

PENGEMBANGAN SISTEM PENYEBARAN WIRELESS SENSOR NETWORK PADA RUANG BERPENGHALANG BERDASARKAN ALGORITMA PARTICLE SWARM OPTIMIZATION

Masjudin¹⁾, I Wayan Mustika²⁾, Widyawan³⁾

Teknik Elektro UGM Yogyakarta

Jl. Grafika No. 2, Kampus UGM, Sleman, Yogyakarta 55281

Email : mas_judin@yahoo.com¹⁾, wmustika@ugm.ac.id²⁾, widyawan@ugm.ac.id³⁾

Abstrak

Propagasi radio dalam ruang yang mempunyai sekat memiliki perbedaan dengan propagasi pada ruang bebas. Hal ini menjadikan penyebaran Wireless Sensor Network (WSN) memerlukan solusi yang berbeda pada ruang bebas dengan ruang bersekat. Keberadaan sekat atau penghalang seperti tembok akan memberikan redaman terhadap daya pancar dari Wireless Sensor Network (WSN). Pada makalah ini akan dibahas pengembangan sistem penyebaran WSN pada ruang yang memiliki penghalang dan membandingkan hasilnya dengan penyebaran WSN pada ruang bebas. Sistem penyebaran ini di dasarkan pada algoritma Particle swarm Optimization (PSO). PSO melakukan optimasi dengan memberikan posisi terbaik secara global sebagai solusi pada setiap iterasi. PSO dipilih karena PSO memiliki beberapa kelebihan yakni fungsi operasi dan parameter yang ditentukan sedikit sehingga mudah di implementasikan

Pengujian menggunakan 20 partikel dengan masing-masing partikel terdapat 15 node sensor yang disebar pada area sebaran berukuran 300 x 300 m². Daya pancar yang digunakan adalah -25 dB, -28 dB, -31 dB, -34 dB, dan -37 dB. Pengujian penyebaran node sensor pertama dilakukan pada ruang bebas tanpa penghalang (Line of Sight) dan pengujian kedua dilakukan pada ruang yang memiliki penghalang. Koordinat awal dibangkitkan secara acak untuk kedua pengujian.

Hasil simulasi menunjukkan penyebaran sensor pada ruang berpenghalang memiliki solusi yang berbeda dibandingkan dengan ruang tanpa penghalang. Daya pancar yang berbeda dari node sensor jugamemberikan pengaruh terhadap hasil solusi penyebaran.

Kata kunci: Penyebaran, WSN, PSO, penghalang, redaman

1. Pendahuluan

Wireless Sensor Network (WSN) merupakan suatu sistem yang melakukan proses penginderaan, komputasi dan komunikasi yang memberikan kemampuan bagi administrator untuk mengukur, mengobservasi, dan memberikan reaksi terhadap kejadian dan fenomena pada lingkungan tertentu [1]. Teknologi WSN memiliki beberapa keuntungan seperti tidak memerlukan kontak

langsung dan harus berlangsung pada saat tertentu. Semua node sensor dapat melakukan penginderaan meski dalam kondisi yang ekstrim sekalipun.

Penyebaran node sensor pada WSN masih menjadi topik yang menarik bagi para peneliti. Penyebaran sensor yang baik harus mempertimbangkan area cakupan dan konektivitas yang baik. Cakupan mengharuskan setiap lokasi dibidang penginderaan dipantau oleh setidaknya satu sensor. Konektivitas mensyaratkan bahwa jaringan tidak terpecah-pecah dalam komunikasi node. Ketentuan yang harus diperhatikan adalah cakupan dipengaruhi oleh tingkat "sensitivitas" sensor, sedangkan konektivitas dipengaruhi oleh komunikasi node sensor tersebut [2].

Hambatan seperti dinding, bangunan, blok rumah atau hambatan yang tak terduga sering berada dalam wilayah penginderaan. Hambatan tersebut secara signifikan mempengaruhi cakupan dan konektivitas node sensor yang berarti akan mempengaruhi juga bentuk solusi dari penyebaran sensor. Adanya redaman dari penghalang akan berdampak pada jangkauan komunikasi antar node sensor karena terjadinya *power lost* saat transmisi.

