

PEMBANGKITAN SUMBER UNTUK SIMULASI JARINGAN SENSOR NIRKABEL BERBASIS PERANGKAT LUNAK

Muhammad Aunillah, Prima Kristalina, Tri Budi Santoso,
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jurusan Teknik Telekomunikasi, Laboratorium Digital
Signal Processing, Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
Surabaya 60111

Email : seventhree73@gmail.com, prima@eepis-its.edu, tribudi@eepis-its.edu

Abstrak

Untuk mengamati perubahan data yang dihasilkan oleh alam, sensor harus memiliki fleksibilitas dalam menangkap data-data tersebut. Disamping itu, data-data yang dihasilkan dari bermacam-macam sumber yang berbeda juga akan membuat data-data tersebut berbeda-beda pula. Akibatnya data yang ditangkap oleh sensor kurang begitu presisi. Dari kejadian seperti itu akan muncul suatu kerugian didalam membuat suatu pengamatan terhadap sumber. Ada baiknya jika sebelumnya, dibuatkan terlebih dahulu pemodelan system atau semacam simulasi untuk lebih menekan kerugian yang mungkin nanti akan dialami. Dengan bantuan software Matlab dan nantinya bisa dibuat suatu simulasi untuk membangkitan source yang dikehendaki dan mengirimkan data yang diperoleh dari sensor yang mengamati source tersebut kepada SINK dengan cara single-hop. Pengamatan ini menggunakan 3 source yang berbeda dimana akan dibuat aktif dan diasumsikan terdapat 3 sensor dngan posisi random pada masing-masing source. Dan 3 sensor tersebut tidak saling berhubungan, sehingga begitu ada data yang diterima oleh sensor manapun akan langsung dikirim ke Fussion Center yang nantinya akan diteruskan menuju SINK.

Kata kunci : Pengolahan sinyal digital, Matlab, Source Generator , Single-hop, Node, Sink.

1. Pendahuluan

Untuk mengamati perubahan data yang dihasilkan oleh alam, sensor harus memiliki fleksibilitas dalam menangkap data-data tersebut. Disamping itu, data-data yang dihasilkan dari bermacam-macam sumber yang berbeda juga akan membuat data-data tersebut berbeda-beda pula. Akibatnya data yang ditangkap oleh sensor kurang begitu presisi. Dari kejadian seperti itu akan muncul suatu

kerugian didalam membuat suatu pengamatan terhadap sumber.

Ada baiknya jika sebelumnya, dibuatkan terlebih dahulu pemodelan system atau semacam simulasi untuk lebih menekan kerugian yang mungkin nanti akan dialami. Dengan bantuan software Matlab dan pemrograman C++ nantinya bisa dibuat suatu simulasi untuk membangkitan source yang dikehendaki dan mengirimkan data yang diperoleh dari sensor yang mengamati source tersebut kepada SINK dengan cara single-hop.

Pengamatan ini menggunakan 3 source yang berbeda dimana akan dibuat aktif dan diasumsikan terdapat 3 sensor dngan posisi random pada masing-masing source. Dan 3 sensor tersebut tidak saling berhubungan, sehingga begitu ada data yang diterima oleh sensor manapun akan langsung dikirim ke Fussion Center yang nantinya akan diteruskan menuju SINK. Tidak hanya itu, data-data yang dikirimkan tersebut akan menjadi berbeda apabila saat pengiriman ditambah dengan noise. Mengingat cuaca dan keadaan alam yang berbeda akan mengakibatkan perubahan pada data yang dikirimkan.

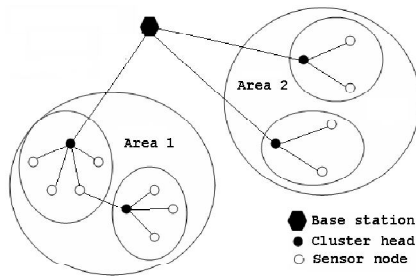
2. Teori Penunjang

2.1 Struktur Jaringan pada WSN

Karakteristik jaringan pada WSN, dibagi menjadi dua kelompok, yaitu karakteristik stasiun dasar dan karakteristik dari node sensor. Berikut ini adalah struktur - struktur jaringan sensor nirkabel :

Flat-based : Dalam jaringan, semua node memainkan peran yang sama dan tidak ada sama sekali hirarki. Flat routing protocol mendistribusikan informasi yang diperlukan untuk setiap node sensor yang terjangkau dalam jaringan sensor . Tidak ada upaya dilakukan untuk mengatur jaringan atau trafik, hanya untuk menemukan rute terbaik dengan lompatan-lompatan (hop) ke tujuan dengan jalan manapun.

