

Analisis Perbandingan Algoritma *Trilateral* Dan *Trilateral* Termodifikasi Untuk Skema Positioning Pada Jaringan *Nirkabel*

Calvin M.T Manurung¹, Aji Gautama Putrada, S.T., M.T.², Erwid Musthofa Jadied, S.T., M.T.³

Prodi S1 Teknik Informatika, Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung
cmanurung@students.telkomuniversity.ac.id, ajigps@telkomuniversity.ac.id,
@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Teknologi *wireless* pada saat sekarang ini telah banyak digunakan, hal itu karena teknologi *wireless* dapat dimanfaatkan untuk banyak hal salah satunya untuk menentukan *positioning* dari *unknown node* atau target yang akan dicari posisinya.. Untuk dapat menentukan estimasi posisi dari *unknown node*, perkiraan jarak antara Wi-Fi sebagai *access point* atau *anchor node* dan terhadap *unknown node* harus dihitung berdasarkan nilai RSSI yang didapatkan. Nilai perkiraan jarak tersebut kemudian akan dijadikan acuan untuk menentukan estimasi posisi dari *unknown node* menggunakan algoritma *positioning system*, yang mana algoritma yang sering digunakan adalah algoritma *trilateral*. Algoritma *trilateral* menggunakan 3 *anchor node* sebagai acuan untuk menentukan estimasi posisi dimana hal itu membutuhkan *cost* lebih dalam penerapannya. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan simulasi pada *matlab* menggunakan algoritma *trilateral* termodifikasi, dimana algoritma ini hanya menggunakan 2 *anchor node* sebagai acuan dalam penentuan estimasi posisi dari *unknown node*. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa algoritma *trilateral* lebih baik dalam akurasi penentuan estimasi *unknown node* dengan rata – rata *error position* sejauh 6.4m. Akan tetapi algoritma *trilateral* termodifikasi lebih baik dalam hal akurasi dari penentuan estimasi *unknown node* dengan rata – rata jarak antar node estimasi sejauh $x = 3.4m$ dan $y = 3.5m$.

Kata Kunci : *Wireless, Algoritma Trilateral, Algoritma Trilateral Termodifikasi, RSSI, Anchor Node, Unknown Node*

Abstract

Wireless technology is now widely used, because wireless technology can be used for many things, one of which is to determine the positioning of the unknown node or target to be searched for. To be able to determine the position estimate of the unknown node, the estimated distance between Wi-Fi as an access point or anchor node and the unknown node must be calculated based on the RSSI value obtained. The approximate value of the distance will then be used as a reference to determine the position estimation of unknown nodes using the positioning system algorithm, where the algorithm that is often used is the trilateral algorithm. Trilateral algorithm uses 3 anchor nodes as a reference to determine the estimated position where it requires more cost in its application. Therefore in this study a simulation will be performed on matlab using a modified trilateral algorithm, where this algorithm only uses 2 anchor nodes as a reference in determining the estimated position of the unknown node. Based on the results of tests that have been carried out, it can be concluded that the trilateral algorithm is better in the accuracy of determining the estimation of unknown nodes with an average error position of 6.4m. However, the modified trilateral algorithm is better in terms of accuracy than the determination of unknown node estimates with the average distance between estimated nodes as far as $x = 3.4m$ and $y = 3.5m$.

Keyword : *Wireless, Trilateral Algorithm, Trilateral Modified Algorithm, RSSI, Anchor Node, Unknown Node*

Pendahuluan

Latar Belakang

Di era sekarang ini, pemanfaatan teknologi *wireless* telah mencakup banyak hal salah satunya dalam hal *positioning system*. Salah satu teknologi *wireless* yang banyak dimanfaatkan untuk menentukan estimasi posisi dari *unknown node* atau target yang ini diketahui posisinya adalah *Wireless Fidelity* (Wi-Fi), hal ini disebabkan oleh teknologi Wi-Fi yang telah banyak digunakan seperti di rumah, kantor, rumah sakit, tempat hiburan, dan lain sebagainya [1]. Untuk dapat menentukan estimasi posisi dari *unknown node*, perkiraan jarak antara Wi-Fi sebagai *access point* atau *anchor node* dan terhadap *unknown node* harus dihitung berdasarkan nilai RSSI yang didapatkan.

