

Peningkatan Akurasi Penempatan Sistem IoT Berdasarkan Kekuatan Sinyal yang Diterima Menggunakan Algoritma Naïve Bayes dan k-Nearest Neighbor

Taman Ginting¹, Didik Purwadi², Kurniawan Joko Nugroho³, Sudarno⁴

^{1,2}Manajemen Informatika, Politeknik Pratama Mulia Surakarta

³Mesin Otomotif, Politeknik Pratama Mulia Surakarta

⁴Teknik Elektronika, Politeknik Pratama Mulia Surakarta

e-mail: ¹ginting79@gmail.com, ²dikpur30@gmail.com, ³wawanjoko01@gmail.com, ⁴isussay@gmail.com

ABSTRACT

The ability to access the internet of internet of things (IoT) devices used is an important element, for some applications. In addition, the received signal strength (rssi) based on the placement point of the IoT device located indoors is very important in determining the success of controlling and controlling it. The error rate is observed by determining the position based on rssi information from the current position of the device whether it can detect whether the device that transfers data from the specified location or location indoors uses rssi or the signal strength received by the object. Based on the results of the study, there are results such as the following From the on-line phase, the average error in the estimated distance and standard deviation using the k-NN algorithm is 8.24 m with a standard deviation of 10.07 m greater than the Naïve Bayes algorithm from the on-line phase, the average error in the estimated distance is 6.10 m and the standard deviation is 8.83 m, the distance of the target location, therefore the prediction of the test results on the Naïve Bayes algorithm is better than using the k-NN algorithm.

INTISARI

Kemampuan mengakses internet perangkat internet of things (IoT) yang digunakan merupakan elemen penting, untuk beberapa aplikasi. Selain itu, kekuatan sinyal yang diterima (rssi) berdasarkan titik penempatan perangkat IoT yang terletak di dalam ruangan sangat lah menentukan keberhasilan dalam mengendalikan dan mengontrolnya. Tingkat kesalahan diamati dengan penentuan posisi berdasarkan informasi rssi dari posisi perangkat saat ini apakah dapat mendeteksi, apakah perangkat yang mentransfer data dari letak atau lokasi yang ditentukan di dalam ruangan menggunakan rssi atau kekuatan sinyal yang diterima oleh objek. Berdasarkan hasil penelitian terdapat hasil seperti berikut Dari fase on-line rata-rata kesalahan jarak estimasi dan standar deviasi menggunakan algoritma k-NN pada sebesar 8.24 m dengans tandar deviasi 10.07 m lebih besar dibandingkan dengan algoritma Naïve bayes dari fase on-line rata-rata kesalahan jarak estimasi 6.10 m dan standar deviasi 8.83 m jarak lokasi target karena prediksi dari hasil pengujian pada algoritma Naïve bayes lebih baik dibanding menggunakan algoritma k-NN.

Kata kunci: Internet of Things (IoT), smart home

I. Pendahuluan

Teknologi Internet of Things (IoT) yang sangat pesat. Salah satu contohnya adalah pemanfaatan teknologi dalam membangun rumah pintar (smart home). Rumah pintar menggunakan teknologi secara otomatis untuk meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan keamanan. Internet of Things (IoT) telah menjadi sebuah konsep penting. IoT adalah sebuah konsep yang memungkinkan objek fisik terhubung dan berkomunikasi satu sama lain melalui Internet. IoT telah mengubah cara kita berinteraksi dengan lingkungan, termasuk lanskap rumah pintar. Namun penerapan konsep IoT dan kemampuan mengakses internet perangkat internet of things (IoT) yang digunakan merupakan elemen penting, untuk beberapa aplikasi. selain itu, kekuatan sinyal yang diterima (rssi) berdasarkan titik penempatan perangkat IoT yang terletak di dalam ruangan sangat lah menentukan keberhasilan dalam mengendalikan dan mengontrolnya.. tingkat kesalahan diamati dengan penentuan posisi berdasarkan informasi rssi dari posisi perangkat saat ini apakah dapat mendeteksi, apakah perangkat yang mentransfer

data dari letak atau lokasi yang ditentukan di dalam ruangan menggunakan rssi. Dalam konteks ini, penulis ingin melakukan penelitian dengan judul “Peningkatan Akurasi Penempatan Sistem IoT Berdasarkan Kekuatan Sinyal yang Diterima Menggunakan Algoritma Naïve Bayes dan K-Nearest Neighbor k-NN”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui akurasi dari kinerja perangkat IoT dengan metode finger print menggunakan algoritma k-NN.