Hierarchical-based: kelas ini menetapkan routing protokol untuk mencoba menghemat energi dengan mengatur node dalam cluster. Node –node dalam cluster mengirimkan data ke cluster head, dan cluster head inilah yang meneruskan data ke base station. Clustering yang bagus memainkan peran penting dalam skalabilitas jaringan serta penghematan energi. Sisi negative dari struktur jaringan ini adalah cluster dapat menyebabkan kemacetan, ini karena hanya satu kepala berkomunikasi atas nama seluruh cluster, sehingga penurunan energi terbesar akan terjadi pada cluster head tersebut.



Gambar 1. jaringan *Hierarchical-based*

Location-based: Sebagian besar protokol routing untuk jaringan sensor memerlukan informasi lokasi untuk node sensor. Dalam kebanyakan kasus, informasi lokasi yang dibutuhkan untuk menghitung jarak antara dua node tertentu sehingga konsumsi energi dapat diperkirakan. Karena tidak ada skema pengalaman untuk jaringan sensor seperti alamat IP.

2.3 Perpindahan Energi Kalor

Berdasarkan kepada keadaan terma permukaan, bahan yang di pindahkan dan dipantulkan ini dapat berbeda. Proses radiasi tidak melibatkan perbedaan suhu. Keterlibatan suhu hanya terjadi jika terdapat dua permukaan yang mempunyai suhu yang berbeda. Dalam hal ini, setiap permukaan akan menyinarakan energi kalor secara radiasi jika permukaan itu bersuhu T dalam unit suhu mutlak. Lazimnya jika terdapat satu permukaan lain yang saling berhadapan, dan jika permukaan pertama mempunyai suhu T_1 mutlak sedangkan permukaan kedua mempunyai suhu T_2 mutlak, maka permukaan tadi akan saling memindahkan kalor .

Laju perpindahan kalor dengan cara radiasi ditemukan sebanding dengan luas benda dan pangkat empat suhu mutlak (Skala Kelvin) benda tersebut. Benda yang memiliki luas permukaan yang lebih besar memiliki laju perpindahan kalor yang lebih besar dibandingkan dengan benda yang memiliki

luas permukaan yang lebih kecil. Demikian juga, benda yang bersuhu 2000 Kelvin, misalnya, memiliki laju perpindahan kalor sebesar $2^4 = 16$ kali lebih besar dibandingkan dengan benda yang bersuhu 1000 Kelvin.

Selanjutnya juga penting untuk diketahui bahwa:

1. Kalor radiasi merambat lurus.
2. Untuk perambatan itu tidak diperlukan medium.

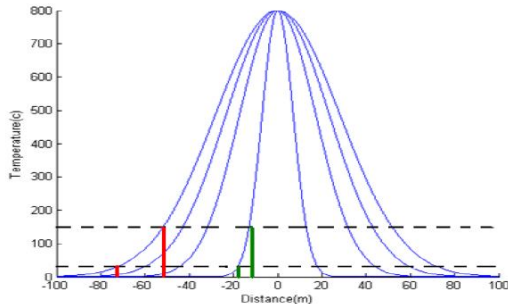
2.4 Pemodelan

Tantangan pertama untuk pengembangan simulator WSN adalah bagaimana membuat model bidang suhu yang diinduksi secara lokal dalam kondisi angin tertentu (kecepatan dan arah) dengan api dengan karakteristik yang spesifik (panjang atau tinggi). Salah satu kesulitan yang harus dihadapi adalah bahwa ada sedikitnya pengerjaan yang dipublikasikan tentang hubungan antara suhu dan jarak (dari api). Kebanyakan ilmuwan yang mempelajari tingkah laku api berkonsentrasi pada flux heat (kW/m^2) bukan suhu, karena kenyataan fisik dari fenomena yang terkait dengan perbedaan fase dari api (pengapian untuk kepunahan) lebih baik dijelaskan dalam hal fluks panas. Namun, sensor pengukur fluks panas tidak disukai untuk aplikasi WSN karena mereka mahal (relatif terhadap komoditas digital suhu / sensor kelembaban) dan cukup sensitif terhadap kerusakan mekanik. Sedangkan, untuk rentang temperature dari komoditas sensor, dapat mengukurnya (yaitu hingga $120\text{ }^\circ C$) secara masuk akal untuk mengasumsikan hubungan linear antara temperatur dan pengukuran fluks panas karena dapat diverifikasi.

