

ANALISA PERBANDINGAN KINERJA ROUTING PROTOKOL PADA WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN) DENGAN METODE GRADIENT BASED APPROACH DAN GEOGRAPHIC BASED APPROACH

Miftahul Khairat Sukma¹, Indrarini Dyah Irawati, S.T, M.T.², Hafidudin, S.T, M.T.³

^{1,2,3}Fakultas Teknik Elektro, Telkom University, Bandung

Jl. Telekomunikasi, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia

¹miftahulkhair@student.telkomuniversity.ac.id, ²indrarini@telkomuniversity.ac.id, ³hafidudin@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Wireless Sensor Network (WSN) adalah sebuah perangkat jaringan nirkabel yang terdiri dari sejumlah besar sensor *node*, alat komputasi atau pemrosesan data, dan juga alat komunikasi yang digunakan untuk mengirim dan menerima data. WSN memungkinkan digunakan untuk komunikasi, *monitoring*, *tracking* dan *controlling*. Pada penelitian ini dianalisis tentang perbandingan hasil simulasi dari *routing* protokol pada WSN menggunakan *Gradient based approach* dan *Geographic based approach*. *Gradient based approach* merupakan metode dengan mencari *cost* dari tiap *node* di awal lalu kemudian pengiriman data mengikuti *cost* yang sudah ditentukan. *Geographic based approach* merupakan metode berbasis geografi (*geography based*), pengiriman data berdasarkan letak geografis tiap *node*. Proses yang dilakukan adalah perencanaan, simulasi kedua metode *routing*, lalu analisa perbandingan dari kedua metode tersebut.

Dari hasil simulasi tersebut dibandingkan *routing* yang paling efisien dari *hop*, jarak, dan energi yang digunakan pada saat pengiriman data dari 100 *node* ke BS. Hasilnya yang paling efisien adalah *Gradient based approach* dengan total *hop* 375, jarak 4414.3822 meter dan energi yang digunakan 0.0767189 Joule. Hasil simulasi dari *Geographic based approach* total *hop* 411, jarak 4588.4049 meter dan energi yang digunakan 0.0836362 Joule.

Kata kunci : *Wireless Sensor Network (WSN)*, *Gradient based approach*, *Geographic based approach*

ABSTRACT

Wireless Sensor Network (WSN) is a wireless network device that consists of a lot of sensor node, computation or data processing device, and also communication device to send or receive data. WSN might be used for communicating, monitoring, tracking, and controlling.

This research analyzed the comparison of the simulation result from routing protocol on WSN using Gradient based approach and Geographic based approach. Gradient based approach is a method that search the cost of each node in the beginning then send the data following the cost that was already determined. Geographic based approach is a geography based method where the data sending is based on geography location on each node. The processes that was done are planning, second simulation of the routing method, then analyzing the comparison from the both of the method.

From the result of the simulation, it was compared the most efficient routing from hop, distance, and energy that was used at the data sending from 100 node to BS. The most efficient from the result is Gradient based approach with the total hop of 375, distance 4414.3822 meter, and the used energy 0.0767189 Joule. The simulation result of Geographic based approach is the total hop of 411, distance 4588.4049 meter, and the used energy 0.0836362 Joule.

Key word : *Wireless Sensor Network (WSN)*, *Gradient based approach*, *Geographic based approach*

1. PENDAHULUAN

Wireless Sensor Network (WSN) adalah sebuah perangkat jaringan nirkabel yang terdiri dari sejumlah besar sensor *node*, alat komputasi atau pemrosesan data, dan juga alat komunikasi yang digunakan untuk mengirim dan menerima data. WSN memungkinkan digunakan untuk komunikasi, *monitoring*, *tracking* dan *controlling*. [1]

Ruting protokol pada WSN kebanyakan didasari pada *flooding* atau *random-walk*, yang akan menyebabkan biaya komunikasi menjadi besar dikarenakan banyaknya rute yang di temukan dan pengiriman yang tidak terarah. Dan juga masalah yang paling sering muncul dalam WSN adalah penggunaan energi yang besar untuk mengirim dan

menerima data yang digunakan setiap *node*, sementara energi yang dimiliki setiap *node* terbatas. Untuk menyelesaikan masalah itu muncul berbagai macam algoritma perutingan, yang menggunakan berbagai jenis metode untuk mendapatkan tujuan yang berbeda-beda pula. Beberapa algoritma atau metode *routing* yang dikembangkan adalah *Gradient based approach* dan *Geographic based approach*. Karena banyaknya metode perutingan yang dikembangkan, untuk itu perlu diketahui metode yang paling efektif, dan apa saja kelebihan serta kekurangan dari masing masing metode. Karena setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan maka perlu dibahas perbandingan dari metode *routing* pada jaringan WSN ini.

