

# SIMULASI ROUTING PROTOKOL PADA JARINGAN SENSOR NIRKABEL DENGAN MENGGUNAKAN METODE CLUSTER BASED

Ubaidillah Ahmad Arrozaqi, Tri Budi Santoso, Prima Kristalina  
Jurusan Teknik Telekomunikasi  
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
e-mail : [annihilator345@yahoo.com](mailto:annihilator345@yahoo.com)

## Abstrak

Jaringan Sensor Nirkabel (*Wireless Sensor Network*) terdiri atas sejumlah besar sensor node yang bebas. Setiap node memiliki kemampuan untuk mengirim, menerima dan mendeteksi. Selain itu *sensor node* juga di lengkapi dengan peralatan pemrosesan data, penyimpanan data sementara atau *memory*, peralatan komunikasi dan *power supply* atau baterai.

Pada paper ini akan dijelaskan sebuah routing protocol pada *Wireless Sensor Network* dengan menggunakan pendekatan secara pengelompokan (*cluster based*). Routing yang akan disimulasikan, dibuat berdasarkan *cluster* tiap node. Masalah yang akan dipaparkan yaitu bagaimana perencanaan konfigurasi, simulasi implementasi *cluster based routing* pada WSN serta bagaimana pengaruh metode ini terhadap kinerja system.

Pada metode *cluster based routing* perhitungan didasarkan pada jarak dan efisiensi energy yang digunakan, dikarenakan node mengirim informasi melalui *cluster head*, maka energy dapat dihemat untuk memperpanjang *lifetime* jaringan tersebut.

Hasil yang diharapkan pada paper ini adalah membuat sebuah jalur routing yang cepat dan efisien pada penggunaan energy, energy yang diperlukan satu node untuk satu kali pengiriman data sebesar 200–500 bit dapat dihemat hingga 1 $\mu$ J.

**Kata kunci :** *Routing protocol, Clustering base routing protocol, wireless sensor network*

## 1. PENDAHULUAN

Jaringan Sensor Nirkabel dibentuk oleh ratusan atau ribuan node yang mengumpulkan informasi dan mengirimkannya ke *sink*. Setiap node memiliki kemampuan untuk mengirim, menerima dan merasakan. Akan tetapi, sensor nirkabel terkendala terhadap kemampuan yang dimiliki seperti kemampuan mengolah memori, bandwidth, dan sebagainya[1]. Setiap node tersebar pada lokasi yang susah untuk diakses atau pada lingkungan yang keras seperti gurun pasir, lautan, hutan, dan sebagainya[3]. Jaringan sensor nirkabel tidak memiliki topologi yang tetap tetapi sensor dapat beradaptasi agar mampu bekerja pada kondisi tersebut.

Penggunaan daya terbesar pada *sensor network* adalah pada saat pengiriman data. Dengan mengurangi proses pengiriman data yang tidak penting, konsumsi daya dapat dikurangi. Kolaborasi atau kerja sama antar *sensor node* memiliki peran penting dalam sistem[4]. Ketika salah satu sensor mengalami kerusakan,

kekurangan daya untuk mengirim data kepada *sink node*, sensor tersebut dapat mengirim suatu informasi kepada *sensor* terdekat agar melakukan proses pengumpulan data atau transmisi data sebagai pengganti sementara *sensor* yang mengalami kegagalan. Sehingga ketika terjadi kegagalan *link* (hubungan), sistem dapat merubah topologi jaringan agar proses pengiriman data tetap berlangsung. Mengacu pada referensi maka pada paper ini akan dibuat suatu simulasi routing protocol pada wsn dengan menggunakan metode *cluster based*, sehingga diharapkan nantinya dapat mengetahui konsumsi energi yang digunakan dengan metode ini.

Penyusunan paper ini adalah sebagai berikut. Pada bab 2, akan dijelaskan tentang *Wireless Sensor Network*, dan penjelasan algoritma *Cluster Based Approach*. Pada bab 3, berisi susunan rancang sistem yang akan digunakan pada paper ini. Analisa energi yang dibutuhkan pada algoritma *Cluster Based Approach* diberikan pada bab 4. Bab 5, berisi kesimpulan penelitian yang telah dilakukan.