Untuk api pendek yang dihasilkan oleh kebakaran adalah kebakaran dari permukaan dan tengah dari puncak api (api dengan tinggi kurang dari 8m). Pekerjaan dalam [12] menghasilkan hubungan antara temperatur, jarak dari nyala api dan panjang kobaran api. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$I = 300 \cdot L^2 \quad (1)$$

$$Q = 60 \left[1 - \exp \left(\frac{-I}{300 \cdot D} \right) \right] \quad (2)$$



Gambar . Bentuk Gaussian 1D dari perbandingan temperature dan jarak

I, L, Q dan D masing-masing menunjukkan intensitas api (dalam kW / m), panjang api (dalam meter), intensitas radiasi (di kW/m²) dan jarak dari posisi nyala api (dalam meter). Dengan asumsi hubungan linear antara $T = a \cdot Q$ (dengan $a = 10$ sebagaimana diambil dari [10] dan [11]) dapat ditetapkan hubungan antara temperature dan jarak berupa persamaan $T = f_L(D)$ dengan diberikan variasi nilai L.

Di sisi lain untuk tinggi kobaran api yang besar, para penulis dalam [13] telah menyajikan sebuah model yang memperkirakan adanya perpindahan energi pada jarak D tertentu dari api dengan tinggi L. Hal ini diamati bahwa semakin besar tinggi nyala api akan menghasilkan sebuah fluks panas dengan nilai yang lebih besar. Sehingga fungsi $f_L(D)$ untuk kobaran api kecil ($L < 8$ meter) dan $g_L(D)$ untuk kobaran api besar ($L > 8$) [12] dan [13].

3. Perancangan

Dilakukan suatu perancangan untuk membangkitkan sumber (source) api yang tidak memperdulikan hal-hal yang tersebut sebelumnya. Karena simulasi ini sepenuhnya bekerja pada *software* Matlab, maka sumber api dibuat hanya berupa suatu node kotak kecil yang mampu menghasilkan energi perambatan panas.

Energi tersebut kemudian akan di alirkan kesemua arah sesuai dengan energi yang dialirkan oleh panas kobaran api pada keadaan nyata. Hal ini dilakukan supaya sensor yang nantinya diletakkan di sekitar sumber api secara *random* bisa menangkap energi tersebut sesuai dengan posisi dari sensor-sensor tersebut. Dan energi yang dialirkan tersebut dihasilkan oleh persamaan matematika yang di cantumkan pada peletakan sumber api. Besar energi pun akan

berbeda jika tinggi api yang diberikan juga berbeda. Namun tetap tidak berubah secara otomatis seiring jalannya waktu. Karena tinggi api ditetapkan saat di awal program dibuat.

4. Pengujian Sistem

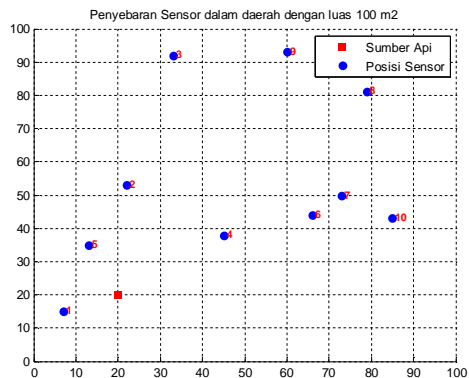
4.1 Pengaruh Perubahan Tinggi Api

Pada kondisi yang pertama ini, digunakan sensor sebanyak 10 buah. Dimana lokasi sensor-sensor tersebut diletakkan secara acak namun tetap statis (tidak berpindah). Dan *source* berupa api telah ditentukan lokasinya. Karena lokasi sensor dan sumber api telah diketahui sebelumnya, maka jarak antara sensor-sensor tersebut pun bisa diketahui menggunakan metode *pythagoras*.

Akhirnya bisa didapatkan besar energi yang dihasilkan oleh sumber dan besar energi yang diterima oleh masing-masing sensor.