2. DASAR TEORI

2.1 Wireless Sensor Network (WSN)

Wireless Sensor Network (WSN) adalah sebuah perangkat jaringan nirkabel yang terdiri dari sejumlah besar sensor *node*, alat komputasi atau pemrosesan data, dan juga alat komunikasi yang digunakan untuk mengirim dan menerima data. WSN memungkinkan digunakan untuk komunikasi, *monitoring*, *tracking* dan *controlling*. [1]

Secara umum WSN terdiri dari 3 bagian penting. Sensor pada jaringan, untuk mendeteksi suatu area dan dikirimkan melalui jaringan nirkabel ke *base station*. *Base station*, atau dapat disebut dengan *sink*, yang biasanya diletakan tidak terlalu jauh dari area sensor. User, merupakan pengelola dari data yang didapatkan *base station* dari sensor *node*.

Sensor *node* menerima dan mengirimkan data dengan jaringan nirkabel ke pusat jaringan. Banyak pengaplikasian dari WSN yang memerlukan ratusan atau ribuan sensor *node* dan sering ditempatkan di daerah terpencil yang sulit dijangkau, atau pada lingkungan yang keras seperti gurun pasir, lautan, hutan, dan sebagainya. Setiap *node* akan mengirimkan informasi ke *sink* untuk mengetahui keadaan di daerah tersebut.

Sensor *node* tidak hanya berkomunikasi satu sama lain tetapi juga berkomunikasi dengan *base station* (BS) dengan menggunakan radio nirkabel yang terdapat di masing masing sensor *node*. Kemampuan sensor *node* di WSN bervariasi, yaitu sensor *node* sederhana dapat memantau fenomena fisik tunggal, sedangkan perangkat yang lebih kompleks dapat menggabungkan banyak sensor yang berbeda (misalnya, akustik, optik, magnetik). [2]

Sensor *node* juga berbeda dalam kemampuan komunikasi, misalnya menggunakan teknologi ultrasound, inframerah, atau frekuensi radio dengan berbagai kecepatan data dan *latency*. Sensor sederhana hanya dapat mengumpulkan dan mengkomunikasikan data tentang lingkungan yang diamati, tetapi ada juga sensor lain yang memiliki kemampuan besar dari segi pengolahan data, energi, dan kapasitas penyimpanan.

WSN sering digunakan pada daerah geografis yang luas dan daya transmisi radio harus disimpan dan digunakan seminimum mungkin agar dapat menghemat energi, maka komunikasi *multi-hop* adalah cara yang sangat efisien untuk digunakan. Dalam komunikasi *multi-hop*, *node* sensor tidak hanya menangkap dan menyebarkan data mereka sendiri, tetapi juga berfungsi sebagai *relay* untuk *node* sensor lainnya, mereka harus bekerja sama untuk menyebarkan data dari sensor sumber hingga sampai ke *base station*.

Masalah pada jaringan *multi-hop* adalah pencarian jalur atau perutean dari sensor *node* hingga data mencapai ke *base station*.

2.2 Routing Protocol pada WSN

Secara umum, *Routing protocol* pada WSN dibagi menjadi dua kategori : *Indicator-based*, selalu terdapat fase inisialisasi dimana sebuah *indicator* algoritma tersebut digunakan. Berdasarkan algoritmanya, setiap *node* memiliki sebuah *indicator* untuk membantu proses *routing*. *Indicator-free*, proses *routing* dibuat di udara.

Pada *Indicator-based* berdasarkan pada perbedaan *indicator*, algoritma ini dibagi menjadi tiga *subclass* yaitu : [4] *Flat-Based*, dalam jaringan semua *node* memiliki tugas yang sama. *Flat routing* protokol mengirimkan dan menerima data yang yang terjangkau dalam jaringan sensor . Setiap *routing protocol* dalam kategori *flat-based* ini memiliki cara untuk menentukan jalurnya sendiri dengan tujuan menemukan rute terbaik dengan lompatan-lompatan (*hop*) ke tujuan dengan rute manapun. *Hierarchical-Based*, mengatur *node* dalam cluster. *Node-node* dalam *cluster* mengirimkan data ke *cluster head*, dan CH inilah yang meneruskan data ke *sink*. *Location-Based*, Sebagian besar protokol *routing* untuk jaringan sensor memerlukan informasi lokasi dari *node* sensor. Dalam kebanyakan kasus, informasi lokasi yang dibutuhkan untuk menghitung jarak antara dua *node* tertentu sehingga konsumsi energi dapat diperkirakan untuk setiap pengiriman data dari sensor *node* hingga ke *base station*. Karena tidak ada skema pengalamatan untuk jaringan sensor seperti alamat IP.

