

ISSN 2089-1083



SUN MOON UNIVERSITY



Aptikom Wilayah 7
Asosiasi Perguruan Tinggi Informatika & Komputer

PROSIDING Volume 03

SNATIKA 2015

Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Aplikasinya



Malang, 26 November 2015

diorganisasi oleh:

Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat

Sekolah Tinggi Informatika dan Komputer Indonesia

SNATIKA 2015

**Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Aplikasinya
Volume 03, Tahun 2015**

PROGRAM COMMITTEE

Prof. Dr. R. Eko Indrajit, MSc, MBA (Perbanas Jakarta)

Prof. Dr. Zainal A. Hasibuan (Universitas Indonesia)

Prof. Dr. Ir. Kuswara Setiawan, MT (UPH Surabaya)

STEERING COMMITTEE

Koko Wahyu Prasetyo, S.Kom, M.T.I

Subari, M.Kom

Daniel Rudiaman S., S.T, M.Kom

Jozua F. Palandj, M.Kom

Dedy Ari P., S.Kom

ORGANIZING COMMITTEE

Diah Arifah P., S.Kom, M.T

Laila Isyriyah, M.Kom

Mahendra Wibawa, S.Sn, M.Pd

Elly Sulistyorini, SE.

Siska Diatinari A., S.Kom

M. Zamroni, S.Kom

Ahmad Rianto, S.Kom

Septa Noviana Y., S.Kom

Roosye Tri H., A.Md.

Ery Christianto, Willy Santoso

U'un Setiawati, Isa Suarti

SEKRETARIAT

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat

Sekolah Tinggi Informatika & Komputer Indonesia (STIKI) – Malang

SNATIKA 2015

Jl. Raya Tidar 100 Malang 65146, Tel. +62-341 560823, Fax. +62-341 562525

Website : snatika.stiki.ac.id

Email : snatika@stiki.ac.id

DAFTAR ISI

		Halaman	
Halaman Judul		ii	
Kata Pengantar		iii	
Sambutan Ketua STIKI		iv	
Daftar Isi		v	
1	<i>Danang Arbian Sulisty, Gunawan</i>	Penyelesaian Fill-In Puzzle Dengan Algoritma Genetika	1 - 6
2	<i>Koko Wahyu Prasetyo, Setiabudi Sakaria</i>	Structural And Behavioral Models Of RFID-Based Students Attendance System Using Model-View-Controller Pattern	7 - 11
3	<i>Titania Dwi Andini, Edwin Pramana</i>	Penentuan Faktor Kredibilitas Toko Online Melalui Pendekatan Peran Estetika Secara Empiris	12 - 21
4	<i>Soetam Rizky Wicaksono</i>	Implementing Collaborative Document Management System In Higher Education Environment	22 - 25
5	<i>Johan Ericka W.P</i>	Evaluasi Performa Protokol Routing Topology Based Untuk Pengiriman Data Antar Node Pada Lingkungan Vanet	26 - 29
6	<i>Sugeng Widodo, Gunawan</i>	Template Matching Pada Citra E-KTP Indonesia	30 – 35
7	<i>Adi Pandu Wirawan, Maxima Ari Saktiono, Aab Abdul Wahab</i>	Penghematan Konsumsi Daya Node Sensor Nirkabel Untuk Aplikasi Structural Health Monitoring Jembatan	36 – 40
8	<i>Fitri Marisa</i>	Model Dan Implementasi Teknik Query Realtime Database Untuk Mengolah Data Finansial Pada Aplikasi Server Pulsa Reload Berbasis .Net	41 - 47
9	<i>Septriandi Wira Yoga, Dedy Wahyu</i>	Efisiensi Energi Pada Heterogeneous Wireless Sensor Network Berbasis Clustering	48 - 53

