

# ANALISA KINERJA DAN SIMULASI CLUSTERING PENYEBARAN NODE PADA WIRELESS SENSOR NETWORK MENGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS

Andika Rachmad Sari, Nur Rosyid Muhtada'i, Tri Budi Santoso  
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya,  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia  
e-mail: ars\_telkom@yahoo.com

## Abstrak

Wireless Sensor Network merupakan suatu jaringan wireless yang terdiri dari beberapa sensor node yang saling berkomunikasi dan bekerja sama untuk pengumpulan data-data dari lingkungan di sekitarnya. Salah satu permasalahan pada Wireless Sensor Network (WSN) adalah penentuan kluster sensor node dalam suatu area. Pada paper ini diusulkan suatu metode algoritma K-means untuk proses pengklusteran sensor node -sensor node tersebut. Diawali dengan penempatan sejumlah 100 sensor node secara acak, kemudian 6 sensor node sebagai kluster head inisialisasi. Pemilihan anggota kluster berdasarkan daya jangkauan (coverage) sensor node terhadap kluster head. Proses iterasi dilakukan untuk menghasilkan konvergensi keanggotaan, dimana tidak lagi terjadi perpindahan anggota sensor node dari satu kluster ke kluster yang lain.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa proses konvergensi tercapai pada iterasi ke-14 untuk cluster head 5 dan iterasi ke-11 untuk cluster head 6. Sehingga hasil ini menunjukkan seberapa efektif metode yang diusulkan untuk meningkatkan pengelompokan oleh algoritma K-Means pada proses kluster jaringan sensor network.

Kata kunci: WSN, K-Means, pengklusteran.

## 1. Pendahuluan

Wireless Sensor Network (WSN) atau jaringan sensor nirkabel adalah kumpulan sensor node yang terorganisasi dalam sebuah jaringan. Secara umum adalah sebuah jaringan wireless yang mengandung beberapa perangkat terdistribusi yang otonom dan menggunakan sensor untuk secara bersama memonitor suatu keadaan fisik atau kondisi lingkungan. Wireless Sensor Networks terdiri atas sejumlah besar sensor node yang bebas. Setiap node memiliki kemampuan untuk mengirim, menerima dan merasakan. Akan tetapi, mereka terkendala terhadap kemampuan yang mereka miliki seperti kemampuan mengolah, memori, bandwidth, dan sebagainya.

Perkembangan perangkat-perangkat wireless sensor network pada awalnya dikembangkan untuk kepentingan militer seperti kamera tersembunyi di area peperangan, dsb. Kini wireless sensor network digunakan banyak di dalam kehidupan sipil di berbagai area [1][2].

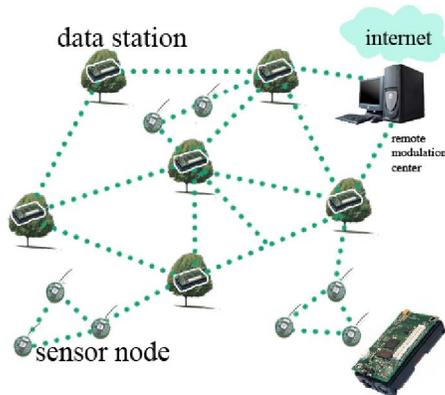
Kohei Arai dan Ali Ridho Barakbah pada papernya membahas proses clustering pada wireless sensor network. Dalam hal ini sensor node secara random di tempat tertentu [3]. Dengan ini akan diketahui hubungan antara centroid dengan sensor node anggotanya, dan pengaruh jarak jangkauan pada centroid terhadap proses pengklusteran. Proses pengujian dilakukan pada suatu luasan tertentu pada cluster head terhadap node-node dengan parameter daya jangkauan.