Kualitas sinyal yang diterima oleh node sensor untuk ruang yang berbeda akan berbeda. Hal ini dipengaruhi oleh material-material yang terdapat dalam ruangan tersebut. Pada ruang terbuka kualitas sinyal yang diterima akan lebih baik dibandingkan dengan semi terbuka dan ruang tertutup [3]. Penyebaran node sensor akan sangat dipengaruhi oleh kualitas sinyal yang dipancarkan atau diterima oleh masing-masing node sensor.

Para peneliti umumnya menggunakan algoritma optimasi untuk mengatasi masalah penyebaran node sensor baik itu untuk ruang bebas maupun ruang dengan penghalang. *Mobile Sensor Network Simulator* (MSNS) dikembangkan untuk memvisualisasikan area cakupan oleh *sensor mobile* dan menghindari objek rintangan seperti bangunan, jalan, dinding dan lain sebagainya pada peta yang sebenarnya yang digambarkan dengan *Geography Markup Language* (GML). Dari user MSNS menerima data jumlah *mobile sensor node*, derajat konektivitas, wilayah cakupan penginderaan, jangkauan komunikasi, dan jangkauan gelombang supersonik. Dengan memvisualisasikan data-data tersebut, dapat diperkirakan jumlah node sensor yang dibutuhkan dan cakupan area yang bisa ditangani pada penyebaran *mobile sensor* yang sebenarnya [4].

Obstacle Resistant Robot Deployment algorithm (ORRD) di kembangkan untuk mengoptimalkan penyebaran node sensor. Metode ini melibatkan robot yang bergerak menyebarkan sensor dengan gerakan tertentu dan memiliki kemampuan mengatasi penghalang yang tidak diperkirakan. Algoritma ini mampu menyebarkan sensor dalam jumlah sedikit namun dengan cakupan area yang maksimal [5].

Algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) diterapkan pada penyebaran node sensor pada jalur tanpa penghalang (*Line Of Sight*) yang menunjukkan hasil node sensor dapat membentuk jaringan dengan konektivitas yang baik [6].

Pada makalah ini akan dibahas penggunaan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) untuk pengembangan sistem perancangan penyebaran node sensor pada ruang yang memiliki penghalang. Algoritma PSO dipilih karena PSO memiliki beberapa kelebihan yakni fungsi operasi dan parameter yang ditentukan sedikit sehingga mudah di implementasikan [7].

A. PROPAGASI GELOMBANG RADIO

Propagasi gelombang radio pada WSN dipengaruhi oleh kondisi sekitar dimana node-node sensor disebar. Pada propagasi dalam ruang dengan penghalang akan terjadi redaman yang mengakibatkan menurunnya kualitas sinyal yang diterima oleh node sensor. *Power lost* tidak lagi hanya akan dipengaruhi oleh jarak saja seperti pada ruang bebas (*Line of Sight*) tapi juga dipengaruhi oleh nilai redaman penghalang. Secara matematis, pengurangan daya pada ruang dengan penghalang yang dipengaruhi redaman penghalang dapat dirumuskan seperti persamaan 1.

$$L_o = 32,44 + 20 \log f + 20 \log d + (X) \quad \dots(1)$$

- L* : redaman ruang
- f* : frekuensi dalam MHz
- d* : jarak antara pengirim dan penerima dalam Km
- X* : nilai redaman dari penghalang.

Jarak atau *distance* (*d*) adalah jarak antara node sensor, di dapatkan dengan rumus *Euclidean* seperti yang ditunjukkan rumus pada persamaan 2.