Smart Home dengan control aplikasi Internet of Things (IoT) yang memungkinkan penghuninya memantau, mengontrol, dan mengawasi aktivitas rumah mereka dari mana saja. Menurut [1], Internet of Things adalah sistem yang saling berhubungan yang memungkinkan perangkat elektronik berkomunikasi dan bertukar information melalui konektivitas jaringan. Peralatan yang terhubung ke jaringan melalui teknologi IoT berupa sensor dan aktuator untuk komunikasi dan otomatisasi kontrol rumah secara lokal atau jarak jauh [2], sehingga menjadikan rumah mudah untuk dikendalikan dan dikontrol tanpa melibatkan manusia. Sebagai contoh, melalui Internet, seseorang dapat mengontrol rumah dari lokasi mana saja, mekanisme kontrolnya disampaikan melalui perangkat lunak khusus atau aplikasi

seluler yang terinstall pada tablet, PC, atau Smart Phone [3]. Sensor dapat digunakan di rumah untuk memantau penggunaan listrik, mendeteksi pergerakan, dan mengontrol suhu, kelembapan, dan peralatan di dalam rumah. Menganalisis dan mengevaluasi informasi untuk memprediksi tindakan dan kondisi lingkungan serta mengoptimalkan otomatisasi adalah keuntungan lain menggunakan algoritme pembelajaran mesin dalam otomasi Smart Home [4]. Ketika konsep pembelajaran mesin digabungkan dengan teknologi IoT dalam desain dan pengembangan sistem otomasi Smart Home, sistem tersebut menghasilkan kinerja yang sangat efisien. Beberapa artikel penelitian dan literatur yang ada bertujuan untuk meningkatkan pengendalian lingkungan, manajemen energi, keamanan rumah, dan aspek lain dari sistem otomasi *Smart Home*. Algoritma pembelajaran mesin juga telah diterapkan di bidang IoT untuk klasifikasi, prediksi, dan analisis. Bagian ini menyajikan artikel di bidang IoT yang relevan dengan otomatisasi Smart Home dan penggunaan pembelajaran mesin dalam sistem cerdas. Wang dkk. [5] menyajikan Energy management solutions in the Internet of Things applications sistem otomasi Smart Home untuk menggantikan sistem otomasi rumah konvensional yang menggunakan teknologi IoT. Sistem yang diusulkan menggunakan aplikasi Android untuk mengontrol dan memantau peralatan, suhu, pergerakan, dan gas di lingkungan rumah, yang dilakukan melalui stasiun satelit dan handset frekuensi radio. Selection of effective machine learning algorithm and Bot-IoT attacks traffic identification for internet of things in smart city [6].

Internet of Things (IoT) memberi informasi kepada masyarakat dan menciptakan sesuatu (fisik dan virtual) berdasarkan informasi yang ada dan selalu berubah serta interoperabilitas informasi, sebuah infrastruktur global yang memungkinkan layanan tingkat lanjut. Teknologi komunikasi. Konsep IoT bertujuan untuk memperluas manfaat konektivitas melalui Internet yang selalu aktif, memungkinkan mesin, perangkat, dan objek fisik lainnya terhubung ke sensor untuk menangkap data dan mengelola kinerja. Hal ini juga memungkinkan mesin dan perangkat untuk bekerja sama dan mengambil tindakan berdasarkan informasi yang mereka terima [3]. Mikrokontroler Mikrokontroler adalah sistem komputer berfungsi yang terintegrasi dalam sebuah chip. Komponen utama yang terlibat meliputi inti prosesor, memori (RAM terbatas, memori program, atau keduanya), dan perangkat input/output. Mirip dengan komputer pada umumnya, mikrokontroler bertanggung jawab untuk melaksanakan instruksi yang diberikan padanya. Mikrokontroler adalah komputer chip tunggal yang dirancang untuk mengontrol perangkat elektronik dengan penekanan pada efisiensi dan pengurangan biaya. Sederhananya, mikrokontroler ini dapat disebut sebagai “pengontrol kecil” yang dapat dengan mudah mengontrol sistem elektronik yang sebelumnya membutuhkan berbagai bagian tambahan seperti IC TTL dan CMOS. Cara kerja mikrokontroler sebenarnya melibatkan proses membaca dan menulis data. [4]

Kegembiraan dkk. [7] mengusulkan mekanisme berbasis klien-server untuk otomatisasi Smart Home. Sistem yang diusulkan menggunakan algoritma pembelajaran mesin dan