2.3 Gradient Based Approach

Gradient based approach merupakan *routing protocol* yang termasuk kedalam kategori *flat-based*, akan mengirimkan data hanya kepada *node* lain yang masih dalam jangkauannya. Pada ruting protokol ini menggunakan jarak relatif antara *node*. Jarak relatif tersebut menunjukkan arah aliran data dari pengirim suatu data. Ide dari *gradient based approach* adalah untuk mengetahui jarak sumber ke *base station* berdasarkan jumlah *hop* ketika melalui seluruh jaringan.

Terdapat beberapa tahap dalam pencarian jalur dengan menggunakan metode ini: Pada tahap awal pencarian jalur, akan di cari *cost* dari masing masing *node*, *cost* tersebut berupa nilai lompatan atau *hop* minimum dari *node* dapat mengirimkan paket ke *base station*. Dengan demikian, setiap *node* dapat menghitung jumlah minimum *hop* untuk mencapai BS. Setelah masing masing *node* memiliki *cost*, di tentukan jalur atau tetangga mana yang akan di lewatkan untuk pengiriman data. Dengan ketentuan sebuah paket diteruskan pada *node* yang memiliki *cost* lebih kecil dari *node* tersebut.

$$Cost_{source} = Cost_{consumed} + Cost_{current_node} \dots (2.1)$$

Dimana :

$Cost_{source}$ = Cost node sumber pengiriman data

$Cost_{consumed}$ = Cost yang digunakan pada saat pengiriman data

$Cost_{current_node}$ = Cost node tujuan pengiriman data

2.4 Geographic based approach

Merupakan *routing protocol* yang termasuk kedalam kategori *Location-based*. Pada *routing* protokol ini akan mengirimkan data dengan memperhatikan posisi geografis dari sensor *node*. Metode ini menjanjikan untuk memberikan efisiensi terutama terhadap energi pada WSN. [5] Protokol *routing* geografis hanya memerlukan informasi lokal dan dengan demikian sangat efisien dalam WSN. Pertama, *node* hanya perlu mengetahui informasi lokasi tetangga langsung mereka untuk meneruskan paket dan karenanya state yang disimpan adalah minimum. Kedua, protokol menghemat energi dan bandwidth karena *floods* tidak diperlukan. Ketiga, dalam jaringan *mobile* dengan perubahan topologi sering, geografis *routing* memiliki respon yang cepat dan dapat menemukan rute baru dengan cepat hanya dengan menggunakan informasi topologi lokal.

Dalam pembahasan mekanisme *routing*, menggunakan asumsi sebagai berikut: [5]

- Setiap *node* tahu lokasi geografis menggunakan beberapa mekanisme lokalisasi. *Location awareness* sangat penting untuk banyak aplikasi jaringan nirkabel, sehingga diharapkan bahwa *node* akan dilengkapi dengan teknik lokalisasi. Beberapa teknik yang ada untuk lokasi sensor berdasarkan kedekatan atau triangulasi menggunakan sinyal radio, sinyal akustik, atau inframerah. Teknik-teknik ini berbeda dalam lokalisasi *granularity* mereka, jangkauan, penyebaran kompleksitas, dan biaya. Secara umum, banyak sistem lokalisasi telah diusulkan dalam literatur seperti GPS (*Global Positioning System*), sistem lokalisasi berbasis infrastruktur, dan sistem lokalisasi ad-hoc.
- Setiap *node* tahu lokasi tetangga. Informasi ini dapat diperoleh dengan *node* secara periodik atau atas permintaan penyiaran lokasi mereka ke tetangga mereka.
- Sumber mengetahui lokasi tujuan.

Dalam geografis *routing*, setiap *node* mengetahui lokasi tetangga langsung (tetangga

dalam jangkauan radio). Sumber memasukkan lokasi tujuan di dalam paket. Selama *forwarding* paket, setiap *node* menggunakan informasi lokasi tetangganya dan lokasi tujuan untuk meneruskan paket ke *hop* berikutnya. *Forwarding* bisa ke *node* tunggal atau beberapa *node*. *Forwarding* ke beberapa *node* yang lebih kuat dan mengarah ke beberapa jalur ke tujuan, tetapi bisa membuang-buang banyak sumber daya (energi dan bandwidth) dan dengan demikian meneruskan ke *node* tunggal lebih efisien.