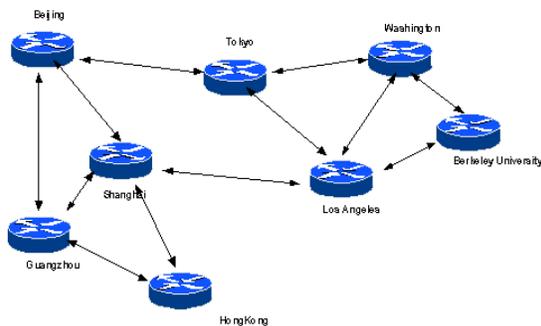
## 2. WIRELESS SENSOR NETWORK

WSN (*Wireless Sensor Network*) atau Sensor Jaringan Nirkabel merupakan suatu jaringan nirkabel yang terdiri dari beberapa sensor (*sensor node*) yang diletakkan ditempat-tempat yang berbeda untuk memonitoring kondisi suatu plan. *Wireless Sensor Network* (WSN) adalah kelas baru dalam jaringan komputer yang terdiri dari beberapa *sensor nodes* yang saling berkomunikasi dan bekerja sama untuk mengumpulkan data-data dari lingkungan sekitar, misalnya suhu, tekanan udara, kelembapan udara dan beberapa parameter lingkungan lainnya. Untuk keperluan ini suatu *node* diperlengkapi dengan peralatan sensor yang digunakan untuk mendeteksi lingkungan sekitar dan peralatan komunikasi yang digunakan untuk berkomunikasi dengan *sensor node* yang lain dan *sink*. Selain itu *sensor node* juga di lengkapi dengan peralatan pemrosesan data, penyimpanan data sementara atau *memory*, peralatan komunikasi dan *power supply* atau baterai. Dalam aplikasi WSN, *sensor node* harus mempunyai dimensi yang sangat kecil, sehingga *sensor node* mempunyai keterbatasan baik dalam *processor*, *memory* atau *wireless*. Oleh karena itu banyak para peneliti tertarik dalam WSN untuk mengoptimalkan kebutuhan energy dalam pemrosesan data ataupun komunikasi ke *sink*. *Wireless sensor network* bisa diterapkan diberbagai bidang, umumnya digunakan untuk melakukan aktivitas monitoring dan tracking. Dalam bidang

antisipasi dan pencegahan bencana, sensor dapat digunakan untuk mendeteksi kemungkinan bencana. Sensor diletakkan di berbagai daerah, ketika kemungkinan adanya bencana terdeteksi maka sensor akan mengirimkan data ke stasiun pusat. Selanjutnya di stasiun pusat terjadi pengolahan data, memberikan early warning system akan adanya bencana kepada para penduduk. Pemberitahuan dapat melalui berbagai media, melalui internet, ataupun sms. Selain itu, informasi dari sensor sensor dalam wireless sensor network digabungkan dengan Geographic Information System dimungkinkan untuk mengetahui dimana titik aman yang terlindung dari bencana. Para penduduk selanjutnya bisa mengambil informasi tersebut dan mengeceknya pada GPS untuk melihat peta lokasi dari daerah yang aman bencana.

### 2.1 Routing Protokol pada WSN

Routing adalah suatu protokol yang digunakan untuk mendapatkan rute dari satu jaringan ke jaringan yang lain. Rute ini, disebut dengan route dan informasi route secara dinamis dapat diberikan ke router yang lain ataupun dapat diberikan secara statis ke router lain. Routing protocol adalah komunikasi antara router-router. Routing protocol memungkinkan router-router untuk sharing informasi tentang jaringan dan koneksi antar router. Router menggunakan informasi ini untuk membangun dan memperbaiki table routingsnya. Seperti Gambar 1 dibawah.