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

Penguatan antenna Node sensor WSN pada penelitian ini sangat kecil sehingga *gain antenna* pada pengirim dan penerima tidak diperhitungkan. Besarnya kuat sinyal yang diterima pada penerima dengan memperhitungkan rugi-rugi daya dapat dihitung berdasarkan rumus pada persamaan 3.

$$Pr = Pt + Gt + Gr - ((32,44 + 20 \log f + 20 \log d) + X) \quad \dots(3)$$

- dengan
- Pt* : daya yang dipancarkan oleh pengirim
- Gt* : penguatan antenna pengirim
- Gr* : penguatan antenna penerima

Bila penguatan antenna pengirim dan penerima tidak dihitung, maka besar daya terima dihitung dengan rumus seperti pada persamaan 4.

$$Pr = Pt - ((32,44 + 20 \cdot \log f + 20 \log d) + X) \quad \dots(4)$$

B. ALGORITMA PARTICLE SWARM OPTIMIZATION

Algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) diperkenalkan oleh Eberhart dan Kennedy pada tahun 1995 [8]. PSO didasarkan pada perilaku sebuah kawanan burung atau ikan. Dalam PSO, kawanan diasumsikan mempunyai ukuran tertentu dengan setiap partikel posisi awalnya terletak disuatu lokasi yang acak dalam ruang multidimensi. Setiap partikel diasumsikan memiliki dua karakteristik yaitu posisi dan kecepatan. Setiap partikel bergerak dalam ruang dan mengingat posisi terbaik yang pernah dilalui dan menyampaikan informasi atau posisi terbaiknya kepada partikel lain untuk kemudian menyesuaikan posisi dan kecepatan masing-masing berdasarkan informasi yang diterima mengenai posisi tersebut [9].

Prosedur standar untuk menerapkan algoritma PSO adalah sebagai berikut:

- a. Membangkitkan posisi awal sejumlah partikel sekaligus kecepatan awalnya secara random
- b. Mengevaluasi fungsi *fitness* dari masing-masing partikel berdasarkan posisinya.
- c. Membandingkan evaluasi *fitness* masing-masing partikel kemudian menentukan Partikel terbaik untuk masing-masing partikel (*particle best*) dan partikel terbaik secara keseluruhan dari semua partikel (*global best*).
- d. Mengevaluasi apakah kriteria yang diinginkan telah tercapai. Bila belum perbaharui kecepatan dan posisi partikel.
- e. Kembali ke langkah (b) hingga kriteria penghentian tercapai.

Parameter PSO yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- Partikel

Partikel adalah bagian individu dari populasi atau *swarm*. Pada penelitian ini partikel merupakan solusi dari node sensor yang di sebar secara acak. Masing-masing partikel terdiri dari 15 node sensor. semua node di representasikan oleh partikel dengan satu partikel merupakan representasi dari 15 node sensor. Posisi node sensor dalam ruang sebar digambarkan dengan dengan koordinat dua dimensi (2D). Node sensor dinotasikan dengan *Xid* yang berarti posisi partikel *i* node *d*.

- *Swarm*

Swarm (populasi) merupakan kumpulan dari individu partikel. Ukuran *swarm* yang biasa digunakan adalah 20 sampai 30 partikel. Pada penelitian ini ukuran *swarm* yang digunakan 20 dengan pertimbangan komputasi akan berlangsung lebih cepat.

- Fungsi *Fitness*

Fungsi *Fitness* dalam algoritma PSO berbeda-beda, tergantung dari tujuan penelitian. Pada penelitian ini, tujuannya adalah mengembangkan sistem perancangan penyebaran node sensor pada ruang berpenghalang. Jaringan sensor nirkabel yang diinginkan dari hasil *deployment* adalah tetap terhubung. Karena itu fungsi *fitness* dari penelitian ini didasarkan pada daya yang diterima dengan syarat daya tersebut dihitung sebagai daya terkoneksi. Dengan demikian hasil evaluasi *fitness* nantinya akan merujuk pada sensor node yang memiliki koneksi. Syarat daya terima yang dianggap terkoneksi pada penelitian ini adalah -100 dB. Fungsi *fitness* dirumuskan seperti persamaan 4.

$$F(Xid) = \sum_0^{d-1} Pr_k(Xid) \quad \dots(4)$$

Dengan

F : fungsi *fitness*

Pr_k : daya terima yang memenuhi syarat koneksi

Xid : posisi partikel i node sensor d

- *Constriction factor* (K)