Received Signal Strength Indicator (RSSI) merupakan teknologi yang digunakan untuk mengukur indikator kekuatan sinyal yang diterima oleh sebuah perangkat *wireless* [2]. Setelah nilai jarak antara *anchor node* dan *unknown node* diketahui, kemudian ditentukan estimasi posisi dari *unknown node* berdasarkan algoritma yang sering digunakan untuk menentukan *positioning* misalnya seperti algoritma *trilateral*. Algoritma *trilateral* itu sendiri merupakan algoritma perhitungan estimasi posisi sebuah titik *unknown node* berdasarkan hasil persinggungan antara 3 titik *anchor node* yang dijadikan sebagai acuan [3]. Akan tetapi dikarenakan algoritma *trilateral* hanya dapat menentukan estimasi posisi berdasarkan acuan 3 *anchor node* sehingga *cost* yang dibutuhkan dalam penerapannya juga lebih besar. Oleh karena itu pada penelitian ini, algoritma *trilateral* akan dimodifikasi hanya dengan menggunakan 2 *anchor node* sebagai acuan untuk menentukan estimasi posisi sehingga akan lebih menghemat *cost* penerapannya.

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan simulasi *positioning system* pada matlab untuk membandingkan akurasi dan tingkat presisi dari algoritma *trilateral* dan *trilateral* termodifikasi berdasarkan perkiraan ukuran jarak yang dihasilkan dari nilai RSSI.

Topik dan Batasannya

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah melakukan analisis perbandingan untuk mengetahui tingkat akurasi dan presisi dalam menentukan estimasi posisi *unknown node* terhadap algoritma *trilateral* dan algoritma *trilateral* termodifikasi yang hanya menggunakan 2 *anchor node*. Pada penelitian ini luas wilayah yang digunakan pada saat melakukan simulasi berbeda pada masing – masing algoritma dikarenakan jumlah serta penempatan *anchor node* yang akan mempengaruhi kemampuan sensor dalam menangkap sinyal RSSI dimana pada algoritma *trilateral* menggunakan area berukuran 100m x 100m sedangkan pada algoritma *trilateral* termodifikasi area yang digunakan berukuran 70m x 70m. Simulasi yang dilakukan tidak menentukan jenis *routing* yang digunakan dan tidak membahas masalah keamanan jaringan.

Tujuan

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah untuk menganalisis tingkat akurasi dan presisi dalam menentukan estimasi posisi pada algoritma *trilateral* dan *trilateral* termodifikasi, sehingga akan diambil kesimpulan algoritma yang lebih baik berdasarkan parameter penilaian yang digunakan.

Organisasi Tulisan

Penulisan Tugas Akhir ini disusun dalam beberapa bagian yaitu Bab 1 – Pendahuluan yang berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metode penyelesaian, dan jadwal kegiatan. Bab 2 – Landasan Teori / Studi Terkait yang berisi jurnal, artikel, paper yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian. Bab 3 – Perancangan Sistem yang menjelaskan tentang alur sistem yang dibangun. Bab 4 – Simulasi dan Evaluasi berisi tentang evaluasi dan analisis terhadap hasil simulasi pengujian. Bab 5 – Penutup berisi kesimpulan dari hasil analisis dan saran .