Gambar 1 Routing protocol

Salah satu masalah yang paling penting dalam jaringan wireless sensor adalah penyediaan layanan antara sensor dan sink. Meskipun sensor network dan mobile network ad hoc mirip tapi keduanya secara radikal berbeda dalam banyak aspek. Sensor network memiliki banyak fitur yang unik dan membutuhkan pengembangan lebih lanjut. Secara umum, Routing protocol pada WSN dibagi menjadi dua katagori

- *Indicator-based*
- *Indicator-free*

Pada *indicator-based*, selalu terdapat fase inialisasi dimana sebuah indicator algoritma tersebut digunakan. Berdasarkan algoritmanya, setiap node menyusun sebuah indicator untung membantu proses routing. Pada algoritma *indicator-free*, proses routing dibuat di udara. Pada paper ini akan dibahas algoritma cluster based yang termasuk dalam katagori *indicator-based*.

### 2.2 Cluster Based

Jenis lain dari routing protocol adalah cluster based. Beberapa cluster dibentuk dan cluster-head dipilih. Ketika routing, sensor mengirim paket ke head-cluster pertama dan head-cluster kemudian mengambil tanggung jawab meneruskan paket ke sink.

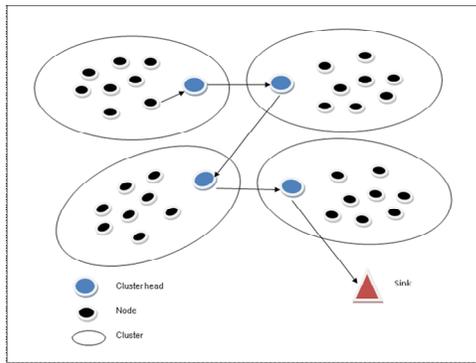
Cluster berisi cluster head dan semua node langsung. Nonhead node berkomunikasi dengan yang lain melalui head cluster tersebut. Ilustrasi komunikasi pada metode cluster base dapat dilihat pada Gambar 2.

### 2.4 LEACH

Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy (LEACH) protocol telah banyak menarik perhatian. Hal ini karena konsumsi energi yang efisien, kesederhanaan dan mempunyai beban yang seimbang. LEACH adalah cluster-based protocol. Jumlah cluster head dan anggota cluster yang dihasilkan oleh LEACH menjadi parameter penting untuk mencapai kinerja yang lebih baik. LEACH merupakan clustering adaptif protokol yang menggunakan pengacakan untuk mendistribusikan beban energi secara merata antara sensor dalam jaringan. Dalam LEACH, node terorganisir didalam cluster lokal, dengan satu node yang bertindak sebagai base station lokal atau cluster-head. Jika cluster-head dipilih secara prioritas dan tetap didalam seluruh sistem selamanya, seperti dalam algoritma clustering konvensional, mudah untuk melihat bahwa sensor yang dipilih untuk menjadi cluster-head akan kehabisan energy dengan cepat, dan akibatnya akan mengakhiri komunikasi dari semua node dalam cluster tersebut. Sensor dipilih untuk menjadi cluster-head pada waktu tertentu dengan probabilitas tertentu. Node cluster-head menyebarkan ke sensor lain di jaringan. Setiap node menentukan cluster dengan memilih cluster head yang membutuhkan energi komunikasi minimum.