Velmurugan dan T. Santhanam [4] mengawali proses pengklusteran dengan cara mendefinisikan k centroid, satu untuk setiap cluster. Centroid seharusnya ditempatkan pada sebuah posisi yang tepat karena lokasi yang berbeda mengakibatkan hasil yang berbeda. Jadi, pilihan yang terbaik adalah menempatkannya sebanyak mungkin sensor node jauh di antara satu centroid dengan yang lain. Langkah selanjutnya adalah mengambil setiap point dari sejumlah data yang diberikan dan menghubungkannya ke centroid terdekat. Ketika tidak ada point yang tertunda, langkah pertama sudah selesai dan sebuah group awal sudah selesai terbentuk. Pada point ini, diperlukan penghitungan ulang k centroid baru sebagai pusat dari cluster - cluster yang dihasilkan dari langkah sebelumnya. Setelah k centroid baru tersebut, sebuah ikatan baru harus diselesaikan diantara point-point data yang sama dengan centroid baru yang terdekat. Sebuah loop iterasi telah dibangkitkan. Hasil dari loop ini dapat diketahui bahwa k centroid merubah lokasinya langkah demi langkah sampai tidak ada perubahan lagi yang terbentuk. dengan kata lain, centroid tidak berpindah lagi.

Pada paper ini akan dilakukan proses pengklusteran dengan algoritma K-Means dengan tahap sebagai berikut. Bagian pertama diawali dengan deskripsi fisik suatu WSN beserta penjelasannya. Bagian kedua berisi penjelasan mengenai algoritma yang digunakan. Bagian ketiga berisi tentang perancangan sistem untuk mendapatkan beberapa cluster dengan algoritma k-means hingga data konvergen, dan bagian keempat berisi hasil data dan analisisnya dan bagian kelima berisi kesimpulan dari hasil data pada bab sebelumnya.

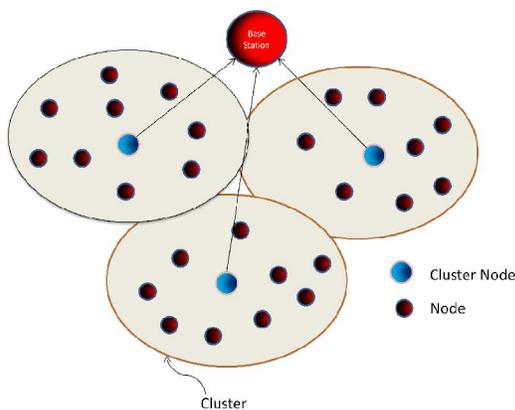
## 2. Gambaran Sistem

Secara umum konfigurasi wireless sensor network bisa dilihat pada Gambar 1. Beberapa karakteristik yang unik dari wireless sensor network antara lain, power yang terbatas yang dapat disimpan atau diolah, kemampuan untuk bertahan pada lingkungan yang ganas, kemampuan untuk mengatasi kesalahan node, mobilitas dari node, topologi jaringan yang dinamis, kesalahan komunikasi, penyebaran dengan skala besar



Gambar 1. Sistem jaringan WSN

Dari karakteristik yang telah disebutkan, maka pemilihan kluster head ditentukan dengan pemilihan daya jangkau sensor yang lebih tinggi dari anggota sensornya. Sebagai contoh disaat ada beberapa sensor node yang belum memiliki keanggotaan, maka akan dipilih klusterhead dari sensor node yang memiliki daya jangkau yang lebih besar dari sensor node yang belum memiliki keanggotaan tadi. Setelahnya akan dihitung kembali sampai semua sensor node masuk dalam radius klusterhead[3].

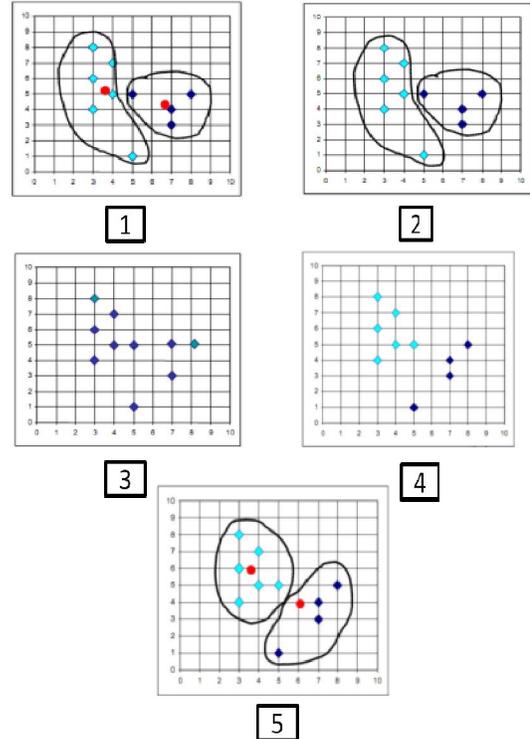


Gambar 2. Desain Cluster

### 2.1 Algoritma K-Means

Clustering adalah kumpulan banyak objek/sensor dimana dari banyak objek yang terletak didalam cluster harus memiliki kemiripan/kedekatan. Ada banyak