2. Studi Terkait

Penelitian [2] [4] menunjukkan bahwa *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dapat dijadikan acuan untuk mendapatkan jarak antara anchor node dengan unknown node. Jarak yang telah didapatkan tersebut kemudian dapat diolah dengan menggunakan algoritma *positioning system* untuk menentukan estimasi posisi dari *unknown node*. Pada [5] [6] [7] [8] dilakukan penelitian menggunakan algoritma *trilateral* dan *trilateral* termodifikasi yang menggunakan 2 *anchor node* untuk mendapatkan estimasi posisi dari *unknown node*. Paper [9] [10] [11] [12] digunakan sebagai rujukan untuk menentukan jangkauan jarak yang dapat capai oleh sebuah perangkat *wireless*, seperti misalnya Wi-Fi yang dapat menjangkau maksimal 100m begitu juga dengan Zigbee sehingga nilai – nilai tersebut dapat diaplikasi kedalam simulasi.

3. Sistem yang Dibangun

RSSI

Penelitian ini membangun sebuah sistem yang dapat menentukan estimasi posisi yang disimulasikan menggunakan algoritma *trilateral* dan *trilateral* termodifikasi pada *Matlab*. Sistem ini menggunakan RSSI untuk melakukan perhitungan jarak antara *anchor node* dan *unknown node*, kemudian algoritma *trilateral* dan *trilateral* termodifikasi akan melakukan proses estimasi posisi dari *unknown node*. Untuk melakukan perhitungan jarak, masing – masing *node* mengirimkan kuat sinyal antara satu dan yang lain sehingga akan menghasilkan data kuat sinyanya dari *node* yang diukur. Untuk mendapatkan jarak antara *anchor node* dan *unknown node*, maka data RSSI tersebut akan dikonversikan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$RSSI = Pr_do - 10 * n * \log \left(\frac{d}{d_0} \right) + X$$

Lalu akan memberikan rumus dibawah ini

$$D = 10^{((Pr_do - RSSI) / 10 * n)}$$

dimana :

$$D = \text{Distance}$$

$$Pr_do = \text{Transmit Power}$$

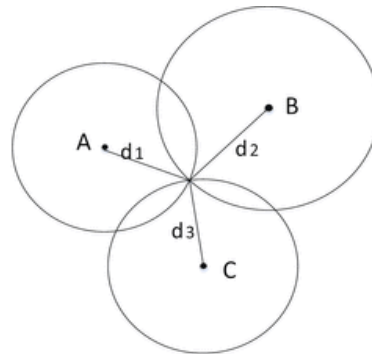
$$X = \text{Nilai Gaussian}$$

$$RSSI = \text{Kuat Sinyal RSSI}$$

$$n = \text{Pathloss}$$

Trilateral

Teknik Trilateral adalah proses penentuan lokasi absolut atau relatif poin dengan pengukuran jarak, menggunakan geometri lingkaran, bola atau segitiga. Berbeda dengan *triangulasi*, algoritma *trilateral* tidak melibatkan pengukuran sudut. *Trilateral* dasarnya memanfaatkan tiga *node* untuk memperkirakan lokasi *node* yang kita anggap sebagai simpul buta.



Gambar 1. *Trilateral*

Gambar 1 merupakan bentuk dari algoritma *trilateral* dimana 3 buah *anchor node* menjadi acuan untuk mendapatkan estimasi posisi dari *unknown node* berdasarkan nilai jarak yang dihasilkan oleh RSSI.

Dari 3 anchor node di atas, dapat dijadikan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} (x-x_1)^2 + (y-y_1)^2 &= d_1^2 \\ (x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 &= d_2^2 \\ (x-x_3)^2 + (y-y_3)^2 &= d_3^2 \dots\dots\dots(1) \end{aligned}$$

Kemudian, persamaan (1) di sederhanakan menjadi persamaan berikut :

$$\begin{aligned} x_1^2 - x_3^2 - 2(x_1 - x_3)x + y_1^2 - y_3^2 - 2(y_1 - y_3)y &= d_1^2 - d_3^2 \\ x_2^2 - x_3^2 - 2(x_2 - x_3)x + y_2^2 - y_3^2 - 2(y_2 - y_3)y &= d_2^2 - d_3^2 \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