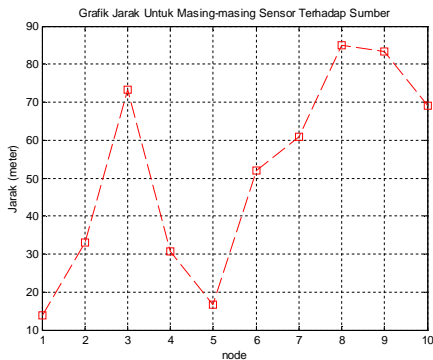
Gambar plot berikut merupakan gambar plot yang menunjukkan lokasi *deploy* sensor yang diletakkan secara acak namun tidak terjadi perubahan posisi apabila simulasi dijalankan kembali. Plot dilakukan dengan *scatter* dan diberi indeks angka untuk menunjukkan sensor mana yang merupakan sensor pertama dan selanjutnya. Untuk melakukan hal tersebut bisa digunakan perintah berikut :

```
scatter(xt,yt,'rs','filled');
hold on;
scatter(xu,yu,'ob','filled');
hold on;
for i = 1:N
    text(xu(i),yu(i),[' '
        num2str(i)],'Color','r','FontSize',8,'FontW
        eight','b');
end;
```



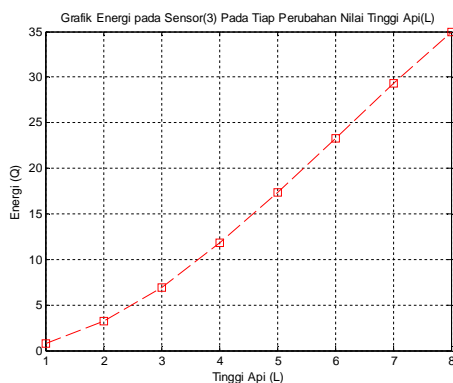
Gambar 3.1 . Penyebaran sensor dalam daerah dengan luas 100 m²

Untuk jarak masing-masing sensor terhadap sumber api, akan sesuai dengan tampilan gambar berikut.



Gambar 3.2 . Grafik jarak sensor terhadap sumber api

Dari gambar grafik tersebut, bisa dilihat bahwa jarak masing-masing sensor dengan sumber api sepenuhnya menunjukkan perbedaan. Hal ini tentu menguatkan bahwa penyebaran sensor memang dilakukan secara acak. Baik secara acak dalam posisi koordinat, maupun acak dalam jarak terhadap sumber api. Untuk lebih detailnya lagi, disini diamati suatu kondisi pada satu sensor tertentu, yakni sensor ke 3 dimana sebelumnya memiliki jarak 73,164 meter dari sumber api. Dan dari jarak tersebut diamati suatu perbedaan besar energi yang ditangkap yang dipengaruhi oleh perubahan tinggi api (L).



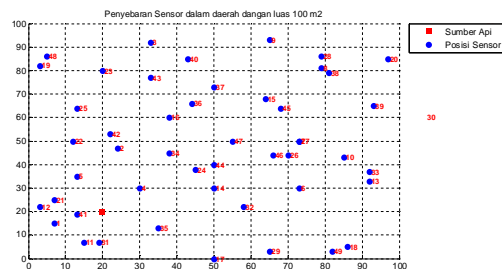
Gambar 3.3 . Besar energi di sensor ke-3 dari perubahan tinggi api (L)

Pada sensor ke-3 ini memiliki jarak yang termasuk jauh dari sumber api. Oleh karena itu energi yang ditangkap oleh sensor ini pun pasti kecil, apalagi tinggi api yang diberikan adalah paling kecil, yakni 1 meter. Asumsinya, dalam proyek akhir ini hanya mengulas tinggi api

antara 1 meter hingga 8 meter saja, karena secara teori rentang tinggi tersebut bisa dikategorikan sebagai kobaran api kecil. Sehingga apabila tinggi api melebihi nilai tersebut, maka akan termasuk kategori kobaran api besar. Dan apabila diberikan tinggi api yang paling kecil, secara grafik pasti sensor tersebut menangkap energi paling kecil pula sesuai dengan jarak yang dimiliki masing-masing sensor.