Parameter lain yang dikenal dalam algoritma PSO adalah *constriction factor*. Parameter ini diperkenalkan oleh Clerc dengan tujuan dapat menjamin suatu penelusuran dalam algoritma PSO untuk konvergen lebih cepat [10]. Nilai *constriction factor* (K) didapatkan dari persamaan 5.

$$K = \frac{2}{|2 - \varphi - \sqrt{\varphi^2 - 4\varphi}|} \cdot \varphi = \varphi_1 + \varphi_2 \cdot \varphi > 4 \quad \dots(5)$$

Untuk memperbaharui kecepatan dan posisi baru partikel dengan memasukkan *constriction factor* dihitung dengan rumus seperti pada persamaan 6.

$$\begin{aligned} v_{id}^{k+1} &= K \cdot v_{id}^k + c_1 r_1^k (p_{best\ id}^k - x_{id}^k) + c_2 r_2^k (g_{best\ id}^k - x_{id}^k) \\ x_{id}^{k+1} &= x_{id}^k + v_{id}^{k+1} \end{aligned} \quad \dots(6)$$

dengan ketentuan :

$$v_{id}^{k+1} = 0, \text{ jika } x_{id}^k < X_{min} \text{ atau } x_{id}^k > X_{max}$$

$$x_{id}^{k+1} =$$

$$\begin{cases} x_{id}^k + v_{id}^{k+1} & \text{jika } X_{min} < x_{id}^k + v_{id}^{k+1} < X_{max} \\ X_{max} & \text{jika } x_{id}^k + v_{id}^{k+1} > X_{max} \\ X_{min} & \text{jika } x_{id}^k + v_{id}^{k+1} < X_{min} \end{cases}$$

X_{min} = batas bawah permasalahan

X_{max} = batas atas permasalahan

x_{id}^k = posisi partikel i node j pada iterasi ke k

v = kecepatan

- *Learning Rate*

Learning rate yang digunakan pada penelitian ini $\varphi_1 = 1,3$ dan $\varphi_2 = 2,8$ sesuai dengan batasan umum yang digunakan pada *constriction factor* yakni $\varphi > 4$, untuk menyeimbangkan *cognitive part* dan *social part* pada PSO.

C. SKENARIO PENGUJIAN

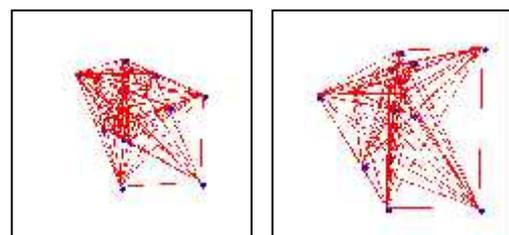
Proses pengujian pada penelitian ini memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- Daya pancar yang dimasukkan bervariasi sesuai dengan kisaran daya pancar IQRF TR 52B yakni -25 dB, -28 dB, -31 dB, -34 dB, dan -37 dB dengan jumlah node sensor 15, luas area 300x300 m², dan pita frekuensi yang digunakan 868 MHz.
- Penghalang membagi area menjadi dua ruang yang sama besar.
- Nilai redaman (*attenuation*) yang digunakan berupa penghalang tembok dengan nilai redaman 6 dB.
- Posisi awal koordinat yang dibangkitkan untuk kedua pengujian sama.
- Pengujian pertama adalah penyebaran sensor pada area tanpa penghalang (*Line Of Sight*) dan pengujian selanjutnya pengujian pada area yang diberi penghalang.
- Membandingkan hasil *deployment* pada kedua pengujian.