Persamaan 2 disederhanakan sedemikian sehingga dirumuskan dalam sistem perkalian linear dengan form $AX=b$, dimana:

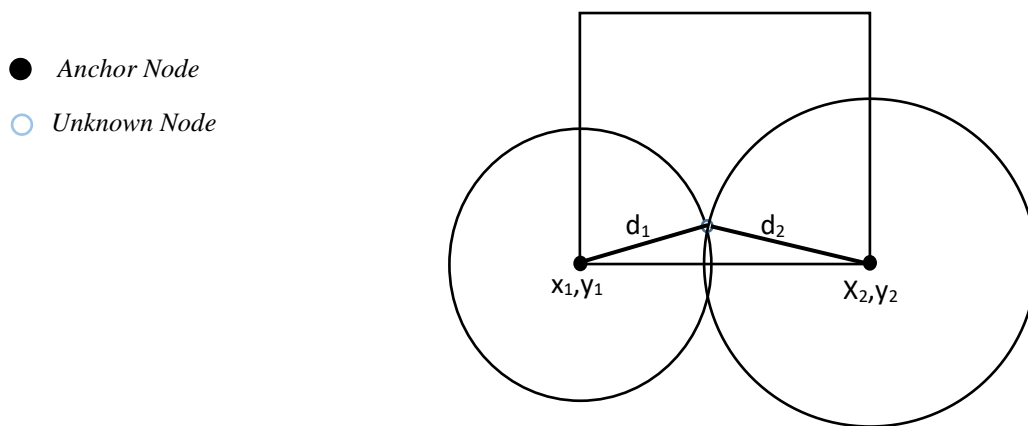
$$\begin{aligned} A &= \begin{bmatrix} 2(x_1 - x_3) & 2(y_1 - y_3) \\ 2(x_2 - x_3) & 2(y_2 - y_3) \end{bmatrix} \\ b &= \begin{bmatrix} x_1^2 - x_3^2 + y_1^2 - y_3^2 - d_1^2 + d_3^2 \\ x_2^2 - x_3^2 + y_2^2 - y_3^2 - d_2^2 + d_3^2 \end{bmatrix} \\ X &= \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \dots\dots\dots(3) \end{aligned}$$

Pada akhirnya posisi *node* yang tidak diketahui dapat dihitung dengan menggunakan standar pendekatan kuadrat terkecil yang dinyatakan dengan persamaan:

$$X = (A^T A)^{-1} A^T b \dots\dots\dots(4)$$

Algoritma Trilateral Termodifikasi

Algoritma *Trilateral* termodifikasi merupakan algoritma yang dimodifikasi dari algoritma yang sudah ada yaitu algoritma *trilateral*. Algoritma ini merupakan sebuah penentuan lokasi dengan pengukuran jarak menggunakan lingkaran yg dihasilkan dari 2 *anchor node*.



Gambar 2. Trilateral Termodifikasi

Gambar 2 merupakan cara kerja dari algoritma *trilateral* termodifikasi, dimana 2 *anchor node* yang dijadikan acuan untuk menentukan estimasi posisi dari *unknown node* berdasarkan estimasi perkiraan jarak yang didapat dari RSSI

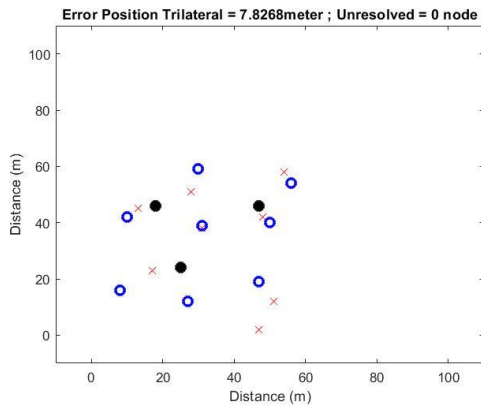
Berdasarkan gambar diatas berikut adalah rumus perhitungan mencari *unknown node* menggunakan 2 *anchor node* yaitu :

$$\begin{aligned}
 (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 &= d_1^2 \\
 (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 &= d_2^2 \dots\dots\dots(5)
 \end{aligned}$$