pendekatan untuk membuat cluster diantaranya adalah membuat aturan yang mendikte keanggotaan dalam group berdasarkan tingkat kedekatan diantara anggota dan cluster node nya. Pendekatan selanjutnya adalah dengan membuat sekumpulan fungsi yang mengukur beberapa properti/parameter sebagai fungsi dari sebuah proses pengklasteran.



Gambar 3. Proses Algoritma K-Means

Algoritma pengklasteran yang digunakan dalam paper ini adalah K-Means, termasuk dalam partitioning clustering yang disebut juga eksklusif clustering, yang memisahkan data ke k daerah bagian yang terpisah dan setiap data harus termasuk ke cluster tertentu. Dalam algoritma ini akan memungkinkan bagi setiap data yang termasuk cluster tertentu pada suatu tahapan iterasi, pada tahapan berikutnya berpindah ke cluster yang lain. K-Means merupakan algoritma yang sangat terkenal karena kemudahannya dan kemampuannya untuk mengklaster data besar dengan sangat cepat.

Algoritma K-Means pada pengklasteran dapat dilakukan dengan langkah-langkah seperti berikut. Pertama adalah penentuan k sebagai jumlah cluster yang ingin dibentuk, setelah itu kita bangkitkan k centroid (titik pusat cluster) awal secara random. Dari centroid-centroid yang didapat tersebut hitung jarak setiap sensor node ke masing-masing centroid. Sehingga di dapat setiap sensor node memilih centroids yang terdekat (member cluster). Proses iterasi dilanjutkan dengan menentukan posisi centroids baru dengan cara menghitung kembali nilai rata-rata dari data-data yang memilih pada kluster yang sama. Hitung kembali jarak tiap data ke masing-masing centroid

jika posisi centroids baru dengan centroids lama tidak sama.

Contoh tahapan K-means seperti Gambar 3 diatas. Langkah awal pilih node K sembarang sebagai inisial cluster atau pusat central awal, pada gambar K=2, langkah kedua setiap node bertugas mencari centroid yang sama atau berdekatan sebagai hasil pengclasteran. Langkah ketiga update means cluster untuk mendapatkan titik pusat cluster. Langkah keempat melakukan pengklasteran kembali. Langkah kelima melakukan update means cluster, dan kembali ke langkah kedua untuk melakukan pengklasteran kembali hingga tidak ada lagi proses cluster kembali atau hasil cluster yang sama dari sebelumnya.

Dalam menghitung jarak semua sensor terhadap cluster head, kita gunakan rumusan jarak Euclidean. Dalam matematika, Euclidean Distance adalah jarak diantara dua buah obyek atau titik. Euclidean Distance dapat digunakan untuk mengukur kemiripan (matching) sebuah obyek dengan obyek yang lain.

Jarak Euclidean antara titik  $(x_1, y_1)$  dan  $(x_2, y_2)$  bisa dilihat pada persamaan berikut.

$$= \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + \dots + (x_n - x_n)^2 + (y_n - y_n)^2} \quad (1)$$

dimana:

- $x_1$ = koordinat x untuk cluster head
- $x_2$ =koordinat x untuk sensor node
- $y_1$ =koordinat y untuk cluster head
- $y_2$ =koordinat y untuk sensor node