Setiap *node* meneruskan paket ke tetangga dekat ke tujuan, sampai akhirnya paket mencapai tujuan. Perhitungan jarak pada masing masing sensor *node* menggunakan perhitungan Euclidian :

$$R = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \dots (2.2)$$

Dimana: R= Jarak antar *node*

X_1 =posisi *node* sumber pada sumbu x

Y_1 =posisi *node* sumber pada sumbu y

X_2 =posisi *node* tujuan pada sumbu x

Y_2 =posisi *node* tujuan pada sumbu y

2.5 Perhitungan Penggunaan Energi pada Routing Protocol

Telah dijelaskan oleh Wendi Rabiner Heinzelman [6], dimana:

$$\text{Energi Transmit: } E_{tx}(k, d) = \begin{cases} k \cdot E_{elec} + k \cdot E_{fs} \cdot d^2 & d < d' \\ k \cdot E_{elec} + k \cdot E_{mp} \cdot d^4 & d > d' \end{cases} \dots (2.3)$$

Energi receive:

$$E_{rx}(k) = E_{rx_elec}(k) = k \cdot E_{elec} \dots (2.4)$$

$$E_{total} = E_{tx} + E_{rx} + E_{idle} \dots (2.5)$$

3. SIMULASI

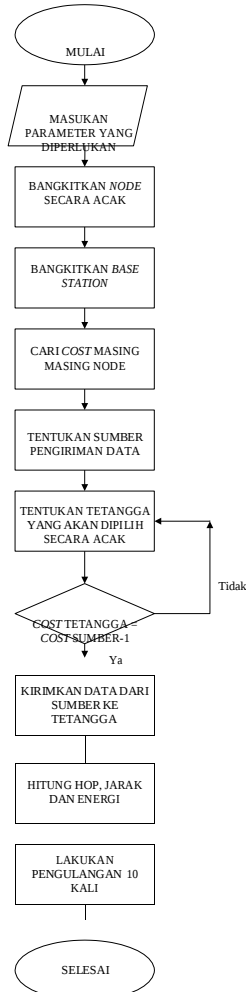
Pada Penelitian ini, menggunakan 2 skenario yang berbeda. Yaitu *Gradient based approach* dan *Geographic based approach*. Dimana setiap skenario akan menggunakan parameter masukan yang sama dan pada akhir simulasi ini, akan dibandingkan hasil simulasi dari keduanya. Hal-hal yang akan dibandingkan adalah lompatan atau *hop*, jarak, dan energi yang digunakan masing masing metode untuk pengiriman data.

Pada simulasi ini diberlakukan beberapa asumsi, sebagai berikut:

- Pengiriman data dilakukan dari seluruh *node* sebagai sumber dan *base station* sebagai tujuannya.
- Pengiriman data dilakukan satu persatu dari *node* 1 sampai 100 sebagai sumber dan *base station* sebagai tujuan akhir.
- Tidak ada obstacle.

- Tidak memperhatikan proses setelah data sampai di BS.
- Hanya fokus pada konsumsi daya.
- Dilakukan 2 skenario yaitu *gradient based approach* dan *geographic based approach*.
- Simulasi menggunakan MATLAB R2012b.

3.1 Gradient based approach



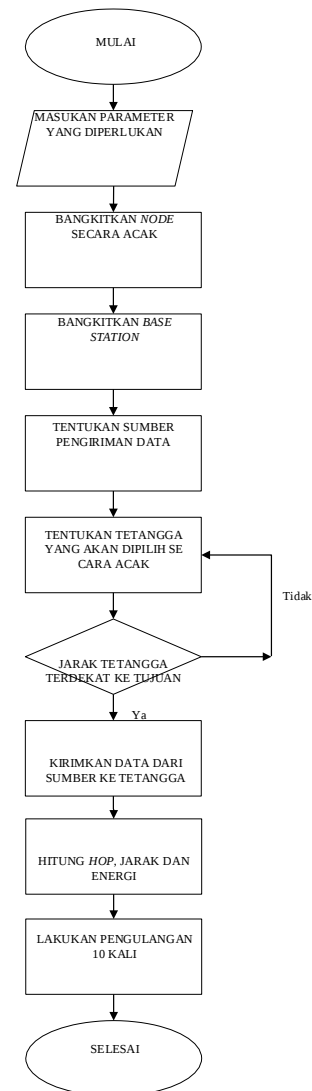
Gambar 3.1 Flowchart *Gradient based approach*

Pada Gambar 3.1 menggambarkan diagram alir dari *gradient based approach*. Dimana pada tahap awal adalah memasukan parameter yang di butuhkan, karena ingin membandingkan hasil keluaran simulasi dari kedua metode, maka parameter masukan untuk kedua metode adalah sama. Lalu kemudian mulai mebangkitkan *node* secara acak pada posisinya, *node* sebagai sumber pengiriman data, yang akan mengirimkan data secara multi *hop*. Selanjutnya membangkitkan *base station* sebagai tujuan akhir dari sumber data.

