,0, dan node sebanyak 25 bernilai 41,4. Dari hasil grafik 5.5 dapat dianalisis bahwa protokol routing Flooding dan routing Convergecast dapat diketahui bahwa rata-rata Nb Rx Frame semakin meningkat jika jumlah node semakin banyak dalam satuan ms.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Dari hasil implementasi, pengujian dan analisis dari simulasi menggunakan network simulator (OMNET++) dengan (MIXIM) dapat digunakan untuk mensimulasikan kinerja routing protokol flooding dan convergecast dengan topologi mesh pada WSN (Wireless Sensor Network)
2. Berdasarkan proses pengiriman data untuk flooding tidak terjadi pengenalan rute terlebih dahulu tetapi langsung terjadi pengiriman data sedangkan pada convergecast terjadi broadcast rute sebelum data dikirimkan serta pengiriman acknowledgement.
3. Dari hasil analisa dan perancangan yang telah dilakukan routing Flooding sebanyak 5, 10, 15, 20, 25 node mobile memiliki nilai backoff semakin banyak node mengalami penurunan dengan nilai rata-rata 0,0034 ms dan nilai backoff pada protokol Convergecast memiliki nilai 0,0024 ms. Protokol Flooding dan Convergecast memiliki nilai power consumption dengan nilai rata-rata yang sama yaitu 94,1 mW. Untuk nilai latency yang terbaik adalah routing Convergecast dengan nilai rata-rata 0.022 ms sedangkan routing Flooding nilai rata-rata 0,015 ms. Untuk nilai number Tx frame yang terbaik adalah routing Convergecast dengan nilai rata-rata 6,8 ms dan untuk routing Flooding dengan nilai rata-rata 1,0 ms. Sedangkan nilai number Rx frame yang terbaik adalah routing Convergecast dengan nilai rata-rata 15,4 ms routing Flooding dengan nilai rata-rata 2,8 ms.

7. SARAN

1. Penggunaan konfigurasi jaringan yang lain dan protokol routing yang lain dapat diterapkan sebagai perbandingan.
2. Penerapan protokol routing yang lain pada

- jaringan Wireless Sensor Network .
3. Penambahan area jaringan, perbedaan ukuran paket dan tambahan waktu simulasi yang menjadi pengaruh terhadap kinerja protokol
- 8. DAFTAR PUSTAKA**
- A. Varga and R. Hornig, "An overview of omnet++ simulator", Open Sim Ltd. Sz 1 köz 11, 1032 Budapest, Hungary. SIMUTools, Marseille, France, ISBN 978-963 9799-20-2, (2008) March 03-07.
- O. D Incel, A. Ghosh, B. Krishnamachari and K. Chintalapudi, "Fast data collection in tree based wireless sensor network", Journal IEEE Transactions on mobile computing-TMC, vol. 11, no. 1, (2012), pp. 86-99.
- M. Thangaraj, S. Anuradha and P. Steffi Grace, "A study of energy model in wsn routing using omnet++", International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEM), vol. 3, no. 6, (2014) June
- Sohraby, Kazem., Minoli, Daniel., Znati, Taieb. 2007. "Wireless Sensor Networks (Technology, Protokols, and Applications)". Canada. Wiley-Interscience.
- Senior, Alexander., Sekercioglu, Y. Ahmed. "Performance of Telecommunication Networks Experiment V: Introduction to Modeling Wireless Networks and Their Network Layer Protokols". Monash University : Department of Electrical & Computer Systems Engineering.
- Alexandru, Valentin. 2015. "Performance Evaluation of routing algorithms used in largescale WSN: A Step Towards A Smart City". Stefan cel Mare University of Suceava.
- Qing Xue, Xiaoming Ren. 2012. "Research of Routing Protokols Simulation for Wireless Sensor Networks Based on OMNeT++". Department of Equipment Commanding and Management Academy of Armored Force Engineering.
- Z. Tang, H. Wang, Q. Hu and L. Hai, "How Network Coding Benefits Converge-Cast in Wireless Sensor Network," IEEE, Dalian, 2012.
- J. Zhang, L. Xu and H. Lin, "A CDS-based Network Coding scheme in Wireless Sensor Converge-cast Networks," IEEE, Fuzhou, 2014.
- Lovepreet Kaur and Jyoteesh Malhotra. "Comparison of Wise Route and Flooding Network Type of Convergecast Routing in Wireless Sensor Network". International Journal of Sensor and Its Applications for Control System, Vol.3, No.2 (2015), pp.1-10
- Ying Zhang and Qingfeng Huang, COORDINATED CONVERGECAST IN WIRELESS SENSOR NETWORKS <http://www2.parc.com/isl/members/yzhang/pub/SensorNetworks/milcom05.pdf>
- G. Simon, M. Maroti, A. Ledeczi, G. Balogh, B. Kusy, and A. Nadas. Sensor network-based countersniper system. In Proc. 2nd ACM International Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys04), 2004
- Ahmad Ramadhan, 2014. Pengertian network latency. <http://dadankun.blogspot.co.id/2014/11/pengetian-network-latency.html>
- <http://www.slideshare.net/MohdBatati/tutorial-1-installing-mixim-and-mixnet-11703864>
- <http://www.tevp.net/papers/mixim.pdf> , Simulating Wireless and Mobile Networks in OMNeT++
- <https://santekno.blogspot.co.id/2013/01/pengertian-perbedaan-routing-static-dan.html>
- <https://contohdanfungsi.blogspot.co.id/2014/01/flooding-pada-teknik-routing.html>