### 3. Perancangan Sistem

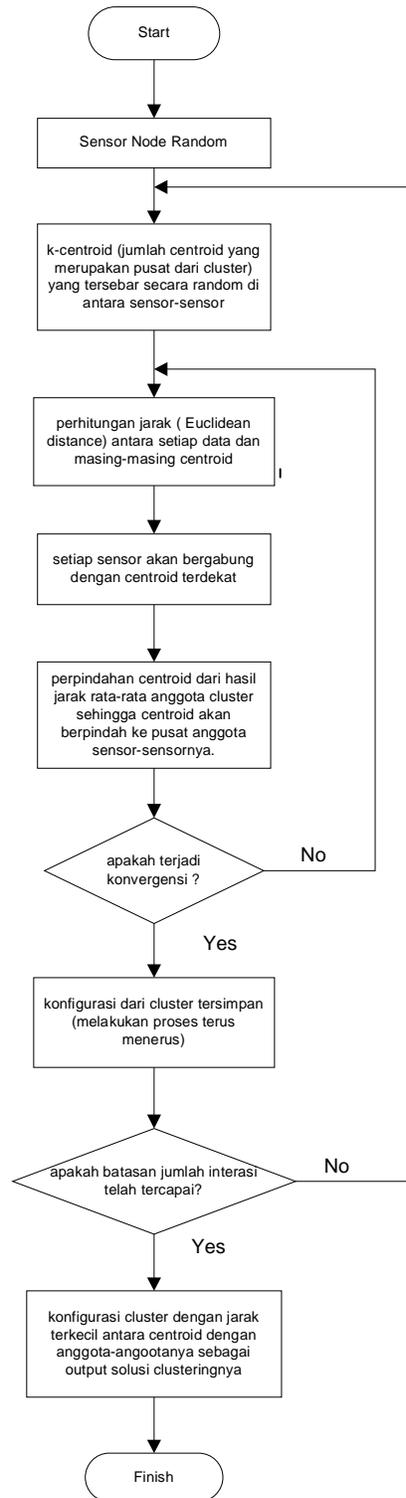
Perancangan sistem didasarkan pada perencanaan bentuk area simulasi, jumlah node sensor, dan daya jangkau sebuah sensor node hanya pada cluster head nya. Untuk Bentuk area simulasi ditetapkan sesuai ukuran yang akan di simulasikan, sehingga sebagai luasan yang didefinisikan sebagai sumbu x dan sumbu y. Jumlah node yang telah ditentukan kemudian diletakkan atau diposisikan dengan acak/random.

Pada gambar flowchart Gambar 4, berikut menggambarkan tentang proses yang terjadi pada Proses clusterisasi menggunakan Algoritma K-Means. Proses yang terjadi pada algoritma ini yaitu saat sistem dijalankan, maka akan dilakukan proses pemilihan member node dengan memanfaatkan perhitungan jarak Euclidean maka di dapat member awal setiap cluster

Selanjutnya dilakukan pengukuran yaitu melihat daya jangkau cluster head terhadap member node nya, disaat ada member node yang tidak terjangkau oleh cluster head, walaupun sebelumnya adalah anggota cluster tersebut maka dilakukan proses kembali yaitu K-Means yang sudah dimodifikasi. Artinya saat kondisi dimana masih ada sensor node yang belum memiliki anggota, maka di buat cluster head baru. Dari hasil pembuatan cluster head baru tersebut, maka proses awal dihitung kembali, yaitu Euclidean distance.

Perancangan sistem dalam paper ini meliputi beberapa bagian yaitu variabel yang digunakan, pembuatan model simulasi clustering WSN dan pembuatan visualisasi

pemecahan dalam hal proses cluster nya. Untuk variabel yang digunakan meliputi bentuk/luas area penyebaran dan jumlah sensor node yang tersebar secara random.



Gambar 4. Flowchart Clustering Algoritma K-means

Pengukuran jarak Euclidean untuk mengukur persamaan di antara atribut-atribut data yang mempunyai persamaan yang terdekat untuk tujuan pengelompokan dengan menggunakan rumus seperti di atas. Dimana melakukan pengukuran tiap anggota dari cluster head satu dengan cluster head lainnya yang berdekatan. Nantinya akan didapat anggota baru hasil pengukuran apakah anggota tersebut dekat dengan cluster head yang lama atau cluster head yang baru. Semakin kecil hasil pengukuran dari kedua titik maka akan masuk anggota baru dari cluster head yang terdekat.