*Herdiyanto,
Arip Andrika*

- | | | | |
|----|--|---|-----------|
| 10 | <i>Andri Dwi
Setyabudi Wibowo</i> | Kinematik Terbalik Robot Hexapod 3dof | 54 - 61 |
| 11 | <i>Julie Chyntia Rante,
Khodijah Amiroh,
Anindita Kemala H</i> | Performansi Protokol Pegasis Dalam Penggunaan Efisiensi Energi Pada Jaringan Sensor Nirkabe | 62 - 65 |
| 12 | <i>Megawaty</i> | Analisis Perangkat Ajar Relational Database Model Berbasis Multimedia Interaktif | 66 - 69 |
| 13 | <i>Puji Subekti</i> | Perbandingan Perhitungan Matematis Dan SPSS Analisis Regresi Linear Studi Kasus (Pengaruh IQ Mahasiswa Terhadap IPK) | 70 - 75 |
| 14 | <i>Inovency Permata
Wibowo,
Hendry Setiawan,
Paulus Lucky Tirma
Irawan</i> | Desain Prototype Aplikasi Penyembuhan Stroke Melalui Gerak Menggunakan Kinect | 76 - 82 |
| 15 | <i>Diah Arifah P.,
Laila Isyriyah</i> | Sistem Pendukung Keputusan Evaluasi Kinerja Untuk Penentuan Pegawai Terbaik Menggunakan Fuzzy Simple Additive Weighted (FSAW) | 83 - 88 |
| 16 | <i>Riki Renaldo,
Nungsiyati,
Muhamad
Muslihudin,
Wulandari,
Deni Oktariyan</i> | Fuzzy SAW (Fuzzy Simple Additive Weighting) Sebagai Sistem Pendukung Keputusan Dalam Memilih Perguruan Tinggi Di Kopertis Wilayah II (Study Kasus: Provinsi Lampung) | 89 - 98 |
| 17 | <i>Nurul Adha Oktarini
Saputri,
Ida Marlina</i> | Analisis Kualitas Layanan Website Perguruan Tinggi Abdi Nusa Palembang Dengan Metode Servqual | 99 - 104 |
| 18 | <i>Nur Nafi'yah</i> | Clustering Keahlian Mahasiswa Dengan SOM (Studi Khusus: Teknik Informatika Unisla) | 105 - 110 |
| 19 | <i>Philip Faster Eka
Adipraja,
Sri A.K. Dewi,</i> | Analisis Efektifitas Dan Keamanan Ecommerce Di Indonesia Dalam Menghadapi MEA | 111 - 117 |

Lia Farokhah

20	<i>Novri Hadinata, Devi Udariansyah</i>	Implementasi Metode Web Engineering Dalam Perancangan Sistem Informasi Penerimaan Mahasiswa Baru Dan Tes Online	118 – 125
21	<i>Nurul Huda, Nita Rosa Damayanti</i>	Perencanaan Strategis Sistem Informasi Pada Perguruan Tinggi Swasta Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Masyarakat Abdi Nusa Palembang	126 - 131
22	<i>Sri Mulyana, Retantyo Wardoyo, Aina Musdholifah</i>	Sistem Pakar Medis Berbasis Aturan Rekomendasi Penanganan Penyakit Tropis	132 - 137
23	<i>Setyorini</i>	Sistem Informasi Manajemen Pendidikan Melalui Media Pembelajaran Aplikasi Mobile E-Try Out Berbasis Android	138 - 142
24	<i>Anang Andrianto</i>	Pengembangan Portal Budaya Using Sebagai Upaya Melestarikan Dan Mengenalkan Kebudayaan Kepada Generasi Muda	143 - 149
25	<i>Dinny Komalasari</i>	Perencanaan Strategis Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi Pada Sekretariat Dewan Perwakilan Rakyat Daerah Kota Prabumulih	150 - 158
26	<i>Vivi Sahfitri, Muhammad Nasir, Kurniawan</i>	Sistem Penunjang Keputusan Penentuan Penerimaan Beras Miskin	159 - 164
27	<i>Evy Poerbaningtyas, L N Andoyo</i>	Sistem Geoserver Pertanian Dengan Postgis Guna Mempermudah Pengolahan Data Penyuluhan Petani Di Kabupaten Malang	165 - 169
28	<i>Kukuh Nugroho, Wini Oktaviani, Eka Wahyudi</i>	Pengukuran Unjuk Kerja Jaringan Pada Penggunaan Kabel UTP Dan STP	170 - 174
29	<i>Megawaty</i>	Perancangan Sistem Informasi Stasiun Palembang TV Berbasis Web	175 - 177
30	<i>Emiliana Meolbatak,</i>	Penerapan Model Multimedia Sebagai Media Pembelajaran Alternatif Untuk	178 - 184

