



Implementasi Metode *Kalman Filter* Untuk Mengurangi *Noise* Sinyal RSSI pada Protokol *ZigBee*

MH.Ramdhani Ismar^{1*}, Ardian Prima Atmaja², M. Syaeful Fajar³, Nisa'ul Hafidhoh⁴

^{1,2,3,4}Teknologi Informasi Politeknik Negeri Madiun, Indonesia

*Email Penulis: ramdhani@pnm.ac.id, atmaja@pnm.ac.id, syaefulfajar@pnm.ac.id, nisa@pnm.ac.id

(Artikel diterima: Oktober 2022, direvisi: November 2022)

ABSTRAK

Protokol *ZigBee* diterapkan secara luas pada banyak bidang kehidupan manusia. Salah satu contoh implementasi *ZigBee* penggunaannya pada Jaringan Sensor Nirkabel. *ZigBee* mempunyai kelebihan sebagai media transmisi yang proses pendeteksiannya dapat dimonitor secara real-time dan dikontrol dari jarak jauh. Selain itu, *ZigBee* yang memiliki karakteristik kecepatan data yang rendah. Kualitas sinyal pada *ZigBee* dapat dilihat dari Indikator Kekuatan Sinyal yang Diterima (RSSI). Semakin tinggi nilai RSSI semakin baik kekuatan sinyal. Nilai RSSI hanya bergantung pada jarak antara titik pengirim dan titik penerima yang diukur dengan mendeteksi kekuatan sinyal yang diterima di antara keduanya. Nilai RSSI sangat dipengaruhi oleh lingkungan dan hambatan yang ada di sekitarnya. Sinyal noise ini memantul pada benda-benda di lingkungan seperti dinding dan perabotan. Oleh karena itu pada penelitian ini, dipilih metode *Kalman Filter* untuk mengurangi noise pada sinyal RSSI. *Kalman Filter* sendiri adalah metode yang membuat suatu estimasi beberapa variabel yang tidak teramati berdasarkan pengukuran noise disekitarnya. Ini adalah algoritma rekursif karena memperhitungkan sejarah pengukuran. Dalam kasus ini, ingin mengetahui berapa nilai RSSI yang baik berdasarkan skenario pengukuran yang akan dilakukan. Skenario yang diusulkan ada tiga skenario. Pada skenario pertama, mengirim paket dari pemancar ke penerima. Skenario kedua, membuat tiga skenario (skenario tanpa objek, skenario dengan objek statis, skenario dengan objek dinamis) yang di taruh pada jalur antara pemancar dan penerima. Tahap ketiga, mendapatkan nilai RSSI asli dari penerima dan diproses dengan Kalman Filter. Dari tiga skenario tersebut di dapat Nilai RSSI setelah diproses menggunakan *Kalman Filter* pada skenario tanpa objek menunjukkan kestabilan dengan nilai antara -55dBm sampai dengan -56dBm dibandingkan dengan RSSI tanpa *Kalman Filter* dengan nilai -54dBm sampai dengan -57dBm. Skenario dengan Objek Statis menunjukkan RSSI *Kalman Filter* lebih stabil antara -62dBm sampai dengan -63dBm daripada nilai RSSI tanpa *Kalman Filter* antara -61dBm sampai dengan -64dBm. Sedangkan pada skenario Objek Dinamis, RSSI *Kalman Filter* juga menunjukkan kestabilan dengan nilai antara -74dBm sampai dengan -80dBm daripada RSSI tanpa *Kalman Filter* dengan nilai -74dBm sampai dengan -84dBm. Dapat ditarik kesimpulan Nilai RSSI setelah diolah dengan metode *Kalman Filter* lebih baik daripada nilai RSSI tanpa Kalman Filter.