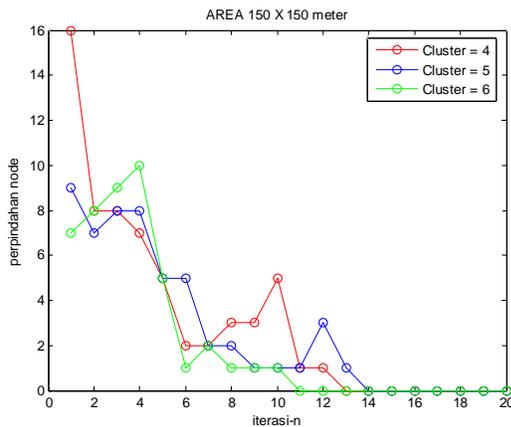
Selanjutnya dilakukan proses pembuatan visualisasi. Dengan menggunakan perintah pada pemrograman java, dibuat program untuk membangkitkan posisi node-node sebagai simulasi sensor WSN yang akan tersebar pada luasan area yang ditentukan, nantinya luasan area akan di ukur sesuai dengan denah yang sudah ada, sehinggakita bisa memperkirakan jumlah awal sensor yang akan di berikan/ disebar.

Dalam kenyataannya, penggunaan jumlah sensor juga sangat menentukan dalam hal aplikasi jaringan nirkabel tersebut. Seperti data Tabel 1 pada lampiran, yang digunakan dalam simulasi daya jangkau tiap cluster head ini sebagai variable input jenis sensor.

Untuk masalah radius coverage tiap sensor yang tersebar tentunya akan dibuat berbeda, dan pilihan untuk sensor pada clusterhead akan dipilih dengan radius yang lebih baik( range jauh) dari sensor lainnya yang tersebar.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

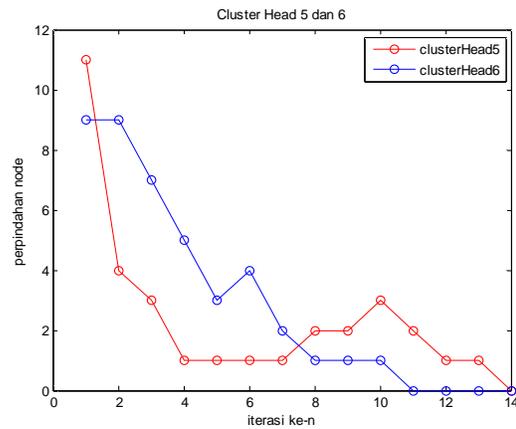
Dari hasil percobaan di simulasikan berikut dengan pemberian sebanyak 100 sensor node dan pembentukan cluster, dengan tampilan pada grafik sebagai berikut:



Gambar 5. Tampilan simulasi klaster pada WSN

Untuk pembentukan 4 cluster dengan 100 sensor, dilakukan beberapa iterasi, dimana untuk mencari keanggotaan/member dari suatu cluster ditentukan dengan kedekatan jarak, yaitu menggunakan perhitungan Euclidean distance. Untuk penggunaan algoritma K-Means dilakukan pada penentuan jumlah k untuk jumlah cluster, dan penentuan posisi/koordinat clusterhead terhadap anggota nya. Perlakuan setiap iterasi adalah

perpindahan semua sensor terhadap cluster, misal jumlah 4 cluster, pada clusterhead 1 jumlah anggota 50 sensor, clusterhead 2 memiliki anggota 31, clusterhead 3 memiliki anggota 12 dan clusterhead 4 memiliki anggota 3, terlihat pola perpindahan iterasi selanjutnya yaitu ada perubahan anggota, pada clusterhead 1 memiliki anggota 43, clusterhead 2 memiliki anggota 22 sensor, untuk clusterhead 3 memiliki anggota 25 sensor dan clusterhead 4 berjumlah 6 sensor. Sehingga didapatkan beberapa iterasi untuk perpindahan member sensornya. Iterasi akan berakhir pada saat tidak ada perpindahan sensor-sensor dari sebuah cluster. Untuk syarat dalam penentuan posisi akhir clusterhead adalah jumlah anggota yang konvergen dijumlahkan dan dirata-rata untuk koordinat x dan y dari sensor-sensor member nya.