Selanjutnya dilakukan proses sesuai dengan tahap pencarian jalur pada *gradient based approach*. Setelah jalur di dapat, proses akan diulangi sebanyak 30 kali agar dapat melihat jalur mana yang paling efisien. Hasil keluaran simulasi

yang akan di lihat ada banyaknya lompatan atau *hop* pada saat pengiriman data, jauhnya jarak pengiriman data dan energi yang dibutuhkan pada saat pengiriman data. Setelah terpilih satu jalur yang paling efisien maka jalur tersebutlah yang akan dibandingkan dengan hasil keluaran dari simulasi *geographic based approach*.

3.2 Geographic based approach



Gambar 3.2 Flowchart *Geographic based approach*

Pada Gambar 3.2 menggambarkan diagram alir dari *geographic based approach*. Dimana pada tahap awal dan tahap akhir sama dengan proses pada *gradient based approach*. Perbedaan proses *gradient based approach* dan *geographic based approach* ada pada acara mencari jalurnya.

Proses pertama yang sama adalah mebangkitkan *node* secara acak pada posisinya dan juga membangkitkan *base station* sebagai tujuan akhir dari sumber data. Peletakan sensor *node* pada kedua metode ini sama.

Selanjutnya dilakukan proses sesuai dengan tahap pencarian jalur pada *geographic based approach*. Setelah jalur di dapat, proses akan diulangi sebanyak 30 kali agar dapat melihat jalur mana yang paling efisien. Hasil keluaran simulasi yang akan di lihat ada banyaknya lompatan atau *hop* pada saat pengiriman data, jauhnya jarak pengiriman data dan energi yang dibutuhkan pada saat pengiriman data.

Setelah terpilih satu jalur yang paling efisien maka jalur tersebutlah yang akan dibandingkan dengan hasil keluaran dari simulasi *gradient based approach*.

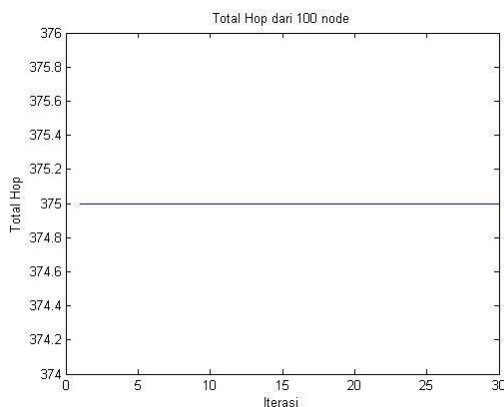
4. HASIL SIMULASI

Pada penelitian ini dilakukan 30 kali pencarian jalur pada kedua metode untuk mencari jalur terefisien untuk pengiriman data.

4.1 *Gradient based approach*

a. Analisa banyaknya *hop* pada *gradient based approach*

Pada gambar 4.1 terlihat bahwa total *hop* yang di dapat untuk 30 kali pencarian jalur adalah sama yaitu 375 *hop*. Total *hop* yang di dapat sama ini dikarenakan pada awal pencarian jalur sudah di cari nilai *hop* dan pencarian jalur mengikuti nilai *hop* tersebut. Jadi walaupun jalur yang didapat ada banyak dan melewati jalur yang berbeda, total *hop* akan sama.



Gambar 4.1 Total *hop* dari 100 node dengan *Gradient based approach*

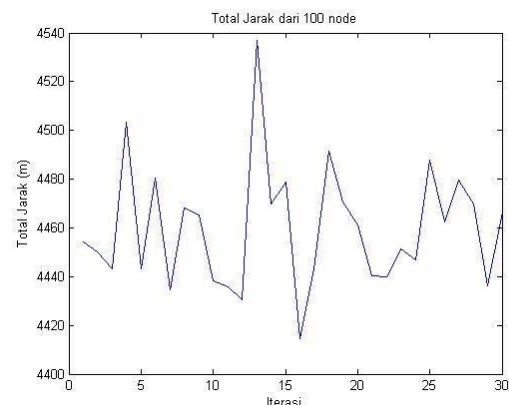
b. Analisa Total Jarak pada *gradient based approach*

Pada setiap pengiriman data yang menggunakan jalur yang berbeda maka jarak total dari pengiriman data tersebut akan berbeda pula. Walaupun pada *gradient based approach* memiliki nilai *hop* yang sama akan tetapi jalur yang dilewati berbeda, maka berbeda pula total jarak.

Pada Gambar 4.2 terlihat total jarak yang di dapat pada 30 kali pencarian jalur adalah

4454.1341 meter, 4449.9674 meter, 4443.2785 meter, 4503.5617 meter, 4443.0947 meter, 4480.2794 meter, 4434.5927 meter, 4468.2002 meter, 4465.3837 meter, 4438.1564 meter, 4435.7183 meter, 4430.4826 meter, 4536.7737 meter, 4469.6565 meter, 4478.8051 meter, 4414.3822 meter, 4442.9927 meter, 4491.4607 meter, 4470.6525 meter, 4461.3205 meter, 4440.4461 meter, 4439.8887 meter, 4451.4223 meter, 4446.9294 meter, 4487.6047 meter, 4462.5364 meter, 4479.5069 meter, 4469.8172 meter, 4436.0256 meter, dan 4466.6088 meter.