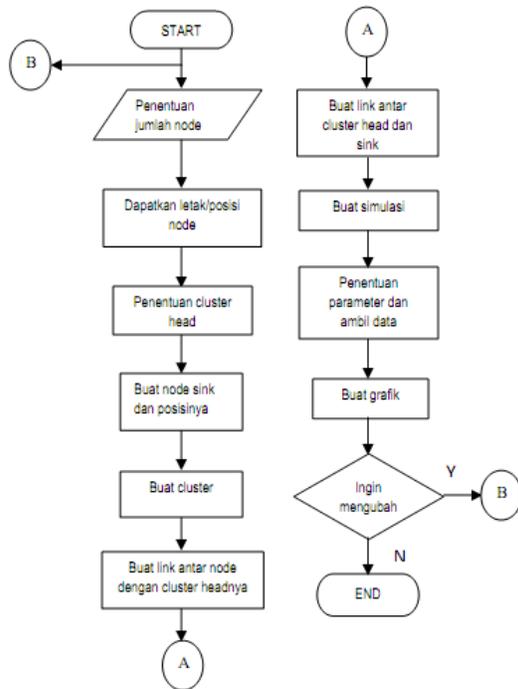
## 3. PEMBUATAN SISTEM

LEACH mengatur node dalam cluster dengan satu node dari setiap kelompok bertugas sebagai cluster-head (CH). LEACH secara acak memilih beberapa jumlah yang telah ditetapkan sebagai head cluster node berdasarkan energy yang tersisa. CH kemudian mengiklankan dirinya sendiri dan node lain bergabung dengan salah satu dari cluster head berdasarkan sinyal yang paling kuat yang dapat temukan (yaitu CH yang terdekat), dengan cara ini cluster terbentuk. CH kemudian membuat jadwal untuk node-node yang menjadi anggotanya. Komunikasi antara cluster yang berbeda dilakukan melalui CH dengan cara. CH mengumpulkan data dari cluster tersebut dan menentukan selang waktu sebelum mengirimkannya base station (BS). Setelah selang waktu ditentukan, langkah pembentukan cluster diulang sehingga node yang berbeda diberikan kesempatan untuk menjadi CH. dan konsumsi energi sehingga merata.



**Gambar 2** Routing protocol pada cluster based

Proses pertama yang akan dilakukan adalah membangkitkan sejumlah sensor dengan posisi yang random atau acak, dalam hal ini jumlah node dibatasi oleh pemrogram yaitu maksimal 50 node kemudian setelah node-node telah tersebar maka selanjutnya menentukan beberapa cluster head untuk selanjutnya digunakan untuk membuat cluster, jumlah cluster head untuk saat ini ditentukan oleh pemrogram sebanyak 8 cluster head, jika cluster sudah terbentuk maka dibuat rute untuk menuju sink.



**Gambar 3.** Flowchart

pada proses awal adalah untuk menentukan jumlah node yang akan digunakan pada simulasi ini dalam hal ini jumlah node telah dibatasi oleh pemrogram maksimal sebanyak 50 node yang akan digunakan untuk proses selanjutnya.

Langkah selanjutnya adalah mendapatkan posisi node-node yang telah disebar tersebut, meskipun pada simulasi ini node disebar secara random posisi node

perlu diketahui untuk memudahkan dalam proses-proses selanjutnya.

Kemudian proses selanjutnya adalah menentukan cluster head, dalam hal ini penentuan cluster head dilakukan dengan cara mengambil dari beberapa node untuk dijadikan sebagai cluster head, ini merupakan proses penentuan cluster head dengan menggunakan metode LEACH, yaitu pengambilan cluster head secara random dari beberapa sensor dengan mengacu pada energy yang tersisa.

kemudian setelah didapatkan cluster head, CH akan mengukur jarak dengan semua node, maka node – node yang terdekat akan bergabung menjadi member dari cluster head tersebut, maka dengan cara ini cluster akan terbentuk.

Kemudian adalah menentukan posisi untuk sink node, yaitu membangkitkan sink dengan posisi yang random, meskipun dalam simulasi ini sink node diletakkan secara acak tapi posisinya tetap harus diketahui dengan cara menyimpannya pada suatu variabel untuk digunakan pada proses routingnya.

Selanjutnya adalah proses pembentukan jalur antara node dengan cluster head masing-masing, pada proses ini setiap node akan membentuk jalur kearah cluster head masing – masing pada setiap cluster.

Setelah itu barulah cluster head membentuk jalur menuju sink dengan melalui cluster head terdekatnya.

Kemudian setelah proses demi proses telah dilakukan langkah selanjutnya adalah pembuatan simulasi, simulasi dibuat dengan menggunakan java NetBeans IDE 6.8, proses pembuatan simulasi ini tidak akan dibahas terlalu banyak dalam bab ini melainkan pada bab selanjutnya.

Setelah itu adalah proses penentuan parameter untuk dianalisa misalnya jumlah cluster head atau node terhadap lama waktu pengiriman, atau mungkin jarak sink dari sumber data dan sebagainya.

kemudian jika data telah diperoleh akan dibentuk suatu grafik yang menunjukkan hubungan antara parameter tersebut.

Untuk mendapatkan data yang lebih baik perlu dilakukan beberapa kali simulasi, sehingga jika pengguna ingin mengulang maka dapat dilakukan simulasi dimulai dari awal lagi.