2. Pembahasan

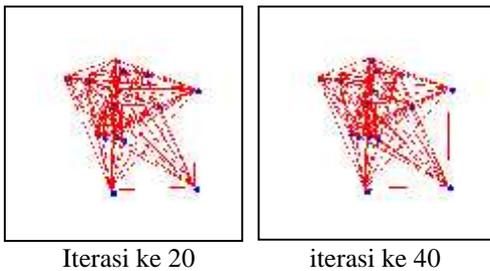
A. Pengujian pada Ruang Bebas (*Line Of Sight*)

Penyebaran node sensor diuji pada area bebas (*line of sight*) dengan daya pancar yang bervariasi sesuai dengan skenario yang ditetapkan. Hasil pengujian penyebaran node sensor menunjukkan daya pancar yang besar akan mencakup area yang lebih luas dibandingkan dengan daya pancar yang lebih kecil. Keberadaan material sekat yang memberikan redaman memiliki pengaruh yang signifikan terhadap konektivitas dan area cakupan sensor. Jenis penghalang yang berbeda juga mempengaruhi konektivitas dari jaringan. Hal ini karena nilai redaman dari penghalang yang berbeda seperti dinding kayu dengan dinding tembok memiliki nilai redaman yang berbeda sehingga pengaruhnya terhadap pelemahan sinyal yang dipancarkan pengirim juga berbeda.



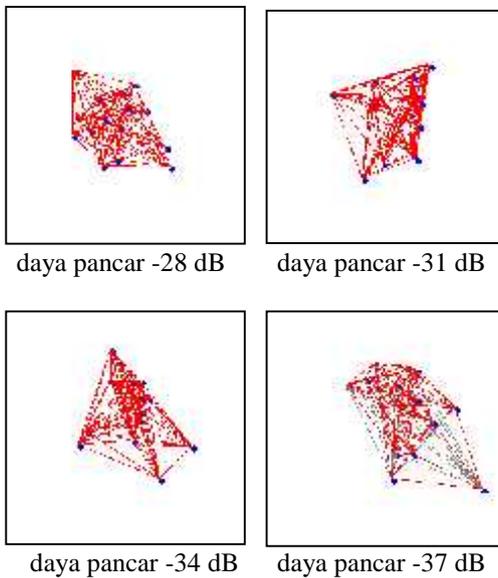
Iterasi ke 5

iterasi ke 10



Gambar 1. Hasil penyebaran pada ruang tanpa penghalang dengan daya pancar -25 dB

Gambar 1 menunjukkan hasil pengujian penyebaran node sensor pada ruang bebas dengan daya pancar -25 dB pada iterasi yang berbeda. Jaringan dapat membentuk jaringan penuh (*full mesh*) yang ditandai dengan garis penghubung berwarna merah. Ini artinya daya yang diterima oleh semua node -100 dB. Tidak ada node yang keluar dari area sebaran.

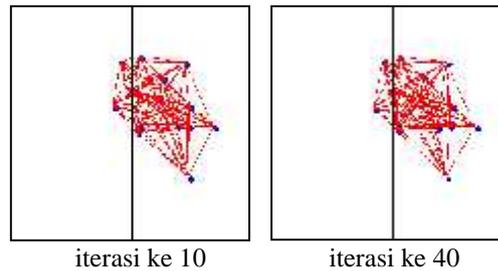


Gambar 2. Hasil penyebaran pada ruang tanpa penghalang dengan daya pancar yang bervariasi

Gambar 2 merupakan hasil penyebaran node sensor pada ruang bebas dengan daya pancar yang berbeda. Area cakupan dan kualitas jaringan dipengaruhi oleh daya pancar. Daya pancar yang besar memiliki kualitas jaringan yang baik dan dapat membentuk jaringan *full mesh* dengan area cakupan yang lebih luas. Posisi node sensor tersebar dengan lebih baik. Sedangkan untuk daya pancar yang lebih kecil kualitas jaringan yang didapat kurang baik dengan ada beberapa node yang tidak terhubung yang ditandai dengan garis abu-abu. Ini menandakan daya yang diterima kurang dari -100 dB. Node sensor harus berdekatan untuk mendapatkan koneksi dengan node tetangga.