Kata kunci: RSSI; Jaringan Sensor Nirkabel; Zigbee; Kalman Filter

I. PENDAHULUAN

Jaringan sensor nirkabel telah banyak digunakan dalam berbagai hal penting dan memiliki potensi untuk meningkatkan kemampuan manusia dalam mengembangkan aplikasi telekomunikasi. Protokol ZigBee merupakan salah satu contoh implementasi jaringan sensor nirkabel. ZigBee sebagai media transmisi yang proses pendeteksiannya dapat dimonitor secara real-time dari jarak jauh [1,11,12].

ZigBee yang memiliki karakteristik kecepatan data yang rendah, sehingga sangat cocok digunakan dalam pengembangan sistem. Mereka beroperasi pada rentang frekuensi 2.4 GHz. Nilai Indikator Kekuatan Sinyal yang

Diterima (RSSI) diperoleh dengan menggunakan fungsi yang sudah diinstal sebelumnya pada perangkat. Nilai RSSI menyerupai kekuatan sinyal radio yang diterima (diukur dalam dBm). Semakin tinggi nilai RSSI berarti semakin tinggi kekuatan sinyalnya. Alasan di balik penggunaan nilai RSSI adalah karena hampir semua sistem nirkabel menggunakan nilai ini. [2].

Nilai RSSI sangat bergantung pada jarak antara dua perangkat. Namun, pada kenyataannya nilai (RSSI) sangat dipengaruhi oleh lingkungan dan hambatan yang ada disekitarnya. Noise ini disebabkan oleh pantulan terhadap sinyal yang lain, atau sinyal yang memantul pada benda-benda

di lingkungan seperti dinding dan perabotan [3].

Rumus penghitungan RSSI :

$$RSSI = 10 \times \log \left[\frac{P_{RX}}{P_{ref}} \right] \quad (1)$$

dimana:

P_{RX} = Power yang diterima receiver (Watt)

P_{ref} = Power yang ditransmisikan transmitter (Watt)

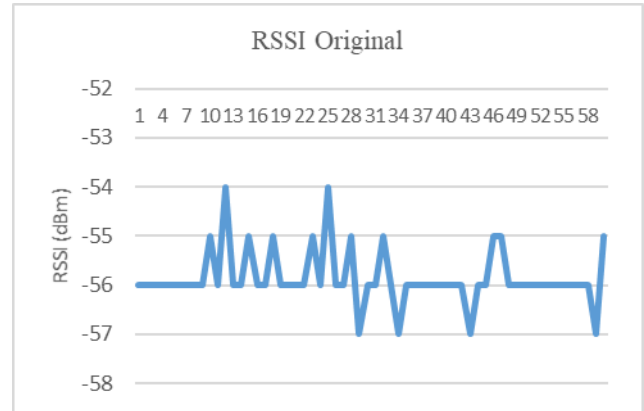
Besarnya pengaruh gangguan yang terjadi, mengakibatkan kesulitan untuk mengetahui nilai RSSI yang sebenarnya dan dapat mempengaruhi nilai sinyal yang sebenarnya [3]. Oleh karena itu, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengurangi gangguan pada nilai RSSI dengan menerapkan metode Kalman Filter.

Kalman Filter sendiri adalah sebuah estimator keadaan yang mengukur estimasi beberapa variabel yang tidak teramati berdasarkan hasil pengukuran penuh gangguan. Ini adalah algoritma rekursif karena memperhitungkan riwayat pengukuran. Dalam kasus kami, kami ingin mengetahui nilai RSSI yang sebenarnya [4]. Baru-baru ini, banyak peneliti yang meneliti tentang RSSI untuk komunikasi jaringan sensor nirkabel.

Menurut Yunsick terdapat sebuah kerangka kerja baru untuk memperkirakan jarak antara pengirim dan penerima yang di implementasikan pada *WiFi*, *Bluetooth*, dan sinyal radio [5].

Pada penelitian sebelumnya, sinyal RSSI di implementasikan hanya pada simulasi dan tidak di implementasikan pada sebuah alat. Dan di dalamnya tidak ada bagaimana cara untuk mengurangi gangguan terhadap nilai RSSI.