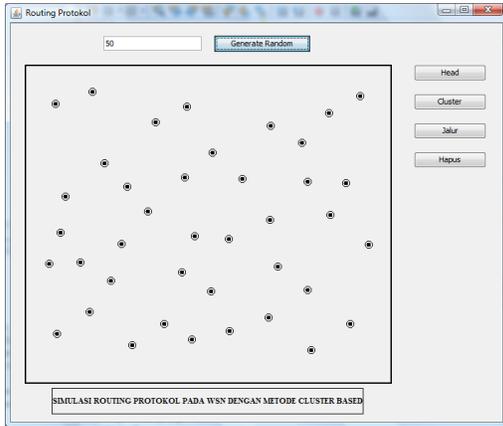
#### 4. HASIL DAN ANALISA

Pada langkah awal adalah membuat program untuk menginputkan jumlah node yang akan digunakan dan juga menyimpan posisi node yang muncul maka akan diketahui letak node tersebut.

Kemudian proses selanjutnya adalah menentukan cluster head, dalam hal ini cluster head tidak diambil dari node yang telah dibangkitkan pada proses awal, melainkan membangkitkan node baru untuk dijadikan sebagai cluster head, tapi untuk cluster head bentuk dan warna node dibedakan dalam tampilannya. Kemudian jika cluster head sudah ada maka akan dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu pembentukan cluster tapi jika belum ada cluster head maka akan dilakukan proses yang sama yaitu untuk menentukan cluster head.

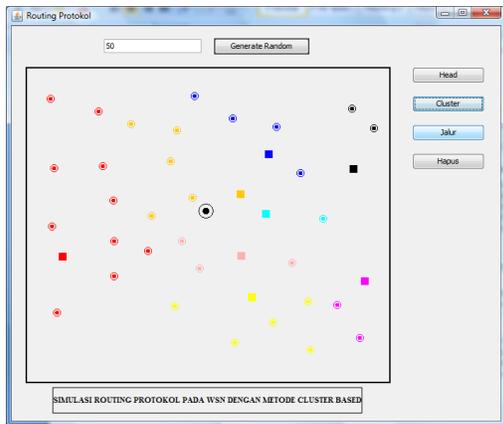
Pada proses pembentukan cluster ini dilakukan dengan cara menghitung jarak antara semua node dan

masing-masing cluster head kemudian setelah itu akan dibandingkan untuk mendapatkan jarak yang terdekat jika node-node terdekat sudah diketahui maka node akan dijadikan sebagai anggota cluster tersebut. Setelah pembentukan cluster adalah proses melakukan routing dari node untuk sampai ke sink, untuk program pembentukan routing seperti yang telah dibahas pada teori pada bab sebelumnya, node akan langsung berkomunikasi ke cluster head masing-masing yang ditunjukkan oleh garis pada tampilannya, kemudian dari cluster head akan berkomunikasi dengan cluster head yang terdekat untuk mengirim informasi ke sink.



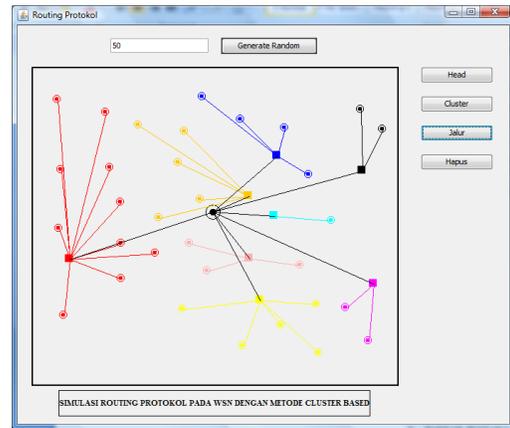
**Gambar 4** Perandoman posisi node

Pada Gambar 4 merupakan tampilan posisi node yang letaknya random, pada simulasi ini diasumsikan area yang digunakan adalah 450x500 m<sup>2</sup>, Kemudian posisi node akan disimpan untuk digunakan dalam pembentukan cluster yang dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5** Pembentukan cluster

Pada gambar 6 merupakan tampilan dari semua jalur routing yang mungkin dilalui node untuk mengirimkan data menuju sink, warna masing-masing node merupakan cluster dengan head clusternya, data yang diberikan cluster head akan dikirim langsung ke sink.