Dengan rata rata jarak yang didapat adalah 4459.7893 meter. Dengan jarak minimum ada pada pencarian jalur ke 16 yaitu 4414.3822 meter.



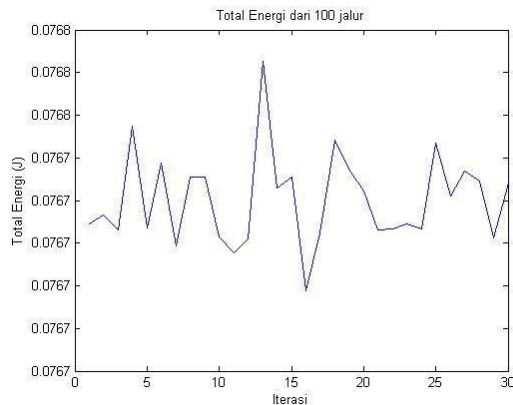
Gambar 4.2 Total jarak dari 100 node dengan *gradient based approach*

c. Analisa Konsumsi Energi pada *Gradient based approach*

Dari rumus yang dikembangkan oleh Wendi Rabiner Heinzelman membuktikan bahwa energi juga sangat dipengaruhi oleh *hop* dan jarak. Semakin banyak *hop* dan semakin jauh jarak pengiriman data maka energi yang dibutuhkan juga akan semakin besar.

Pada gambar 4.3 terlihat energi untuk pengiriman data dari masing masing *node* ke *base station* pada 30 kali pencarian jalur adalah 0.0767346 Joule, 0.0767367 Joule, 0.0767331 Joule, 0.0767575 Joule, 0.0767336 Joule, 0.0767489 Joule, 0.0767293 Joule, 0.0767456 Joule, 0.0767456 Joule, 0.0767314 Joule, 0.0767276 Joule, 0.076731 Joule, 0.0767726 Joule, 0.076743 Joule, 0.0767456 Joule, 0.0767189 Joule, 0.0767323 Joule, 0.0767542 Joule, 0.0767474 Joule, 0.0767421 Joule, 0.0767332 Joule, 0.0767333 Joule, 0.0767345 Joule, 0.0767333 Joule, 0.0767535 Joule, 0.0767411 Joule, 0.076747 Joule, 0.0767446 Joule, 0.0767311 Joule, 0.076744 Joule.

Dengan energi rata rata yang digunakan adalah 0.0767402 Joule. Dengan energi minimum ada pada pencarian jalur ke 16 yaitu 0.0767189 Joule..

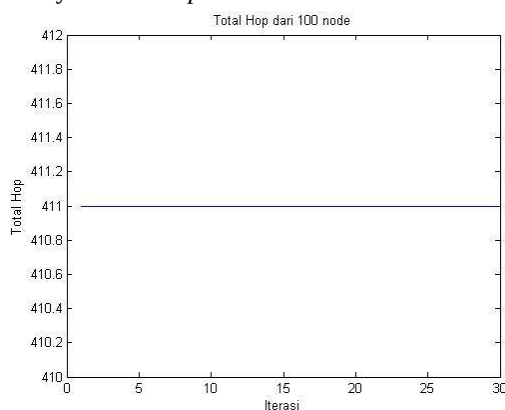


Gambar 4.3 Total Energi dari 100 node dengan *gradient based approach*

4.2 *Geographic based approach*

a. Analisa banyaknya hop pada *geographic based approach*

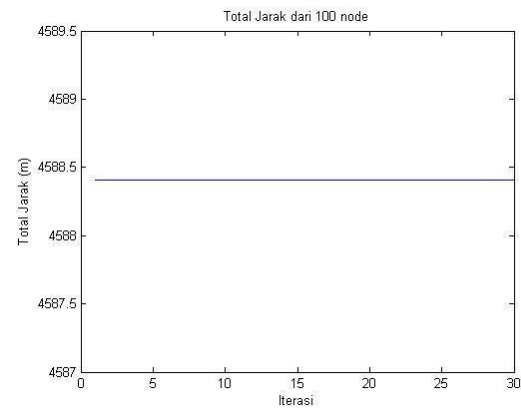
Perhitungan hop pada *geographic based approach* dari hasil simulasi didapatkan total hop dari pengiriman data dari node 1 sampai node 100 ke base station adalah 411 hop pada 30 kali percobaan pencarian jalur. Pada *geographic based approach* di dapatkan hop yang sama karena jalur yang didapatkan pada 30 kali pencarian jalur adalah sama. Pada gambar 4.4 terlihat bahwa total hop yang di dapat untuk 30 kali pengulangan adalah sama yaitu 411 hop.