Kontribusi penelitian ini penerapan nya pada alat langsung, dan pada pengambilan nilai RSSI akan di implementasikan Metode Kalman Filter, agar supaya nilai RSSI menjadi lebih baik dan stabil. Pada penelitian ini digunakan Zigbee Xbee Pro S2 sebagai pemancar sinyal, Waspote sebagai mikrokontroler dan Raspberry Pi sebagai pengolah data sinyal menggunakan Kalman Filter. Skenario yang akan dilakukan nantinya memiliki tiga skenario, pertama menggunakan objek statis, kedua menggunakan objek bergerak, ketiga tanpa objek sama sekali.



Gambar 1. Nilai Sinyal RSSI Original.

Untuk mengatasi permasalahan noise pada sinyal RSSI, digunakan *Kalman Filter* sebagai penyetabil sinyal RSSI dengan mengurangi noise yang ada pada nilai RSSI. Pada implementasi nya nanti digunakan dua perangkat pengirim dan penerima, dan nilai RSSI dapat di hitung menggunakan rumus:

$$\bar{\mu}_t = \mu_t - 1$$

$$\bar{\Sigma}_t = \Sigma_{t-1} + R_t$$

Simbol μ sebagai nilai prediksi, sedangkan Σ mendefinisikan tingkat akurasi dari perhitungan nilai prediksi. Berdasarkan perhitungan akurasi nilai prediksi dan R sebagai symbol dari noise itu sendiri, maka didapatkan sebuah rumus untuk menghitung nilai terendah RSSI seperti di bawah ini:

$$K_t = \bar{\Sigma}_t (\bar{\Sigma}_t + Q_t)^{-1}$$

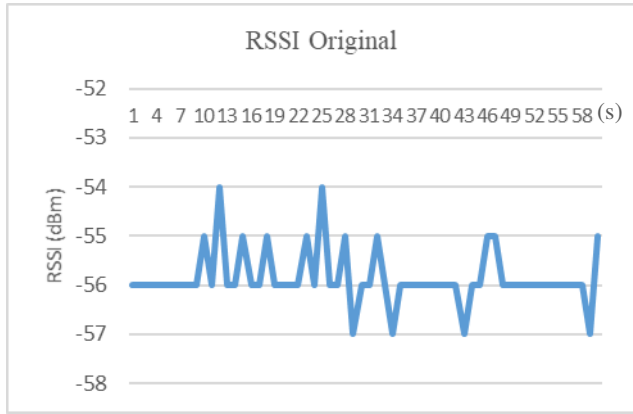
II. METODOLOGI

Metode penelitian menggunakan metode eksperimen tiga skenario yang dilaksanakan di laboratorium dengan kondisi dan peralatan yang diselesaikan guna memperoleh nilai RSSI.

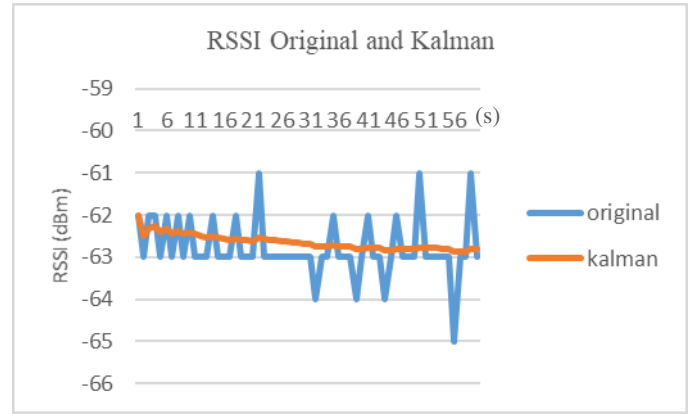
Pada tahap pertama akan diambil nilai tanpa menggunakan metode Kalman Filter, dan yang kedua menggunakan Kalman Filter. Proses ini disebut dengan RSSI Filtering.