**Gambar 6** Tampilan semua jalur routing

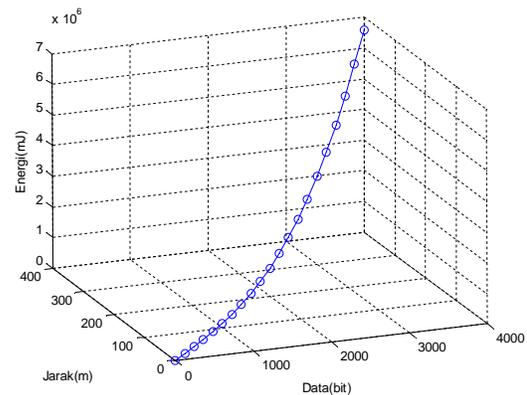
Pada simulasi ini ada beberapa parameter yang digunakan untuk percobaan antara lain, N = 50 node, area simulasi = 450x500 m<sup>2</sup>, E<sub>i</sub> = 1 - 2 Joule, E<sub>fs</sub> = 10 pj, E<sub>mp</sub> = 0,0013 pj, d<sub>0</sub> = 87,7 m, data = 0-500 byte, dimana E<sub>i</sub> merupakan energy awal yang diberikan pada masing-masing node yaitu antara 1-2 joule dan d<sub>0</sub> merupakan threshold. Sehingga jumlah penggunaan energy yang digunakan pada node dengan l-bit data dan jarak d dapat dihitung dengan persamaan (1) dan (2) berikut:

$$E_{TX}(l, d) = \begin{cases} l E_{elec} + l \epsilon_{fs} d^2, & d < d_0 \\ l E_{elec} + l \epsilon_{mp} d^4, & d \geq d_0 \end{cases} \quad (1)$$

untuk receiver adalah :

$$E_{RX}(l) = l \cdot E_{elec} \quad (2)$$

Dimana E<sub>TX</sub> adalah energy yang dibutuhkan untuk mengirim data dan E<sub>RX</sub> adalah energy yang dibutuhkan untuk menerima data, diasumsikan node saat mengirim dan menerima membutuhkan konsumsi energy yang sama E<sub>elec</sub>.

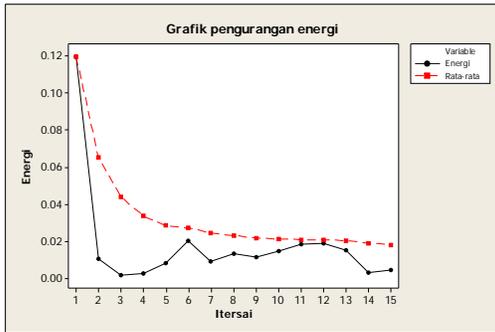


**Gambar 7** Grafik hubungan antara jarak, data dan energy.

Gambar 7 dan menunjukkan bahwa hubungan antara energy yang dibutuhkan oleh node untuk mengirimkan data adalah berbanding lurus, semakin

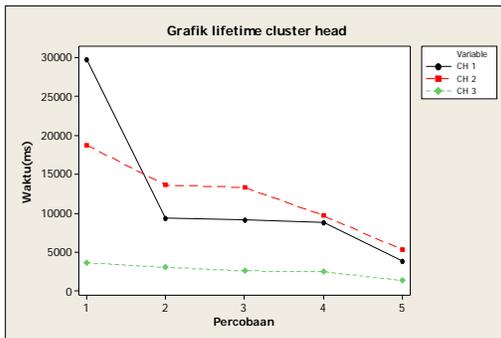
besar bit data yang dikirimkan maka semakin banyak energy yang dibutuhkan dan begitu juga dengan jarak.

Pada simulasi dilakukan pengiriman data sebesar 200bit – 500bit, dengan letak sumber dan sink yang tetap sehingga yang berubah adalah clusternya dan jarak pengirimannya, dari beberapa kali percobaan didapatkan bahwa untuk satu kali pengiriman data dibutuhkan energy rata – rata 1  $\mu$ J, tapi ini hanya melakukan satu kali pengiriman pada satu node.