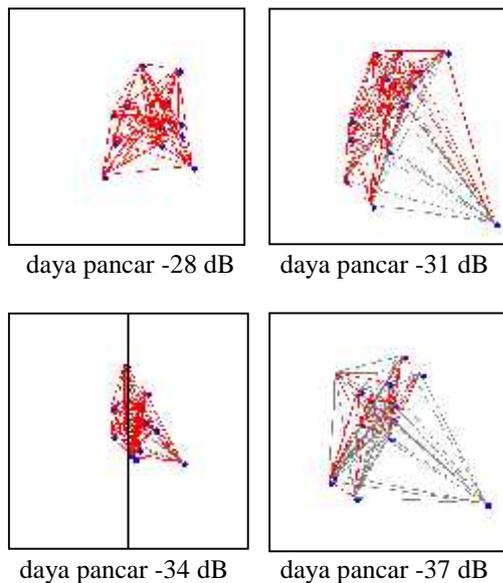
B. Pengujian pada Ruang dengan Penghalang

Pengujian pada ruang yang memiliki penghalang di uji dengan daya pancar dan posisi koordinat awal node yang sama dengan ruang yang tanpa penghalang. Hal ini dimaksudkan agar hasil penyebaran dapat dibandingkan dengan adil. Penghalang di letakkan pada koordinat $x=150$ yang membagi ruang menjadi dua bagian yang sama besar. Peletakan penghalang ditengah dengan pertimbangan node tersebar dibagi secara berimbang dan tidak terjadi pengelompokan pada ruang yang lebih luas. Hasil penyebaran menunjukkan adanya redaman penghalang sangat mempengaruhi kualitas jaringan. Penyebaran node sensor akan menghasilkan solusi yang berbeda dengan ruang bebas dimana tidak ada redaman penghalang.



Gambar. 3. Hasil penyebaran pada ruang berpenghalang dengan daya pancar 25 dB.

Gambar 3 mengilustrasikan hasil penyebaran node sensor dengan daya pancar posisi koordinat awal yang sama dengan skenario pada gambar 1, namun pada gambar 3 terdapat penghalang pada sumbu $x = 150$. Solusi yang dihasilkan sangat berbeda dimana pada ruang berpenghalang jaringan yang terbentuk memang berupa *full mesh*, namun area cakupannya menjadi lebih sempit. Hal ini menunjukkan dalam penyebaran node sensor penghalang juga mempengaruhi dan perlu diperhatikan. Node sensor memiliki jarak yang dekat untuk tetap terkoneksi. Adanya redaman mengakibatkan pelemahan daya yang diterima oleh node sensor.



Gambar 4. Perbandingan hasil penyebaran pada ruang berpenghalang dengan daya pancar yang berbeda

Gambar 4 memperlihatkan hasil penyebaran node sensor pada iterasi ke 40 dengan daya pancar yang berbeda. Daya pancar yang semakin kecil akan menghasilkan jaringan dengan area yang lebih sempit dan adanya penghalang membuat kualitas jaringan menjadi kurang baik yang ditandai dengan banyaknya node yang tidak terhubung. Bila dibandingkan dengan hasil penyebaran pada ruang tanpa penghalang, jaringan sudah tidak membentuk *full mesh* (hanya berbentuk *partial mesh*) pada daya pancar -31 dB, sedangkan pada ruang tanpa penghalang jaringan *partial mesh* baru terbentuk pada daya pancar -37 dB. Pada ruang dengan penghalang dengan daya pancar -37 dB, jaringan yang terbentuk sudah berbentuk *partial network* dan dalam WSN *partial network* tidak diperkenankan karena ada node yang terpisah dan tidak dapat mengirimkan data ke sensor tetangga atau ke *sink* karena tidak adanya koneksi. Jaringan *partial mesh* masih diperkenankan karena sifat node sensor yang *multihop*.

Berdasarkan perbandingan dua skenario di atas jaringan terbaik di dapatkan pada daya pancar terbesar (25 dB) pada ruang bebas tanpa penghalang dengan jaringan yang berbentuk *full mesh* dan area cakupan yang luas. Sedangkan kondisi jaringan terburuk didapatkan pada penyebaran pada ruang berpenghalang dengan daya pancar -37 dB dengan koneksi jaringan yang buruk yakni *partial network* dan tidak memenuhi syarat untuk WSN. Adanya penghalang dan daya pancar yang berbeda akan mempengaruhi hasil penyebaran dan solusi yang diberikan walaupun koordinat awal node sensor yang disebar sama untuk kedua skenario ruang.