	<i>Yulianti Paula Bria</i>	Meningkatkan Self Motivated Learning Dan Self Regulated Learning	
31	<i>Merry Agustina, A. Mutatkin Bakti</i>	Penentuan Distribusi Air Bersih Di Kabupaten X Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW)	185 - 188
32	<i>Nuansa Dipa Bismoko, Wahyu Waskito, Nancy Ardelina</i>	Sistem Komunikasi Multihop Sep Dengan Dynamic Cluster Head Pada Jaringan Sensor Nirkabel	189 - 193
33	<i>Widodo, Wiwik Utami, Nukhan Wicaksono Pribadi</i>	Pencegahan Residivisme Pelaku Cybercrime Melalui Model Pembinaan Berbasis Kompetensi Di Lembaga Pemasarakatan	194 - 201
34	<i>Subari, Ferdinandus</i>	Sistem Information Retrieval Layanan Kesehatan Untuk Berobat Dengan Metode Vector Space Model (VSM) Berbasis Webgis	202 - 212

EFISIENSI ENERGI PADA HETEROGENEOUS WIRELESS SENSOR NETWORK BERBASIS CLUSTERING

Septriandi Wira Yoga , Dedy Wahyu Herdiyanto , dan Arip Andrika

^{1 2 3}Institut Teknologi Sepuluh Nopember
sepampere@gmail.com, dedy.9109@gmail.com,
arip14@mhs.ee.its.ac.id

ABSTRAK

Dalam dunia telekomunikasi telah berkembang banyak teknologi baru untuk membantu aktifitas manusia dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya adalah wireless sensor network, yang dari namanya dapat diartikan sebagai sensor berbasis jaringan wireless. Untuk menyokong sistem ini telah banyak dikembangkan algoritma seperti LEACH salah satunya. LEACH merupakan metode routing protocol berbasis clustering pada wireless sensor network. Keuntungan dari LEACH salah satunya adalah mampu menyeimbangkan energi setiap node memanfaatkan sistem clusterhead. Pada dasarnya LEACH diterapkan pada banyak node yang dimana setiap node memiliki karakteristik Homogenus. Pada penelitian ini mencoba mengenalkan metode clustering berbasis LEACH dimana setiap nodenya bersifat Heterogenus. Penelitian ini hanya menggunakan simulasi tetapi bisa digunakan sebagai pendekatan untuk penelitian lebih lanjut. Diharapkan paper ini dapat membantu mengembangkan dan memperkenalkan sistem Wireless sensor network pada ruang lingkup teknik telekomunikasi.

Kata kunci : WSN, efisiensi energi, clustering, LEACH, Heterogeneous WSN.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini dalam komunikasi nirkabel, elektronika, MEMSs (micro electro micro mechanical system), dan sensor mikro telah menerapkan pengembangan dari low-cost, low-power, sensor node kecil multifungsi untuk berkomunikasi tanpa tertambat pada jarak pendek. Sensor node kecil ini, yang melingkupi sensing, data processing, dan komunikasi komponen, mengangkat ide mengenai wireless sensor network [1], [2]. Suatu wireless sensor network memiliki ratusan atau ribuan dari node sensor ini untuk monitoring parameter tertentu. Sensor ini memiliki kemampuan untuk berkomunikasi dengan sesama node atau langsung base station eksternal. Masing – masing node sensor ini meliputi sensing, processing, transmisi, mobilisasi, sistem pencarian posisi, dan power unit.