**Gambar 8** Grafik pengurangan energi

Pada gambar 8 adalah merupakan gambar grafik pengurangan energi yang digunakan untuk melakukan pengiriman data hingga ke sink. Pada metode cluster base ini, ketika suatu node mendapatkan data dan ingin mengirimkannya ke sink, maka data ini terlebih dahulu harus dikirimkan ke cluster headnya, kemudian setelah itu cluster head yang akan mengirimkan data tersebut ke sink. Dalam proses – proses tersebut node dan juga cluster head akan mengalami pengurangan energi, energi yang digunakan dipengaruhi oleh jarak pengiriman dan juga jumlah data yang dikirim. Pada percobaan jumlah data yang dikirim adalah sebanyak 500 bit data dan jarak yang ditempuh berbeda – beda tiap percobaan. Nilai energi total yang dibutuhkan dapat dilihat pada gambar 8 untuk setiap kali percobaan, energi yang dibutuhkan tidak tetap karena jarak yang ditempuh selalu berubah.



**Gambar 9** Grafik lifetime cluster head

Pada percobaan digunakan tiga sumber yang berbeda posisi yang akan mengirimkan data sebanyak 500 bit secara terus menerus hingga energi cluster headnya habis. Setelah melakukan beberapa kali percobaan didapatkan grafik seperti gambar 4.11 dimana setiap cluster head membutuhkan waktu yang berbeda tergantung energi awal yang dimiliki oleh

cluster head tersebut dan juga jarak yang ditempuh hingga ke sink.

## 5. KESIMPULAN

Ketika merancang sebuah arsitektur protokol jaringan untuk wireless sensor network, penting untuk mempertimbangkan fungsi aplikasinya, kemudahan penyebaran dan pengurangan energy yang digunakan untuk mendapatkan kerja yang baik dan lifetime yang lama. Dan dari analisa data terhadap simulasi Cluster Based Routing dapat disimpulkan bahwa:

- Dari analisa yang didapat energi yang digunakan pada satu kali perutean data yaitu 0,01mJ sampai 0,02 mJ.
- Life time cluster head tidak hanya bergantung energi tetapi juga setiap jarak pengiriman dan jumlah data.
- Dari percobaan didapatkan bahwa untuk mngirimkan data sebesar 200 – 500 bit dibutuhkan energy rata – rata 1 $\mu$ J untuk 1 node.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Qi Yang, Yuxiang Zhuang, Hui Li, *An Multi-hop Cluster Based Routing Protocol for Wireless Sensor Networks*, *Journal of Convergence Information Technology*, Volume 6, Number 3. March 2011.
- [2]. Md. Golam Rashed, M. Hasnat Kabir, Muhammad Sajjadur Rahim, Syaikh Enayet Ullah, *Cluster Based Hierarchical Routing Protocol For Wireless Sensor Network*, *International Journal of Computer and Network Security (IJCNS) Edition Volume 2 No*, May 2010.
- [3]. Kristoffer Clyde Magsino, H. Srikanth Kamath, *Simulations of Routing Protocols of Wireless Sensor Network*, *World academy of science, Engineering and technology* 50, 2009.
- [4]. Carlos Lima, Giuseppe Thadeu Freitas de Abreu, *Clusterization for Robust Geographic Routing in Wireless Sensor Network*, in *IEEE Comm. Society subject matter experts for publication in the WCNC*, 2008.
- [5]. Giljae Lee, Jonguk Kong, Minsun Lee, Okhwan Byeon, *A Cluster Based Energy-Efficient Routing Protocol without Location Information for Sensor Networks*, in *proceedings of JIPS pages 49-54*, 2005.
- [6]. Wendi B. Heinzelman, Anantha P. Chandrakasan, and Hari Balakrishnan, *An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless sensor Networks*, in *proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences*, 2000.
- [7] Ossama Younis, Sonia Fahmy, *Distributed Clustering in Ad-hoc Sensor Networks: A Hybrid, Energy - Efficient Approach*, Department of Computer Sciences, Purdue University, University Street, West Lafayette, USA.