3. Kesimpulan

Propagasi gelombang radio yang dipengaruhi oleh adanya redaman penghalang harus menjadi pertimbangan dalam penyebaran node sensor. Penyebaran node sensor pada WSN berdasarkan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) akan memberikan solusi yang berbeda pada ruang bebas dan ruang berpenghalang yang memiliki redaman. Area cakupan sensor tidak hanya dipengaruhi oleh faktor jarak antara pengirim dan penerima saja, namun juga oleh besarnya daya pancar dan adanya redaman penghalang. Daya pancar yang besar dan tidak ada redaman akan menghasilkan cakupan penginderaan yang lebih luas dan kualitas jaringan yang lebih baik bila dibandingkan dengan daya pancar yang lebih kecil dan pada ruang terdapat penghalang.

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan sistem penyebaran node sensor dengan meragamkan posisi dan jenis penghalang.

Daftar Pustaka

- [1] K. Sohraby, D. Minoli. *Wireless Sensor Network, Technology, Protocol and Application*. Jhon Wiley and Sons. Canada. 2007.
- [2] S. Meguerdichian, F. Koushanfar, M. Potkonjak, M. Srivastava. "Coverage problems in wireless ad-hoc sensor networks." *INFOCOM. Twentieth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE* (Volume:3), 2001.
- [3] Irawati, F. Ulfiah, "Studi Tentang Karakteristik Kualitas Sinyal Terhadap Profil Gedung dengan Pemodelan Propagasi Radio Pada Sistem WLAN Indoor," *Media Elektrik*, Volume 4 Nomor. 1. 2009.
- [4] Y.S. Jeong, Y.H. Han, J. J. Park, S.Y. Lee. "MSNS: Mobile Sensor Network Simulator for area coverage and obstacle avoidance based on GML," *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*. 2012.
- [5] C.Y. Chang, C.C. Tsun, C. Y. Chieh, C.H. Ruey. "Obstacle-resistant deployment algorithm for wireless sensor networks," *IEEE Vehicular Technology* 58: 6: 2925-2941. 2009.
- [6] Z. Saharuna, Widyawan, S. Sumaryono. "Deployment jaringan sensor nirkabel berdasarkan algoritma particle swarm optimization," *CITEE*. 2012.
- [7] R.L. Haupt, S.E Haupt, "*Practical Genetic Algorithm, 2nd Ed. Hoboken*," New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 2004.
- [8] R.C. Eberhart, Y.H. Shi, "A modified particle swarm optimizer," *IEEE International Conference on Evolutionary Computation*, Anchorage, Alaska, May 4-9, 1998..
- [9] B. Santosa, P. Willy, "*Metoda Metaheuristik, Konsep dan Implementasi*," Guna Widya, 2011.
- [10] M. Clerc, J. Kennedy. "The particle swarm explosion, stability, and convergence in a multidimensional complex space," *IEEE Trans. Evolutionary Computation*, vol. 6(1):58-73, 2002.

Biodata Penulis

Masjudin, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram, lulus tahun 2008. Saat ini sedang menempuh pendidikan Pasca Sarjana jurusan Teknik Elektro di UGM Yogyakarta.

I Wayan Mustika, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Jurusan Teknik Elektro UGM Yogyakarta, lulus tahun 2005. Memperoleh gelar Master of Engineering (M.Eng) di King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok Thailand, lulus tahun 2008.

Memperoleh gelar Doctoral (Dr) di Kyoto University, lulus tahun 2011. Saat ini menjadi Dosen di Teknik Elektro UGM Yogyakarta.

Widyawan, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Jurusan Teknik Elektro UGM Yogyakarta, lulus tahun 1999. Memperoleh gelar Master of Science (M.Sc) di Medical Informatics, NIHES, Erasmus University, Netherland, lulus tahun 2003. Memperoleh gelar Doctoral di Electronic Dept., CIT, Ireland, lulus tahun 2009. Saat ini menjadi dosen di Teknik Elektro UGM.