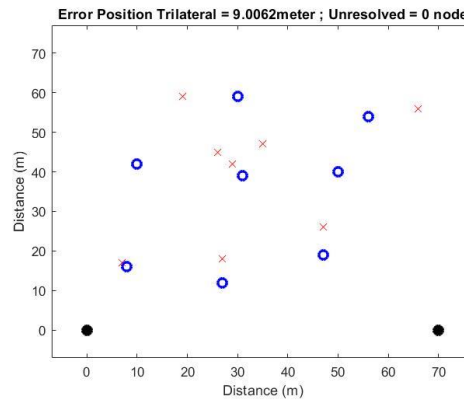
Dan jarak yang dikirimkan oleh masing masing *anchor* akan dikalkulasikan hingga ketemu titik singgung sehingga dihasilkan posisi untuk *unknown node* tersebut.

Evaluasi

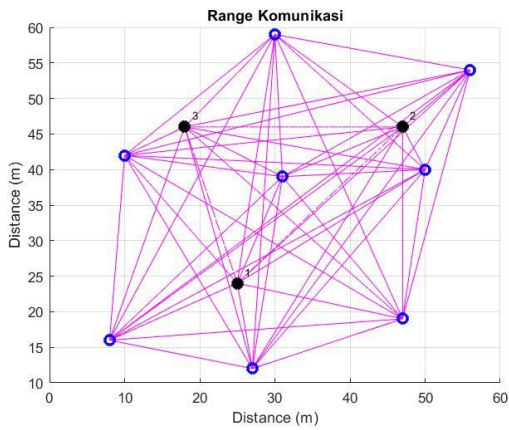
Untuk mengetahui estimasi posisi pada algoritma *trilateral* dan *trilateral* termodifikasi dilakukan pengujian sebanyak 5 kali. Parameter uji pada penelitian ini adalah *position error* dan presisi, dimana *position error* itu merupakan *error* posisi dari *node* yang diestimasi dengan jarak *node* sebenarnya. Percobaan dilakukan pada algoritma *trilateral* dengan menggunakan 5 *anchor node* dan menggunakan 8 *unknown node* pada masing- masing algoritma.



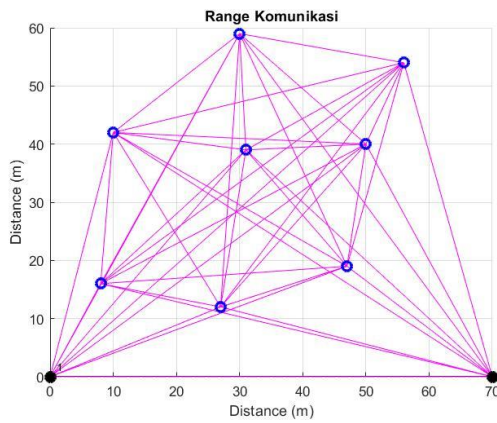
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3. (a) dan (c) merupakan hasil simulasi algoritma *trilateral* dan (b) dan (c) hasil simulasi algoritma *trilateral* termodifikasi

- Ket : ● = Anchor Node
 ○ = Unknown Node
 ✖ = Estimasi Posisi

Gambar 3 (a) dan (c) merupakan hasil simulasi dari algoritma *trilateral* dimana pada penelitian ini menggunakan 3 *anchor node* sebagai akses point dan 8 unknown node yang ini dicari estimasi posisinya. Sedangkan gambar 3 (b) dan (d) merupakan hasil simulasi dari algoritma *trilateral* termodifikasi yang menggunakan 2 anchor node sebagai acuan dan 8 unknown node untuk estimasi posisi node yang dicari.