4.2 Pengaruh Perubahan Jumlah Sensor

Suatu keadaan dimana jumlah sensor digandakan beberapa kali lipat diharapkan bisa membuat nilai keluaran semakin bervariasi. Dan untuk kondisi kali ini hampir sama dengan kondisi sebelumnya, yakni dengan peletakan posisi sumber dan sensor secara random namun statis. Dengan posisi sumber tetap sama seperti sebelumnya. Untuk posisi sensor ada yang diletakkan seperti sebelumnya, namun beberapa lainnya yang ditambahkan diletakkan secara random dan statis. Sehingga posisi sensor satu sama lain tidak saling tumpang dalam satu posisi yang sama. Pada program Matlab, peletakan sensor dilakukan dengan menggunakan variable array. Dan untuk plot tetap sama, yaitu dilakukan dengan cara scatter dan akan diberikan suatu indeks untuk tiap sensor yang ditampilkan.

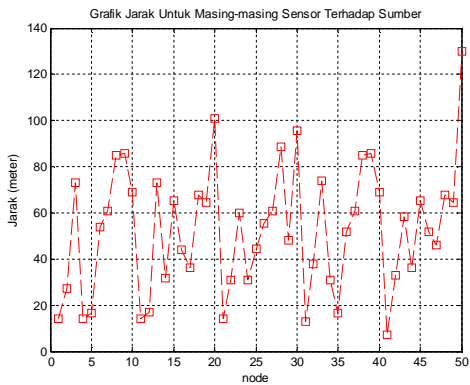


Gambar 3.5. Peletakan 50 sensor secara random dan statis

Sesuai dengan gambar diatas, diberikan sensor sebanyak 50 buah dengan 2 sensor diletakkan di luar area yang telah ditetapkan. Sehingga didapatkan jarak setiap sensor berbeda satu sama lainnya. Hal ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui besar energi yang ditangkap oleh sensor tersebut yang tentu dipengaruhi oleh jarak yang dimiliki masing-masing sensor.

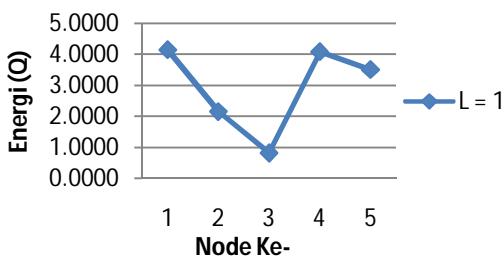
Dari sekian banyak data tentang jarak tiap-tiap sensor, bisa ditampilkan kembali dalam

berupa grafik yang bisa dilakukan melalui perintah plot pada program.



Gambar 3.6 . Grafik jarak sensor terhadap sumber

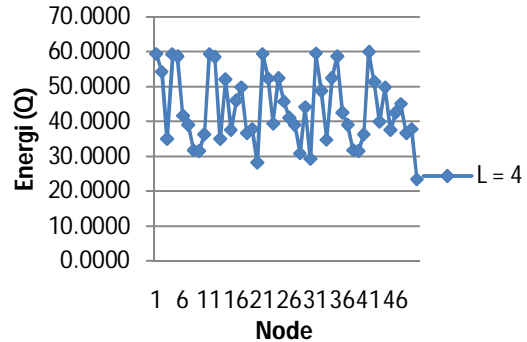
Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa pada kondisi yang kedua ini diberikan sensor yang diletakkan di luar area yang telah ditetapkan. Sehingga dari situ didapatkan jarak sensor tersebut merupakan jarak sensor yang paling jauh terhadap sumber api. Dengan kenyataan yang telah terjadi pada simulasi dengan kondisi sebelumnya, tentu sensor yang memiliki posisi di luar area akan mendapatkan energi paling kecil, bahkan bisa juga tidak mendapat energi sama sekali. Untuk mengetahui kenyataan yang terjadi, data akan ditampilkan berupa grafik energi pada gambar berikut. Namun kali ini ditampilkan suatu grafik energi dengan tinggi api (L) sebesar 1 meter, 4 meter dan 8 meter. Dengan kondisi saat jumlah sensor sebanyak 5 buah, 10 buah, 25 buah, 40 buah dan 50 buah. Sehingga terdapat banyak tampilan berupa grafik yang menunjukkan kondisi tersebut.