A. RSSI Filtering

Di dalam sebuah komunikasi jaringan nirkabel, nilai RSSI akan tergantung kepada jarak transmitter dengan receiver. Akan tetapi nilai RSSI juga sangat di pengaruhi dengan kondisi lingkungan sekitar [3]. Nilai RSSI yang nantinya akan digunakan sifatnya masih acak karena adanya sinyal yang memantul pada dinding atau terpengaruh objek disekitarnya. (Gambar 1). Sementara itu penggunaan Zigbee sebagai perangkat yang akan digunakan, mempunyai keterbatasan pada pancaran sinyal RSSI.



Gambar 2. Nilai Sinyal RSSI Original.



Gambar 3. Perbandingan nilai RSSI tanpa Kalman filter dan Menggunakan Kalman Filter

Untuk mengatasi permasalahan noise pada sinyal RSSI, digunakan *Kalman Filter* sebagai penyetabil sinyal RSSI dengan mengurangi noise yang ada pada nilai RSSI. Pada implementasi nya nanti digunakan dua perangkat pengirim dan penerima, dan nilai RSSI dapat di hitung menggunakan rumus:

$$\bar{\mu}_t = \mu_t - 1$$

$$\bar{\Sigma}_t = \Sigma_{t-1} + R_t$$

Simbol μ sebagai nilai prediksi, sedangkan Σ mendefinisikan tingkat akurasi dari perhitungan nilai prediksi. Berdasarkan perhitungan akurasi nilai prediksi dan R sebagai symbol dari noise itu sendiri. Terdapat sebuah rumus untuk menghitung nilai terendah RSSI.

$$K_t = \bar{\Sigma}_t (\bar{\Sigma}_t + Q_t)^{-1}$$

Perhitungan noise atau gangguan, nilai Q_t , diubah ke beberapa inputan nilai RSSI. Rumus perhitungan tersebut lalu di perbaharui dengan perhitungan baru :

$$\mu_t = \bar{\mu}_t + K_t(z_t - \bar{\mu}_t),$$

$$\Sigma_t = \bar{\Sigma}_t - (K_t \bar{\Sigma}_t)$$

Hasil Perbandingan antara nilai RSSI tanpa menggunakan kalman filter dan nilai RSSI menggunakan kalman filter pada protocol Zigbee menghasilkan keluaran, jika menggunakan *Kalman Filter* sanggup mengurangi noise atau gangguan pada nilai RSSI yg di terima.

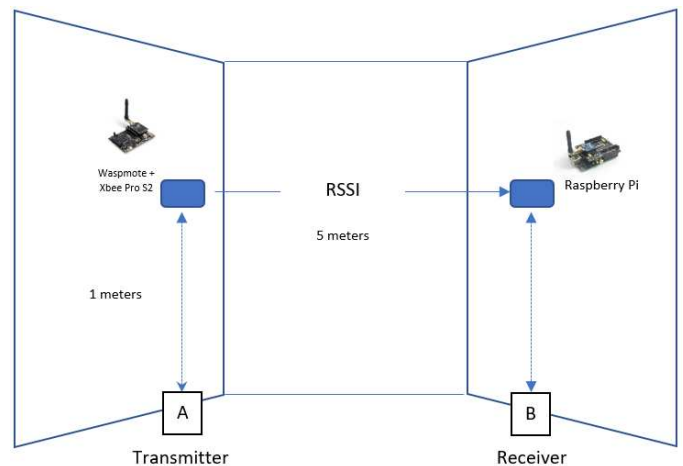
B. Komponen Sistem

Spesifikasi alat yang digunakan pada penelitian ini dapat di lihat pada Tabel 1 :

Tabel 1
 Spesifikasi Hardware

Mini PC sebagai Penerima / Receiver	Raspberry Pi 2 Model B+
Mikrokontroler sebagai Pengirim / Transmitter	Waspote PRO 1.2
	Xbee Pro S2 module
	USB Wifi
	USB Xbee transceiver

C. Skema Ruang Percobaan



Gambar 4. Skema Ruang Percobaan

Skenario ruangan yang akan digunakan dalam pengambilan nilai RSSI dapat di lihat pada Gambar 3. Pada pengambilan nilai RSSI menggunakan dua perangkat sebagai perangkat pengirim sinyal RSSI dan penerima sinyal RSSI. Protokol *ZigBee* 802.15.4 sebagai perangkat pengirim dan penerima sinyal yang di kombinasikan dengan Waspote sebagai Mikrokontroler.