Gambar 4.4 Total hop dari 100 node dengan *Geographic based approach*

b. Analisa Total Jarak pada *gradient based approach*

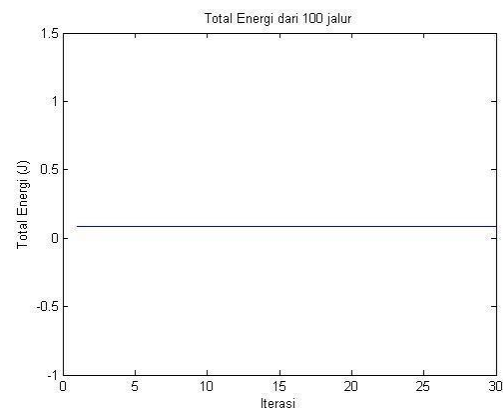
Pada Gambar 4.5 menunjukkan grafik dengan nilai jarak yang sama dari 30 kali pencarian jalur. Total jarak yang sama tersebut disebabkan oleh pencarian rute yang hanya menemukan 1 rute dengan metode *geographic based approach* ini. Total jarak pada saat pengiriman data dari 100 node ke base station adalah 4588.4049 meter.



Gambar 4.5 Total Jarak dari 100 node dengan *Geographic based approach*

c. Analisa Konsumsi Energi pada *Gradient based approach*

Pada Gambar 4.6 terlihat energi dari 30 kali pencarian jalur adalah sama yaitu 0.0836362 Joule. Energi tersebut sama disebabkan oleh jalur yang didapatkan sama maka menyebabkan hop dan jarak juga sama. Sementara energi sendiri dipengaruhi oleh hop dan jarak.



Gambar 4.6 Total Energi dari 100 node dengan *Geographic based approach*

4.3 Perbandingan *Gradient based approach* dan *Geographic based approach*

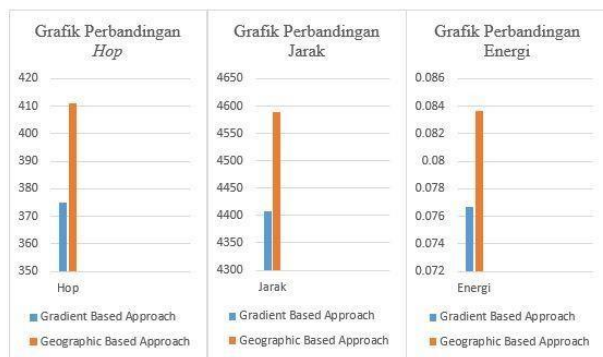
node 1 sampai 40 dan 60 sampai 100 berada jauh dari base station, sehingga membutuhkan hop, jarak dan energi yang lebih banyak, sementara node 40 sampai 60 merupakan node di sekitar base station, membutuhkan hop, jarak, dan energi yang lebih kecil.

Pada *gradient based approach* dan *geographic based approach* semakin jauh jarak node dari base station maka semakin banyak hop, semakin jauh jarak, dan semakin banyak energi yang dibutuhkan untuk mengirimkan data. Sebaliknya semakin dekat jarak node dari base station maka semakin sedikit hop, dekat jarak, dan semakin kecil energi yang dibutuhkan untuk

mengirimkan data. Akan tetapi pada kedua metode ini yang menggunakan parameter masukan yang sama dan mengeluarkan hasil simulasi yang sama, terdapat perbedaan pada keluaran simulasi. Seperti pada gambar 4.7. Dengan menggunakan metode *gradient based approach* pada 30 kali pencarian jalur, penjarian jalur terefisien terdapat pada pencarian jalur ke 16, maka hasil pencarian jalur ke 16 yang akan dibandingkan dengan *geographic based approach*. Pada pencarian jalur ke 16 di peroleh total *hop* 375, total jarak 4414.3822 meter, total energi 0.0767189 Joule.

Sementara dengan menggunakan metode *geographic based approach* pada 30 kali pencarian jalur, mengeluarkan hasil yang sama di karenakan 30 kali pencarian jalur hanya mendapatkan satu jalur saja, yaitu memiliki *hop* 411, jarak 4588.4049 meter, dan energi yang dibutuhkan adalah 0.0836362 Joule.

Maka dari hasil perbandingan jumlah *hop*, total jarak, dan total energi yang paling efisien adalah metode *gradient based approach*.