Meskipun aplikasi dari WSN sudah tk terhitung, jaringan ini memiliki beberapa batasan, seperti keterbatasan energi, kemampuan komputasi, dan badwidth dari jaringan nirkabel yang menghubungkan antar node. Tujuan dasar dari WSN sendiri adalah untuk memperoleh informasi data mentah yang didapatkan oleh tiap node dengan memperpanjang life time dari WSN sebanyak mungkin dan mencegah menurunnya

konektivitas dengan menerapkan teknik manajemen energi yang agresif. Desain dari routing protocol pada WSN dipengaruhi oleh daya dari node yang terbatas yang menentukan desain dari protokol komunikasi yang hemat energi atau tanpa keamanan.

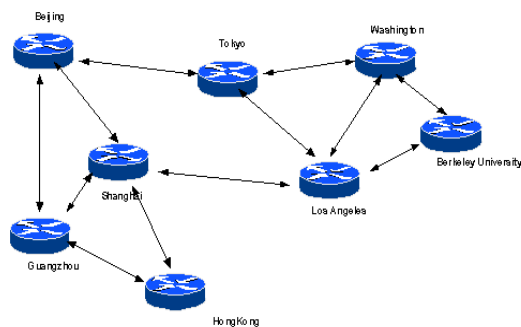
Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk mendapat protokol yang sesuai untuk komunikasi dan keamanan dalam jaringan berbasis wireless network life infrstructure, jaringan ad-hoc, jaringan mobile, dan sebagainya. Namun protokol tersebut tidak dapat digunakan secara langsung yang disebabkan keterbatasan dari sensor node untuk resource seperti keterbatasan baterai, kemampuan komunikasi, dan kecepatan komputasi. Selama beberapa tahun ini berbagai penelitian telah dilakukan dari berbagai aspek yang berbeda seperti routing protocol, low power protocol, penempatan jaringan yang tepat, permasalahan jangkauan sensor, dan sistem keamanan untuk jaringan. Dari banyaknya topik penelitian dalam WSN tetap saja menyisakan ruang untuk peningkatan dan improvisasi dengan mengacu pada penelitian sebelumnya.

Pada makalah ini akan dipresentasikan suatu metode untuk melakukan efisiensi energi pada suatu jaringan sensor nirkabel dengan menerapkan clustering pada sensor node dengan metode LEACH. Diharapkan dengan hasil studi

ini dapat nantinya dapat diimplementasikan pada keadaan nyata dan membantu perkembangan tentang penghematan energi dan meningkatkan lifetime dari suatu WSN. Dengan tercapainya prinsip low-energy, secara tidak langsung juga low-cost karena akan mengurangi biaya maintenance yang dibutuhkan.

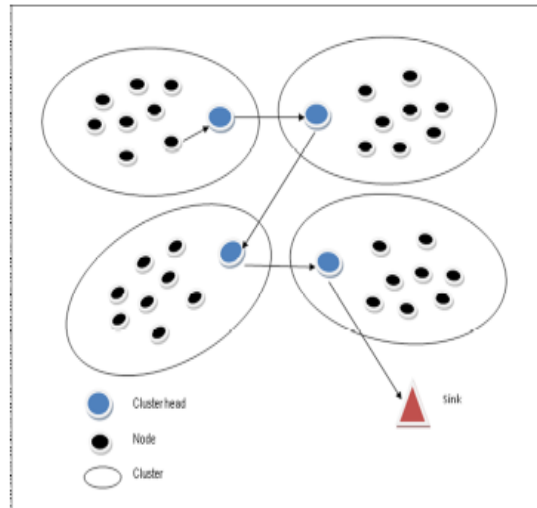
2. DASAR TEORI

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 routingnya seperti Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Contoh routing protocol

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.