Gambar 6. Iterasi pencapaian konvergen

Seperti pada grafik diatas, terlihat bahwa saat dilakukan iterasi pertama perpindahan sensor node untuk keanggotaan sangat besar, dan iterasi berikutnya perpindahan semakin kecil hingga beberapa iterasi didapat hasil yang konvergen. Pada penyebaran yang random nantinya ada saat dimana beberapa sensor node kumpul pada koordinat yang saling berhimpitan sehingga akan ada daerah yang tidak terkena sensor node nya, hal ini merupakan kelemahan dari system random pada algoritma K-Means dan hal ini akan diperbaiki dengan beberapa parameter yang akan saya gunakan.

#### 5. Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil data dan analisa dapat disimpulkan bahwa: Dari pengujian dan analisa terhadap sistem yang dibuat dalam proyek akhir ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Untuk cluster 5, sudah tidak ada sensor yang tidak tercover, pada percobaan yang sama masih ada posisi sensor yang tidak tercover (satu sensor). Untuk perubahan jumlah cluster menjadi 6 semua tercover hal ini sama dengan jumlah cluster 5, sehingga sebagai efisiensi jumlah cluster lebih baik pada cluster 5.

- Perbedaan persebaran sensor node terhadap luas area sangat mempengaruhi jumlah anggota dan jumlah clusterhead yang digunakan.
- Untuk mendapatkan hasil konvergen didapatkan pada iterasi ke 11 dengan klusterhead 6, jumlah iterasi ini bisa sewaktu berubah-ubah sesuai dengan inisialisasi sensor node random awal dan koordinat tiap kluster head (untuk perbedaan CH 5 dan CH 6)
- Pada saat kita lakukan beberapa percobaan, ada saat kondisi dimana beberapa sensor berkumpul, sehingga penyebarannya tidak merata. Dari hasil cluster dengan metode K-Means ini tidak selalu baik
- Pada area 150 x 150 meter bisa di aplikasikan untuk jumlah sensor 50 dengan jumlah 5 cluster (effisien sensor)
- Pada area 250 x 250 meter didapat 12 cluster untuk optimal pembentukan/jumlah cluster dengan jumlah iterasi 15 untuk mencapai konvergen.
- Untuk area 250 x 250 meter semakin banyak clusterhead nya proses sampai terjadi konvergen lebih lama. Dan semakin besar area percobaan maka semakin banyak cluster yang terbentuk, disamping memperhatikan posisi penyebaran sensor node awal (inisialisasi).

#### Referensi

- [1]. Amir Yahyavi, "Intrusion k-coverage in Wireless Sensor networks", University of Teheran, North Kargar, Tehran, Iran.
- [2]. Elie Fute Tagne dkk, "The Coverage Problem in Wireless Sensor Networks by Holonic Multi-Agent Approach", University of Ds Chang, Cameroon, June 2009.
- [3]. Kohei Arai, Ali Ridho Barakbah, "Hierarchical K-means: An Algorithm for Centroids Initialization for K-means", Journal of the Faculty of Science and Engineering, Saga University, Japan, Vol. 36, No. 1, 2007.
- [4]. Velmurugan and T Santhanam, "Computational Complexity between K-Means and K-Medoids Clustering Algorithms for Normal and Uniform Distribution of Data Point", Journal of Computer Science 6 (3):363-368, Chennai-India, ISSN: 1549-3636, 2010.
- [5]. Cardei, Mihaela and Jie Wu, "Coverage in Wireless Sensor Networks", Florida Atlantic University
- [6]. P Forero, A Cano and GB Giannakis "Consensus-based Distributed Modulation Classification using Wireless Sensor Networks", Proc. of MILCOM Conf., San Diego, CA, November 17-19, 2008.
- [7]. PA Forerro, A Cano, and GB Giannakis, "Consensus-based k-Means Algorithm for Distributed Learning using Wireless Sensor Networks," in Workshop on Sensors, Signal and Information Pro-cessing, Sedona, Arizona, May 11-14 2008.