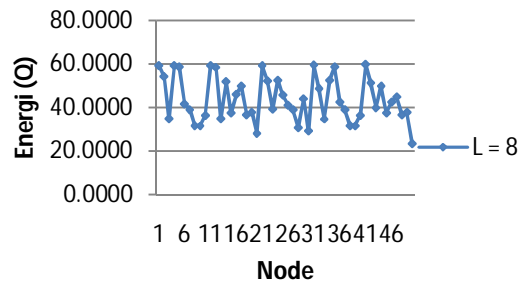
Gambar 3.7 . Grafik energi untuk $L = 1$, dengan 5 sensor

Dengan menggunakan sensor sebanyak 5 buah dan dengan tinggi api (L) sebesar 1 meter, menghasilkan energi yang ditangkap tidak sampai melebihi 5 kW/m². Kejadian ini masih

diamati hanya dengan keadaan saat tinggi api 1 meter. Namun akan terus diulangi dengan berbagai kondisi yakni saat diberikan 10 sensor, 25 sensor, 40 sensor, dan 50 sensor. Namun tetap menggunakan tinggi api 1 meter. Tidak hanya berhenti disini saja, namun masih dilanjutkan dengan mengubah jumlah sensor, dan tinggi saat 4 meter dan 8 meter. Dan ditampilkan lagi pada gambar-gambar grafik dibawah ini.



Gambar 3.8. Grafik energi untuk $L = 4$, dengan 50 sensor



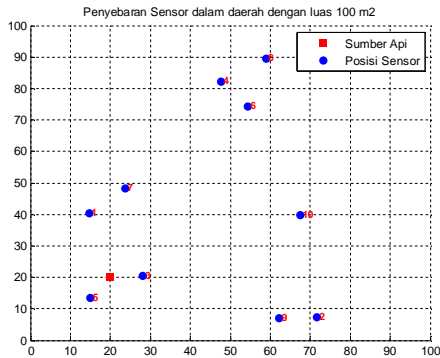
Gambar 3.8. Grafik energi untuk $L = 8$, dengan 50 sensor

Pada dasarnya apa yang terjadi dengan tampilan grafik dari semua data yang ada adalah sama, karena data-data tersebut didapatkan oleh sensor dengan jarak yang sama. Namun terdapat sedikit perbedaan. Perbedaan tersebut hanya terjadi pada besar energi yang didapat oleh semua sensor. Hal tersebut terjadi karena tinggi api yang diberikan juga dilakukan perubahan yang cenderung lebih besar. Sehingga energi yang ditangkap oleh masing-masing sensor akan lebih besar pula.

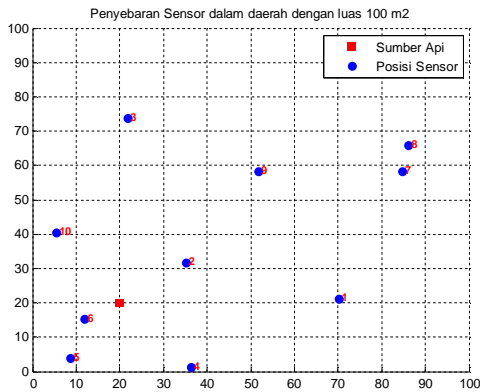
4.3 Pengaruh Sensor Secara Random

Secara umum proyek ini beroperasi pada parameter-parameter seperti jarak, tinggi api (L), dan jumlah sensor. Sehingga apabila terjadi perubahan dari 3 parameter tersebut pasti akan berpengaruh pada energi yang dihasilkan

sumber dan energi yang ditangkap oleh sensor tentunya. Dan untuk kondisi sekarang yakni dengan jumlah sensor yang sama, diberikan 3 tinggi api yang berbeda, dan dengan peletakan lokasi sensor yang disebar secara *random* dan akan berubah-ubah setiap simulasi dijalankan. Sehingga data yang dihasilkan pun pasti akan berubah-ubah setiap simulasi dijalankan.



Gambar 3.9. Peletakan 10 sensor secara random



Gambar 3.12. Peletakan 10 sensor secara random

Gambar-gambar diatas merupakan hasil yang telah dikeluarkan oleh simulasi ini yang dijalankan sebanyak 2 kali. Setiap kali menjalankan simulasi peletakan sensor akan disebar secara acak. Dan begitu simulasi kembali dijalankan untuk yang kedua kalinya, peletakan sensor akan berubah posisinya. Hal ini dikarenakan peletakan dilakukan secara *random* dengan menggunakan perintah

```
Lsensor=(3*b-a)*rand(N,2);
xu=Lsensor(:,1);
yu=Lsensor(:,2);
```