Gambar 2. Routing protocol pada cluster based

Dalam WSN, ada tiga kategori untuk mengklasifikasi jaringan berdasarkan cluster cara pengambilan data, yaitu homogeneous, heterogeneous, dan hybrid [3]. Pada homogeneous WSN, seluruh node dan base station identik dalam hal kemampuan hardware. Dalam metode ini static clustering memilih cluster head hanya sekali selama lifetime jaringan, yang dapat menyebabkan overload. Sementara itu pada heterogeneous WSN, terdapat dua atau lebih jenis sensor node berdasarkan kemampuan hardware. Sensor node dengan kemampuan hardware terbaik akan dipilih sebagai cluster head. Sedangkan pada metode hybrid, beberapa mobile base station bekerja secara kooperatif untuk membantu pengumpulan data secara cepat dalam real time.

LEACH adalah protokol adaptive clustering routing yang diusulkan oleh Wendi B. Heinzelman, dkk. Proses pelaksanaan LEACH mencakup banyak putaran. Setiap putaran terdiri dari setup fase dan fase transmisi data stabil. Di setup fase, cluster head node secara acak dipilih dari semua node sensor dan beberapa cluster yang dibangun secara dinamis. Pada fase transmisi data stabil, node anggota di setiap Cluster mengirim data ke cluster head mereka sendiri, cluster head mengkompres data yang diterima dari node anggota dan mengirimkan data hasil kompresi ke sink node. protokol LEACH secara berkala memilih head cluster node dan kembali menetapkan cluster menurut waktu putaran, yang menjamin energi disipasi setiap node dalam jaringan relatif merata.

Cluster head memilih algoritma LEACH seperti yang ditunjukkan pada[4]. Semua sensor nodes membangkitkan angka secara random antara 0 ~ 1, dan jika kurang dari nilai threshold $T(n)$, sensor nodes akan membroadcast sebuah pesan pemberitahuan untuk peringatan kepada

yang lainnya bahwa itu adalah cluster head. Pada tiap-tiap putaran, jika sebuah node telah dipilih sebagai cluster head, itu berarti nilai $T(n)$ di tetapkan bernilai nol, jadi node tersebut tidak akan dipilih sebagai cluster head lagi. $T(n)$ dapat ditunjukkan sebagai..

$$T(n) = \begin{cases} \frac{P}{1 - P \times [r \bmod (1/P)]}, & n \in G \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

Dimana P adalah persentase dari jumlah cluster dalam network (biasanya P bernilai 0.005 [5][6][7]), r adalah jumlah elektron dalam suatu putaran, $r \bmod (1/P)$ adalah jumlah nodes yang telah dipilih sebagai cluster head dalam suatu putaran r , dan G adalah set nodes yang belum dipilih sebagai cluster head dalam round r .

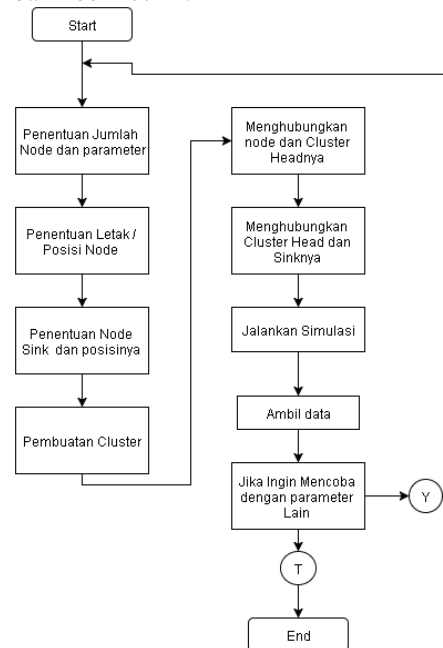
Setelah cluster head dipilih, cluster head membroadcast pesan identitas kepada non-cluster head nodes. Non-cluster head nodes mengirimkan sebuah pesan join-REQ kepada cluster head terdekat untuk bergabung dalam sebuah kesatuan cluster. Setelah cluster head menerima semua pesan informasi joint-REQ, itu akan menimbulkan skema TDMA, dan memberitahukan kepada semua member nodes dalam cluster. Setelah member node menerima skema tersebut, kemudian diteruskan dengan mengirimkan data dalam time slot-nya, dan sisanya akan didiamkan pada slot yang lainnya. Setelah frame slots, dari data transmisi diperoleh, cluster head menjalankan data hasil kompresi untuk diproses dan hasilnya dikirim langsung ke sink node[6].