$$Position Error = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

Table 1. Pengujian *Position Error Trilateral* Termodifikasi

Node	Pengujian					Mean(m)
	1	2	3	4	5	
1	8,54	4,12	11,4	7	5.10	7,76
2	11,18	5	27,51	15.81	6.71	14,56
3	10	8,06	4,47	2.23	14.03	7,51
4	9,22	10,29	5,83	10.05	11.70	8,45
5	2,83	4,12	5,83	2.23	1	3,44
6	2	4,47	2,23	10.05	5	3,42
7	3,6	13,41	7,81	3	8.06	6,95
8	6,71	3,6	8	5.83	5.10	6,10
Mean Error Pengujian 1-5 (m)						7.3

Tabel 2. Perbandingan Kordinat X Menggunakan *Trilateral* Termodifikasi

Node	X Real(m)	Pengujian					Rata Nilai X(m)	Selisih Nilai X(m)
		1	2	3	4	5		
1	50	42	54	59	43	55	50,6	0.6
2	30	41	34	56	21	36	37,6	7.6
3	27	21	23	23	26	26	23,8	3.2
4	31	33	36	28	32	42	34,2	3,8
5	47	45	46	44	46	47	45,6	1.4
6	56	56	52	54	57	52	54,2	1.8
7	8	5	2	13	5	0	5	3
8	10	13	7	18	13	5	11,2	1.2

Tabel 3. Perbandingan Kordinat Y Menggunakan *Trilateral* Termodifikasi

Node	Y Real(m)	Pengujian					Rata Nilai Y(m)	Selisih Nilai Y(m)
		1	2	3	4	5		
1	40	37	41	33	40	41	38,4	1.6
2	59	57	56	68	46	56	56,6	2.4
3	12	20	5	14	10	26	15	3
4	39	30	30	44	49	43	39,2	0.2
5	19	21	15	14	17	18	17	2
6	54	52	52	53	44	51	50,4	3.6
7	16	18	28	22	16	17	20,2	3.8
8	42	36	40	42	37	41	39,2	2.8

Table 4. Pengujian Tingkat Presisi Trilateral

Pengujian						Mean(m)
Node	1	2	3	4	5	
1	7,07	5,83	1	6,4	8,06	5,672
2	1	1	12,37	5	7,07	5,288
3	1	6	1,41	14	4,47	5,376
4	1,41	2	2,24	1,41	2	1,812
5	12,81	4,47	16	7,28	3,6	8,832
6	15,81	9,22	5,83	5,83	11,66	9,67
7	5,38	11	10,29	2,23	12,08	8,258
8	13	2,23	9,43	3,6	3	6,252
Rata – Rata Positon Error Pengujian 1-5 (m)						6,395

Tabel 5. Perbandingan Kordinat X Menggunakan *Trilateral*

Pengujian							Rata Nilai X(m)	Selisih Nilai X(m)
Node	X Real(m)	1	2	3	4	5		
1	50	49	47	51	54	51	50,4	0.4
2	30	29	31	33	26	29	29,6	0.4
3	27	26	27	28	13	23	23,4	3.6
4	31	30	31	32	32	29	30,8	0.2
5	47	37	45	31	40	49	40,4	6.6
6	56	61	49	51	61	62	56,8	0.8
7	8	6	16	17	7	19	13	5
8	10	15	12	18	8	13	13,2	3.2

Tabel 6. Perbandingan Kordinat Y Menggunakan *Trilateral*

Pengujian							Rata Nilai Y(m)	Selisih Nilai Y(m)
Node	Y Real(m)	1	2	3	4	5		
1	40	47	45	40	45	32	41,8	1.8
2	59	59	59	71	56	66	62,2	3.2
3	12	12	18	13	12	14	13,8	1.8
4	39	38	41	41	38	39	39,4	0.4
5	19	27	15	19	21	16	19,6	0.6
6	54	39	48	57	57	44	49	5
7	16	11	24	21	14	21	18,2	2.2
8	42	54	41	47	45	42	45,8	3.8