Dari perintah diatas, bisa diketahui bahwa sensor yang diletakkan secara random menggunakan perintah *rand()*; akan membuat

sensor disebar secara acak dengan distribusi normal. Hal ini dilakukan karena mengacu pada beberapa pengamatan-pengamatan yang telah dilakukan sebelumnya bahwa distribusi yang sering dilakukan adalah distribusi normal. Dikarenakan selain mudah dalam aplikasinya, juga cukup tahan terhadap gangguan yang mungkin dialami pada keadaan nyata. Untuk masalah pengaruh jarak, tinggi api dan jumlah sensor secara garis besar sama dengan pengamatan-pengamatan sebelumnya. Yang menjadi perbedaannya terletak pada data keluaran yang tidak bisa selalu sama, khususnya untuk besar energi yang ditangkap oleh sensor. Hal ini terjadi tentu saja karena pengaruh peletakan posisi sensor yang selalu berubah setiap kali menjalankan simulasi. Prngamatan diatas hanya dilakukan dengan 2 kali menjalankan simulasi. Dan tentu saja akan menghasilkan data-data dan tampilan yang berubah-ubah apabila simulasi dijalankan berulang kali.

5. Kesimpulan

1. Nilai variabel L (tinggi api) akan mempengaruhi energi yang diterima masing-masing sensor.
2. Pada kondisi dimana dilakukan perubahan nilai variabel L dengan jumlah dan posisi sensor tetap, telah didapatkan nilai energi yang mampu ditangkap oleh sensor-sensor yang disebar adalah semakin besar seiring dengan nilai L yang semakin tinggi.
3. Semakin tinggi nilai tinggi api (L) diberikan akan membuat nilai energi yang ditangkap oleh sensor-sensor dengan jarak yang tetap semakin besar pula. Sehingga nilai tinggi api (L) berbanding lurus dengan besar energi pada jarak yang sama.
4. Pada kondisi dimana terdapat 3 macam nilai L yang telah ditetapkan, namun jumlah sensor yang diberikan berubah dari 5, 10, 25, 40 hingga 50 buah, didapatkan suatu tampilan grafik dengan nilai sumbu X sebanyak jumlah sensor yang diberikan. Dan nilai energi yang ditangkap pada nilai L yang sama akan berbeda-beda sesuai dengan jarak yang dimiliki oleh masing-masing sensor. Sehingga semakin dekat jarak yang dimiliki sensor akan mampu menangkap data dari sumber yang semakin besar.
5. Semakin banyak jumlah sensor, semakin rapat jarak antar sensor dan sensor terhadap source api yang tentu saja akan mempengaruhi besar energi masing-masing sensor.

6. Pada kondisi dimana sensor disebarkan secara random dan berubah-ubah begitu simulasi dijalankan, tentu mempengaruhi jarak yang dimiliki oleh sensor-sensor tersebut. Dan jarak tersebut akan mempengaruhi nilai energi yang ditangkap. Apalagi jika ditambah dengan nilai tinggi api (L) yang berbeda-beda pula.
7. Tiga komponen penting dalam simulasi ini yaitu tinggi api (L), jumlah sensor, dan jarak sensor terhadap sumber api sangat mempengaruhi besar energi panas yang ditangkap oleh sensor.

6. Daftar Pustaka

- [1] "EUFIRELAB, a wall-less Laboratory for Wildland Fire Sciences and Technologies in the Euro-Mediterranean Region", Deliverable D-03-06, <http://www.eufirelab.org> (07/02/2008)
- [2] D. Stroup, L. DeLauter, J. Lee, G. Roadarmel "Fire Test of Men's Suits on Racks", *Proc. Report of Test FR 4013*, 2001, pp.25.
- [3] W. Pitts, E. Braun, R. Peacock, H. Mitler, E. Johnsson, P. Reneke, L. Blevins, "Temperature Uncertainties for Bare-Bead and Aspirated Thermocouple Measurements in Fire Environments," *In Proc. Annual Conference on Fire Research*, Nov. 1999, pp.15-16.
- [4] F.Kurt, "Prometheus Fire Growth Model: Design and Incorporation of Spotting and Breaching of Fire Break Functionality," in *Post-Fire Research Workshop April 27, 2005*.
- [5] Butler and J. Cohen, "Firefighter Safety Zones: A Theoretical Model Based on Radiative Heating". *Int. J. Wildland Fire* 8(2):73-77, 1998.