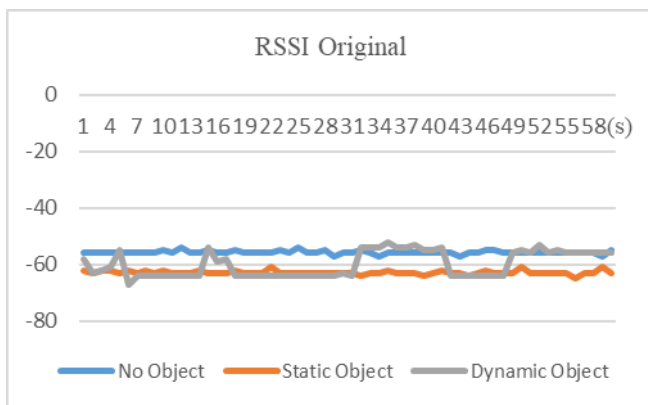
III. HASIL DAN ANALISA

Pada bagian ini akan dilakukan proses pengujian skenario. Langkah pertama adalah dengan mendeteksi kekuatan sinyal dari node penerima yang ditangkap tanpa objek. Langkah kedua dilakukan perhitungan nilai RSSI dengan objek statis atau tidak bergerak. Langkah ketiga dilakukan perhitungan nilai RSSI dengan objek dinamis atau objek bergerak. Kalman Filter digunakan setelah nilai RSSI dari semua skenario terkumpul, untuk mereduksi noise dan dibandingkan dengan nilai RSSI original. Lokasi perangkat pengirim dan penerima tetap, sedangkan sinyal yang dikirimkan bergantian antara dua perangkat yaitu pengirim dan penerima, dengan interval 1 detik. Jarak antara pengirim dan penerima adalah 5 meter, dan jarak ketinggian dari lantai yaitu 1 meter.

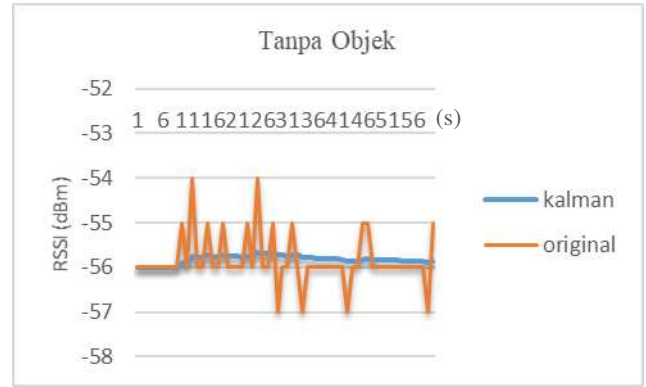
Tabel 2
 RSSI Original dari 3 skenario berbeda

Intervals (s)	Tanpa Objek	Objek Statis	Objek Dinamis
1	-56 dBm	-62 dBm	-58 dBm
2	-56 dBm	-63 dBm	-63 dBm
3	-56 dBm	-62 dBm	-62 dBm
4	-56 dBm	-62 dBm	-61 dBm
5	-56 dBm	-63 dBm	-55 dBm
6	-56 dBm	-62 dBm	-67 dBm
7	-56 dBm	-63 dBm	-64 dBm
8	-56 dBm	-62 dBm	-64 dBm
9	-56 dBm	-63 dBm	-64 dBm
10	-55 dBm	-62 dBm	-64 dBm
.....
60	-55 dBm	-63 dBm	-56 dBm
Rata-rata	-56 dBm	-63 dBm	-60 dBm

Dari hasil pengujian sinyal yang dilakukan secara berulang-ulang pada dua titik perangkat, pengirim dan penerima dengan jarak 5 meter tanpa Kalman Filter, diperoleh nilai RSSI yang ditunjukkan pada Tabel 2. Tampak bahwa nilai RSSI tanpa objek memiliki rata-rata -56 dBm, dengan objek statis memiliki rata-rata -63 dBm dan dengan objek dinamis memiliki rata-rata -60 dBm.