LEACH protocol memungkinkan fase transmisi data terakhir untuk periode waktu yang tetap [6], kemudian memasukkannya kedalam putaran baru dari cluster head yang terpilih. Durasi waktu dari putaran tersebut jelas memiliki pengaruh pada kinerja sistem dari protokol LEACH. Dengan kata lain, untuk mengurangi overhead fase set-up, kami harap untuk meningkatkan durasi waktu dari putaran, yang juga berarti peningkatan waktu untuk transmisi data. Bagaimanapun, memperpanjang waktu putaran juga berarti meningkatkan konsumsi energi dari cluster head, yang akan menyebabkan beberapa node mati lebih awal dan pada gilirannya memperpendek lifetime jaringan sensor nirkabel. Jadi sehubungan dengan konfigurasi panjang waktu putaran, ada trade off antara lifetime dengan throughput.

3.METODE

Studi ini dilakukan dengan melakukan simulasi dengan bantuan MATLAB. Langkah –

langkah yang dilakukan akan ditunjukkan pada gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Diagram Fungsional Sistem Autentifikasi pada MRT.

Hal pertama yang dilakukan dalam penelitian menentukan parameter dan jumlah node yang akan digunakan diantaranya akan ditunjukkan pada Tabel 1.

TABEL 1. Tabel Parameter

Parameters	Satuan
Area Simulasi	75 m x 75 m
Jumlah Node (n)	50
Energi setiap Node (Eo)	0,5 Joule
Eamp	50x10 ⁻¹² per bit (Joule)
Efs	10x10 ⁻¹² Joule
Emp	0,0013x10 ⁻¹² Joule
Besar Paket Data (DM)	4000 byte

Paramater lain yang tidak dimasukan adalah jumlah round yang maksimal yang digunakan agar dapat dilakukan perbandingan ketika menggunakan jumlah round yang berbeda apakah dapat berpengaruh pada pemanfaatan jumlah energy yang disediakan. Program simulasi yang digunakan disini adalah Matlab.

Setelah penentuan parameters selesai kita masukan parameter yang telah dilakukan kedalam program LEACH untuk Heterogonous Wireless Sensor Network untuk melakukan pengamatan mulai dari data gambaran letak dari sensor node,dimana lokasi tadi ditentukan berdasarkan parameters yang dipasang pada simulasi. Setelah

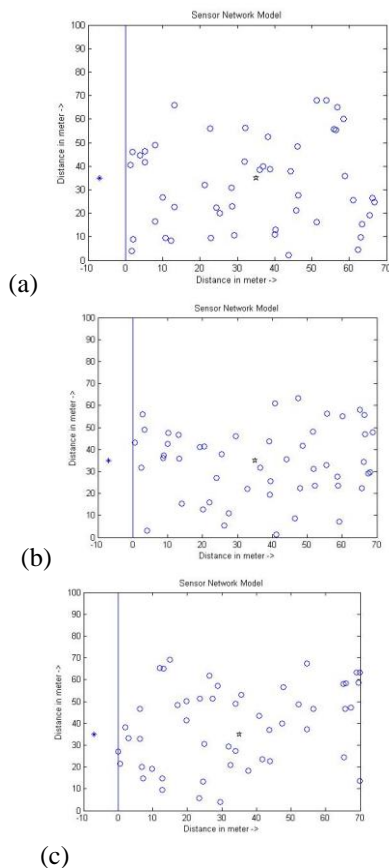
itu dapat dilihat juga pemanfaatan energi yang ada dan juga jumlah cluster head yang aktif pada tiap round untuk menyesuaikan pada jumlah round yang disediakan.

4. HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

Pada bagian ini akan dibahas hasil simulasi tentang efisiensi energi yang bisa didapat menggunakan clustering untuk heterogonus wireless sensor network. Dimulai penyebaran lokasi sensor heterogen, jumlah penggunaan energy dengan maksimum round yang berbeda, penggunaan cluster head, dan node yang tersisa untuk masing-masing round.

A. Penyebaran lokasi sensor

Pertama analisa yang dilakukan adalah tentang penyebaran lokasi untuk maksimum round yang berbeda. Penyebaran dilakukan berdasarkan parameter yang ditentukan sehingga bisa mendapat lokasi yang maksimal pada simulasi. Berikut gambar yang ditunjukkan untuk round yang berbeda :



Gambar 3. Lokasi 50 node untuk HWSN yang efisien dengan maksimum round

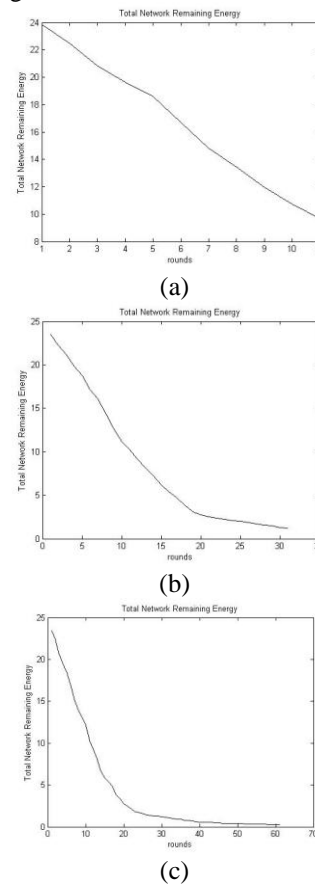
(a) 10 round ,(b) 30 round ,(c) 60 round.

Pada gambar terlihat lokasi untuk node-node dengan jumlah maksimum round yang berbeda untuk energi yang efisien. Tanda bintang

ditengah node-node itu diasumsikan sebagai receiver dari transceiver node-node yang ada disekitarnya. Yaitu di di 37,5 meter panjang dan 37,5 meter lebar. Jadi yang bisa kita ambil dari bagian ini untuk maksimum round yang berbeda maka sensor heterogen yang akan kita letakkan juga berbeda.

B. Total Energy Remaining

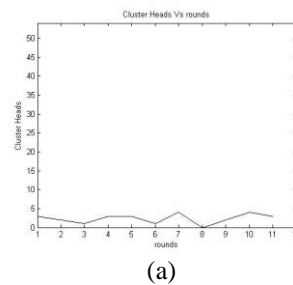
Pada bagian ini akan dianalisa tentang konsumsi energi yang digunakan pada jumlah maksimum round yang berbeda sehingga bisa diketahui seberapa efisien energi yang bisa didapatkan. Berikut gambar untuk analisis untuk penggunaan energy untuk jumlah maksimum round yang berbeda :

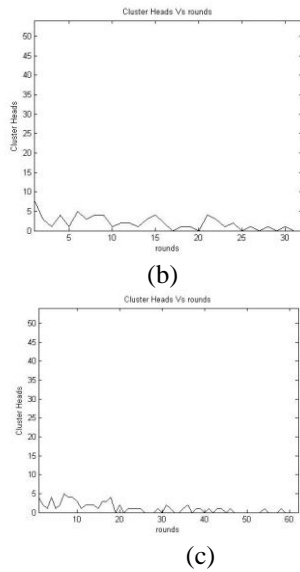


Gambar 5. Grafik penggunaan energi dengan maksimum round

(a) 10 round ,(b) 30 round ,(c) 60 round.