Gambar 4.13 Perbandingan *Gradient based approach* dan *Geographic based approach*

Pada setiap *routing protocol* terdapat kekurangan dan kelebihan, pada *gradient based approach* memiliki efisiensi yang lebih baik dari segi banyaknya *hop*, total jarak yang ditempuh dan energi yang digunakan untuk mengirim dan menerima data dibanding dengan *geographic based approach*. Tetapi pada *gradient based approach* pada tahap awal harus dilakukan perhitungan *cost* terlebih dahulu jadi menambah proses pencarian jalur. Dan pada *gradient based approach* tidak memiliki informasi letak geografis atau koordinat suatu *node*.

Pada *geographic based approach* efisiensi terhadap banyaknya *hop*, total jarak yang ditempuh dan energi yang digunakan untuk mengirim dan menerima data tidak sebaik *gradient based approach*. Tetapi *geographic based approach* tidak

perlu melakukan perhitungan nilai untuk mencari jalur, hanya perlu mengetahui jarak dari masing masing *node* ke *base station* dan itu dapat diperoleh dari informasi geografis yang di simpan masing masing *node*. Sementara itu pada metode ini mengetahui koordinat *node* dapat di manfaatkan untuk banyak aplikasi. Dan kelebihan lain dari *geographic based approach* adalah dalam jaringan *mobile* dengan perubahan topologi sering, geografis *routing* memiliki respon yang cepat dan dapat menemukan rute baru dengan cepat hanya dengan menggunakan informasi topologi local.

5. PENUTUP

Pada penelitian ini ini dapat ditarik kesimpulan, bahwa:

1. Metode *gradient based approach* lebih efisien dalam jumlah *hop*, jarak dan energi yang dibutuhkan untuk pengiriman paket dibanding *geographic based approach*. Dengan menggunakan metode *gradient based approach* di peroleh total *hop* 375, total jarak 4414.3822 meter, total energi 0.0767189 Joule. Sementara dengan menggunakan metode *geographic based approach* memiliki *hop* 411, jarak 4588.4049 meter, dan energi yang dibutuhkan adalah 0.0836362 Joule.
2. *Gradient based approach* dapat digunakan untuk jaringan yang tidak mementingkan letak geografis, tetapi membutuhkan energi yang minimum.
3. *Geographic based approach* dapat digunakan untuk jaringan yang membutuhkan informasi geografis dari sebuah sensor *node*.

Dari penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa kesulitan, seperti perancangan simulasi dan membuat simulasi, maka saran untuk penelitian selanjutnya yakni:

1. Menggunakan simulator lain seperti NS, Omnet, dan lain lain, untuk melihat apakah memiliki hasil keluaran yang sama.
2. Sebaiknya untuk penggunaan *routing protocol gradient based approach* di gunakan pada jaringan yang mebutuhkan efisiensi daya yang besar tetapi tidak mementingkan letak koordinat dari masing masing *node*, seperti pada aplikasi WSN *indoor* seperti sensor suhu dan lain lain, yang sangat membutuhkan efisiensi daya tetapi tidak membutuhkan informasi titik koordinat.
3. Sebaiknya untuk penggunaan *routing protocol geographic based approach* di gunakan pada jaringan *outdoor* yang mebutuhkan efisiensi daya yang cukup besar dan membutuhkan informasi titik

koordinat. Contoh pada aplikasi militer untuk mendeteksi musuh, menggunakan *routing* protokol ini dapat mengetahui musuh ada pada titik koordinat berapa, dan dapat mengetahui titik koordinat berapa yang aman dari musuh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. M. A. K. P. S. Adamu Murtala Zungeru, "**Classical and swarm intelligence based routing protocol for wireless sensor networks**," *Journal of Network and computer Application*, 2012.
- [2] Waltenegus-Dargie, **Fundamentals of Wireless Sensor Networks**, 2010.
- [3] A. W. Holger Karl, **Protocols and Architectures for Wireless Sensor Network**, 2005.
- [4] K. P. a. A. H. Javed Faruque, "**Javed Faruque, Konstantinos Psounis, and Ahmed Helmy**".
- [5] A. H. Karim Seada, "**Geographic Protocols in Sensor Networks**".
- [6] W. B. Heinzelman, "**Application - Specific Protocol Architectures for Wireless Networks**," 2000.
- [7] S. J. Habib, "**Modeling and simulating coverage in sensor networks**," *elsevier*.
- [8] D. Ahamed, "**The Role of Zigbee Technology in Future Data**," *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 2009.
- [9] R. V. O. P. V. P. Udayakumar, "**Analysing And Designing Energy Efficiency In Wireless Sensor Networks**," 2012.
- [10] M. B. M. L. M. B. E. M. C. Ekström, "**A Bluetooth Radio Energy Consumption Model**," 2012.
- [11] L. H. A. C. T. H. G. M. P. V. F. S. J. L. P. D. S. JOAO C. GIACOMIN, "**Radio Channel Model of Wireless Sensor Networks Operating in**," 2010.