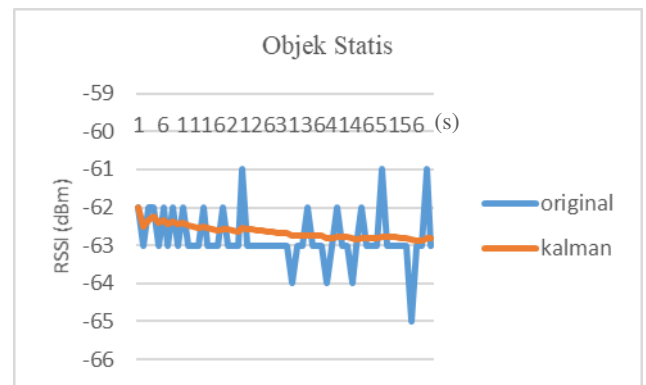


Gambar 5. RSSI Original



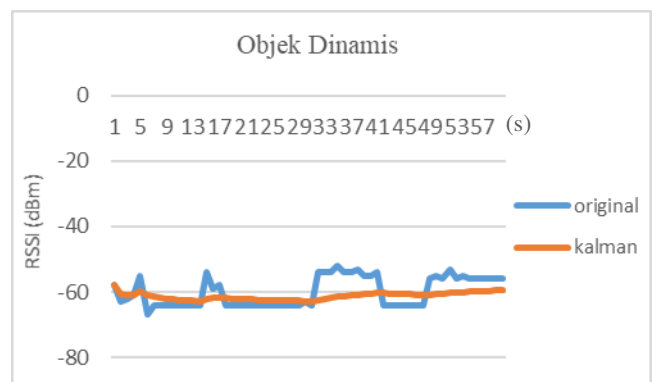
Gambar 6. Skenario Tanpa Objek

Gambar 5 menunjukkan kinerja Kalman Filter yang diterapkan pada nilai RSSI dalam Skenario Tanpa Objek. Nilai standar RSSI terlihat tidak stabil, hal ini dipengaruhi oleh pantulan sinyal yang mengenai benda-benda di lingkungan sekitar seperti tembok dan benda disekitarnya. Grafik Kalman Filter menunjukkan kurva yang lebih baik dibandingkan dengan grafik RSSI original.



Gambar 7. Skenario Objek Statis

Gambar 6 menunjukkan kinerja Kalman Filter yang diterapkan pada nilai RSSI di Skenario Objek Statis. Nilai standar RSSI terlihat tidak stabil karena terdapat objek statis diantara node pengirim dan penerima, hal ini dapat dipengaruhi oleh pantulan sinyal yang mengenai objek penghalang. Grafik Kalman Filter menunjukkan kurva yang lebih baik dibandingkan dengan grafik RSSI original.