C. Cluster Head

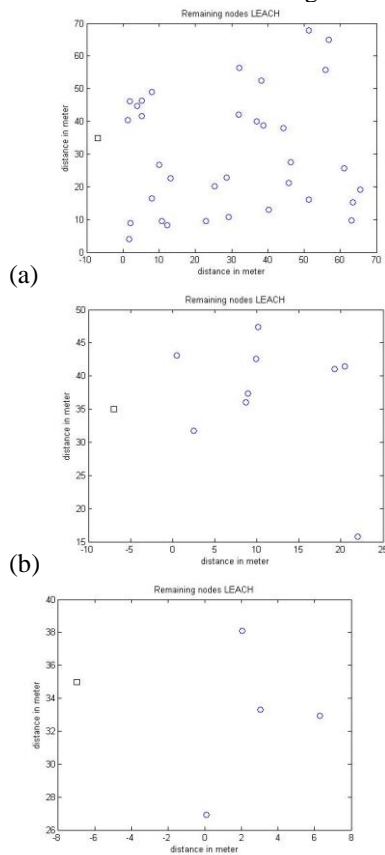




Gambar 6. Jumlah Cluster Head dengan maksimum round (a) 10 round ,(b) 30 round ,(c) 60 round.

Jumlah cluster head untuk tiap-tiap maksimum round yang berbeda adalah 5. Ini menunjukkan bahwa berdasar parameter yang telah ditentukan pada Tabel 1 memiliki rata-rata penggunaan jumlah maksimum cluster head dengan maksimum round yang berbeda adalah 5.

D. LEACH Node Remaining



(c) (b) (c) Gambar 7. LEACH node yang tersisa dengan maksimum round

(a) 10 round ,(b) 30 round ,(c) 60 round.

Pembahasan bagian ini berhubungan dengan total energy remaining , dimana bisa kita lihat pada maksimum round 10 masih banyak node yang tersisa setelah sistem berjalan. Dan semakin banyak round yang digunakan maka jumlah node yang tersisa juga semakin berkurang. Hal ini dapat dilihat pada maksimum round 60 jumlah node yang tersisa berjumlah 5 node saja.

5.KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada bagian sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang mampu melakukan efisiensi energi mencapai jumlah maksimum round 60. Dimana hal ini untuk wireless sensor network yang bersifat heterogen tergolong baik. Hal ini dapat dilihat dari penggunaan jumlah energy yang habis pada jumlah maksimum round 60 dengan masih menyisakan node berjumlah 5. Dapat dilihat juga untuk penyebaran node juga berbeda untuk jumlah maksimum round yang berbeda. Dan sistem ini memiliki rata-rata cluster head berjumlah 5.

Saran kedepanya sistem ini masih bisa dikembangkan lagi untuk kedepanya untuk energi yang lebih efisien dengan penambahan algoritma pada sistem atau dengan mencoba dengan parameter lain sehingga mendapatkan hasil yang lebih baik lagi..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I.F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, dan E. Cayirci, "A Survey on Sensor Network", IEEE Communication Magazine 40, 8 (August 2004), pp. 102-114.
- [2] G. Martin, "An Avaluation of Ad-hoc Routing Protocols for Wireless Sensor Networks", Master's thesis, School of Computing Science, Newcastle University upon Tyne, U.K., May 2004.
- [3] S. K. Singh, M. P. Singh, dan D. K. Singh, "Energy Efficient Homogeneous Clustering Algorithm for Wireless Sensor Networks", International Journal of Wireless & Mobile Networks (IJWMN), Vol.2, No.3, August 2010.
- [4] W.R. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, "Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks," Proceedings of the

- 33rd Hawaii International Conference on System Sciences, 2000, 1-10.
- [5] J. Hu, Y. Jin, dan L. Dou, " *A Time-based Cluster-Head Selection Algorithm for LEACH*", IEEE Symposium on Computers and Communications, 2008,1172-1176.
- [6] W.R. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, "An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks," IEEE Transactions on Wireless Communications, 2002, 1(4): 662-666.
- [7] H. Yang and B. Sikdar, "Optimal Cluster Head Selection in the LEACH Architecture", IEEE International Conference on Performance, Computing, and Communications, 2007, 93-100.