5 Kesimpulan

a. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada algoritma *trilateral* dengan menggunakan 3 *anchor node* dan 8 *unknown node* didapatkan hasil yang lebih baik dalam hal akurasi estimasi posisi *unknown node* dengan rata – rata *position error* sejauh 6.4m berbanding dengan rata – rata *position error* sejauh 7.3m yang didapatkan menggunakan algoritma *trilateral* termodifikasi menggunakan 2 *anchor node* sebagai acuan untuk mencari 8 *unknown node* pada saat pengujian. Dapat disimpulkan bahwa jumlah *anchor node* yang digunakan sebagai acuan untuk mendapatkan nilai RSSI mempengaruhi tingkat akurasi estimasi posisi yang didapatkan.
2. Dalam hal tingkat presisi estimasi posisi, pada pengujian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa algoritma *trilateral* termodifikasi lebih presisi dibandingkan dengan algoritma *trilateral*. Algoritma *trilateral* termodifikasi mendapatkan hasil rata – rata jarak antar nilai x selama pengujian sebesar 3.4m dan nilai y sebesar 3.5m, dimana algoritma *trilateral* mendapatkan nilai presisi yang lebih besar yaitu rata – rata jarak $x = 5m$ dan $y=5m$.

References

- [1] G. Jekabsons, V. Kairish and V. Zuravlyov, "An Analysis of Wi-Fi Based Indoor Positioning Accuracy," *Scientific Journal of Riga Technical University*, vol. 47, pp. 131 - 137, 2011.
- [2] N. F. Puspitasari, "ANALISIS RSSI (RECEIVE SIGNAL STRENGTH INDICATOR) TERHADAP KETINGGIAN PERANGKAT WI-FI DI LINGKUNGAN INDOOR," *Jurnal Ilmiah Dasi*, vol. 15, no. 4, pp. 32 - 38.
- [3] O. Pathak, P. Palaskar, R. Palkar and M. Tawari, "Wi-Fi Indoor Positioning System Based on RSSI Measurements from Wi-Fi Access Points –A Tri-lateration Approach," *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 5, no. 4, pp. 1234 - 1238, April 2014.
- [4] X. Zhu and Y. Feng, "RSSI-based Algorithm for Indoor Localization," *SciRes*, pp. 37-42, May 2013.
- [5] M. N. Rahman, "ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA TRILATERAL DAN ITERATIVE MULTILATERAL PADA LOCALIZATION WIRELESS SENSOR NETWORK," 2017.
- [6] R. Fauziya, "Estimasi Posisi Relatif Sensor Pada Jaringan Sensor Nirkabel Menggunakan Metode Geometrik".
- [7] P. Kristalina, "Fundamental Teknik Lokalisasi pada Jaringan Sensor Nirkabel," Oktober 2013.
- [8] W. Firdaus, "Analisis Metode Algoritma Trilateral Termodifikasi dalam Lokalisasi node WSN pada Haji Tracking System," 2018.
- [9] J. S. Lee, Y. W. Su and C. C. Shen, "A Comparative Study of Wireless Protocols:Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi," in *The 33rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON)*, Taipei, 2007.
- [10] A. Tomar, "Introduction to Zigbee," *Global Technology Centre*, vol. 1, July 2011.
- [11] E. Wahyudi, R. Hidayat and S. Sumaryono, "Unjukkerja Standar ZigBee pada WPAN dengan Topologi," *JNTETI*, vol. 1, no. 2, pp. 40-47, Agustus 2012.
- [12] P. T. R. F. Widiarsini, "ZIGBEE: KOMUNIKASI WIRELESS BERDAYA RENDAH," in *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2005*, Yogyakarta, 2005.