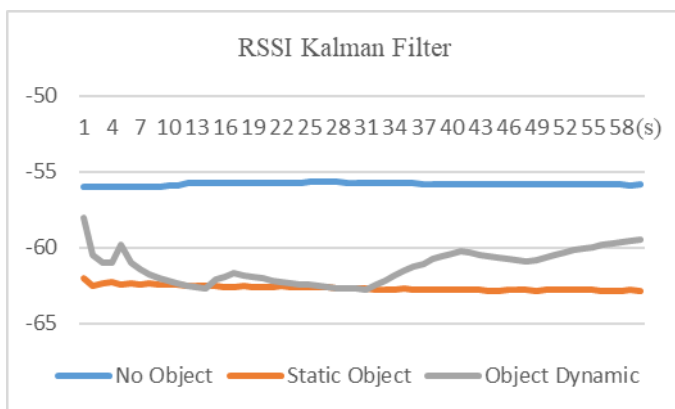
Gambar 8. Skenario Objek Bergerak

Gambar 7 menunjukkan performa Kalman Filter yang diterapkan pada RSSI dalam Skenario Objek Dinamis. Nilai standar RSSI dengan tidak stabil di interval 16 sampai 31, hal ini dapat dipengaruhi oleh objek yang menghalangi jalur. Teknik Kalman Filter membantu untuk membuat kurva yang lebih baik dibandingkan dengan kurva RSSI original..

Tabel 3
 RSSI menggunakan Kalman Filter dari 3 skenario

	No Object	Static Object	Dynamic Object
1	-56 dBm	-62 dBm	-58 dBm
2	-56 dBm	-62.50012497 dBm	-60.50062484 dBm
3	-56 dBm	-62.33327779 dBm	-61.00083286 dBm
4	-56 dBm	-62.24981264 dBm	-61.00062428 dBm
5	-56 dBm	-62.40029973 dBm	-59.79690301 dBm
6	-56 dBm	-62.33327779 dBm	-61.00291321 dBm
7	-56 dBm	-62.42914168 dBm	-61.43384592 dBm
8	-56 dBm	-62.37503079 dBm	-61.75741478 dBm
9	-56 dBm	-62.44525633 dBm	-62.009406 dBm
10	-55.8986 dBm	-62.40009864 dBm	-62.21129113 dBm
...
60	-55.8706 dBm	-62.82261167 dBm	-59.46623047 dBm

Kalman Filtering terbukti dapat memperbaiki nilai RSSI pada skenario yang telah di lakukan, seperti yang diimplementasikan dalam penelitian ini. nilai RSSI yang diukur dibandingkan dengan RSSI yang telah di filter oleh Kalman Filter yang ditunjukkan pada Tabel 3. Gambar 8 menunjukkan kinerja Kalman Filter yang diterapkan pada nilai RSSI di semua skenario. Hasil dari Kalman Filter menunjukkan kurva yang lebih baik dibandingkan dengan RSSI original.



Gambar 9. RSSI menggunakan Kalman Filter

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisis data nilai RSSI maka dapat ditarik kesimpulan:

Keakuratan nilai RSSI merupakan salah satu aspek terpenting dalam estimasi kekuatan sinyal, baik untuk aplikasi pelacakan lokasi sebuah objek maupun deteksi keberadaan objek pada sebuah ruangan. Untuk deteksi objek pada sebuah ruangan, pengukuran RSSI yang akurat dan tepat sangat dibutuhkan. Pada penelitian ini menyajikan penggunaan metode Kalman Filter untuk mengurangi noise pada nilai RSSI. Kinerja Kalman Filter dianalisis secara real-time dan diimplementasikan pada perangkat keras yang sesungguhnya. Hasil nilai yang disajikan dalam penelitian ini menyimpulkan bahwa kinerja nilai RSSI dengan Kalman Filter lebih baik daripada nilai RSSI original. Kontribusi utama dari penelitian ini adalah perancangan Kalman Filter pada perangkat keras dengan protokol (ZigBee 802.15.4) dan Raspberry Pi. Tujuan dari Kalman Filter adalah untuk memprediksi dan memfilter nilai RSSI pada kondisi skenario tanpa objek, objek statis, dan objek dinamis. RSSI setelah diproses dengan Kalman Filter pada skenario tanpa objek menunjukkan kestabilan dengan nilai antara -55dBm sampai dengan -56dBm dibandingkan dengan RSSI Original dengan nilai -54dBm sampai dengan -57dBm. Skenario Objek Statis menunjukkan RSSI Kalman Filter lebih stabil antara -62dBm sampai dengan -63dBm daripada nilai RSSI Original antara -61dBm sampai dengan -64dBm. Sedangkan pada skenario objek dinamis, nilai RSSI menggunakan Kalman Filter juga menunjukkan kestabilan dengan nilai antara -74dBm sampai dengan -80dBm daripada RSSI Original dengan nilai -74dBm sampai dengan -84dBm. Hasil yang ditunjukkan adalah nilai RSSI setelah diolah dengan Kalman Filter lebih baik menggunakan nilai RSSI original karena Kalman Filter mampu mereduksi noise yang muncul.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mohd Fauzi Othman, Khairunnisa Shazali, "Jaringan Sensor Nirkabel Applications: A Study in Environment Monitoring System", In *Procedia Engineering*, Volume 41, 2012, Pages 1204-1210, ISSN 1877-705.
- [2] Mohamed Hadi Habaebi, Mahamat Mahamat Ali, M.M. Hassan, M.S. Shoib, A.A. Zahrudin, A.A. Kamarulzaman, W.S. Wan Azhan, Md. Rafiqul Islam, "Development of Physical Intrusion Detection System Using Wi-Fi / ZigBee RF Signals", In *Procedia Computer Science*, Volume 76, 2015, Pages 547-552, ISSN 1877-0509.
- [3] M. Quwaider, "Real-time Intruder Surveillance using Low-cost Remote Wireless Sensors", 8th International Conference on Information and Communication Systems (ICICS). 2017.
- [4] Bulten. Wouter. "Human SLAM, Indoor Localisation of Devices and Users", IEEE First International Conference on Internet-of-Things Design and Implementation. 2016.
- [5] Sung, Y. "RSSI-Based Distance Estimation Framework Using a Kalman Filter for Sustainable Indoor Computing Environments". *Sustainability* 2016, 8, 1136.
- [6] Jayakody, Chaminda & Lokuliyana, Shashika & Chathurangi, Dinusha & Vithana, Demini. (2016). "Indoor Positioning: Novel Approach for Bluetooth Networks using RSSI Smoothing". *International Journal of Computer Applications*. 137. 26-32. 10.5120/ijca2016909028.
- [7] Ramiro Martínez-de Dios, J.; Ollero, A.; Fernández, F.J.; Regoli, C. "On-Line RSSI-Range Model Learning for Target Localization and Tracking". *J. Sens. Actuator Netw.* 2017, 6, 15.
- [8] N. P. M. Y. Nayan, M. F. Hassan and F. Subhan, "Filters for device-free indoor localization system based on RSSI measurement ", 2014

- International Conference on Computer and Information Sciences (ICCOINS), Kuala Lumpur, 2014, pp. 1-5.
- [9] B. Tay, W. Liu, H. F. Chai and P. H. J. Chong, "*Distributed RSSI-Sharing for Two-Way Ranging Base Station Selection*", 2010 11th International Conference on Control Automation Robotics & Vision, Singapore, 2010, pp. 90-95.
- [10] Z. Merhi, M. Nahas, S. Abdul-Nabi, A. Haj-Ali and M. Bayoumi, "*RSSI Range Estimation for Indoor Anchor Based Localization for Jaringan Sensor Nirkabels*", 2013 25th International Conference on Microelectronics (ICM), Beirut, 2013, pp. 1-4.
- [11] M. Udin Harun Al Rasyid, Isbat Uzzin Nadhori, Yodhista Alnovinda, "CO and CO2 Pollution Monitoring Based on Jaringan Sensor Nirkabel", IEEE International Conference on Aerospace Electronics and Remote Sensing Technology (ICARES), 3-5 Desember 2015, Kuta, Bali, Indonesia.
- [12] M. Udin Harun Al Rasyid, Achmad Sayfudin, Arif Basofi, Amang Sudarsono, "Development of Semantic Sensor Web For Monitoring Environment Conditions", International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA), 28 - 30 July 2016, Lombok Indonesia.