konsep NLP untuk membangun interaksi antara sistem dan manusia. Pengguna mengeluarkan perintah untuk melakukan tugas tertentu seperti mengendalikan peralatan rumah tangga dan pintu serta memantau pergerakan kasur suara. Penulis juga merancang modul untuk membantu penyandang disabilitas melalui teknik NLP dan kecerdasan buatan. Mehmood dkk. [8] mengembangkan mekanisme deteksi objek untuk kontrol peralatan Smart Home, di mana sistem otomasi didasarkan pada algoritma deteksi objek, arsitektur pengontrol tampilan demonstrasi, dan cloud of things. Penulis mengusulkan sistem otomasi Smart Home berbasis aplikasi Android untuk lansia. Pengguna mengontrol peralatan di rumah dari jarak jauh melalui perintah suara atau sentuhan. Sistem pemantauan pintu berfungsi melalui deteksi wajah oleh kamera yang dipasang. Sistem ini juga menyertakan opsi efisiensi energi melalui modul yang dapat menganalisis penggunaan setiap peralatan listrik. Intensitas cahaya dan kecepatan kipas juga dapat diatur untuk mengurangi konsumsi energi dengan pendekatan ini. Suraj dkk. [18] menyajikan sistem otomasi Smart Home untuk merasakan status peralatan rumah tangga dan menentukan apakah peralatan tersebut hidup atau mati. Sistem ini didasarkan pada kecerdasan mesin visual dan sensor diskrit sebagai pengganti sensor di Smart Home. Berdasarkan hasil pemantauan visual, peralatan rumah tangga yang diinginkan dialihkan ke kondisi yang diinginkan, dan pembaruan status dikirimkan kepada pengguna melalui situs Internet yang ditunjuk. Sistem pengukuran dan otomasi Smart Home diusulkan oleh Mahmud dkk. [19]. Sistem memantau, mengendalikan, dan mengamati peralatan rumah tangga dan mesin elektronik melalui situs Internet yang ditunjuk. Sistem ini bertujuan untuk memudahkan pemantauan peralatan rumah tangga dan efisiensi energi. Sistem pengukuran online juga disertakan dalam rancangan mereka untuk mengamati anomali dalam distribusi listrik rumah tangga dan sistem penagihan untuk meningkatkan efisiensi energi. Hanumanthaiah dkk. [20] mengusulkan sistem otomasi rumah saklar pintar untuk kendali jarak jauh peralatan rumah tangga. Konsumsi daya dipantau melalui sensor arus dan tegangan yang terhubung ke stage cloud, yang memberikan pemberitahuan ketika konsumsi energi di rumah lebih tinggi dari nilai ambang batas. Sistem keamanan, pengendalian, dan pemantauan rumah diusulkan oleh Kundu dkk. [21], yang memantau kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan api serta mengontrol peralatan rumah tangga melalui berbagai cara. Kontrol dan pemantauan diterapkan melalui suara, saklar listrik, dan Internet. Keamanan rumah melibatkan pemberitahuan yang dikirim ke pengguna ketika penyusup rumah terdeteksi. Sistem ini dirancang untuk komunikasi nirkabel antara pengguna dan rumah tanpa hambatan lokasi.

II. Metode Penelitian

Fingerprinting adalah metode untuk pemetaan pengukuran data ke titik grid yang dikenal di seluruh wilayah cakupan di lingkungan. Lokasi diperkirakan dari perbandingan antara pengukuran RSS real-time dan RSS yang sebelumnya disimpan dalam fingerprint. Fingerprinting sering digunakan untuk lokalisasi berbasis dalam gedung atau dalam ruangan, terutama ketika hubungan analitis antara

pengukuran RSS dan jarak tidak mudah dibentuk karena multipath dan interferensi.

Metode fingerprint untuk lokalisasi juga disebut scene analysis biasanya digunakan dalam gedung karena dibutuhkan karakteristik stasioner lingkungan contohnya atenuasi dinding. Setiap infrastruktur yang ada dapat digunakan untuk positioning system. Sistem penentuan posisi tersebut dipandang sebagai solusi yang paling efektif dan layak untuk lingkungan indoor.

fingerprint biasanya bekerja dalam dua tahap: off-line dan tahap online. Dalam tahap off-line, kekuatan sinyal dari Acces Poin (AP) dikumpulkan dari lokasi yang berbeda untuk membangun database atau disebut juga pemetaan lingkungan. Sedangkan tahap online, lokasi dapat dihitung dengan membandingkan pengukuran Receive Signal Strength (RSS) dan pengukuran nilai yang disimpan dalam database.

A. Tahapan Lokalisasi

Dalam tahap ini, lokasi yang tidak diketahui akan diestimasi dengan membandingkan rata-rata pengukuran ke titik yang tidak diketahui dengan database pada fase off-line. Perbandingan terbaik menunjukkan perkiraan posisi. Dari algoritma yang berbeda diterapkan untuk tujuan Memprediksi lokasi objek. Hasil pengukuran RSS dari masing-masing Acces point bisa di rata-rata.

B. k-Nearest Neighbor (k-NN)

k-Nearest Neighbor (k-NN) adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Proses pengenalan posisi yang dilakukan terhadap database fingerprint menggunakan algoritma k-Nearest Neighborhood (k-NN). K-NN digunakan untuk memperkirakan lokasi yang sebenarnya, algoritma ini sesuai dengan fingerprint. Persamaan di bawah ini menunjukkan rumus perhitungan untuk mencari jarak atau rumus euclidean. Algoritma k-NN dilakukan dengan cara menghitung jarak total semua variabel pada data test dengan semua data pada set data training, dengan menggunakan rumus Euclidean :

$$d_i = \sqrt{\sum_{j=1}^p (X_{ij} - Y_j)^2} \quad (1)$$

Keterangan rumus:

di = jarak data uji terhadap data sampel ke i,
Xi = data sampel ke i,
j = indeks variable,
P = jumlah variable
Y = data uji

C. Perhitungan Akurasi

Akurasi dapat juga dianggap sebagai besarnya penyimpangan dari sebuah sistem lokalisasi, sehingga jika penyimpangan semakin kecil maka sistem akan semakin baik. Akurasi sistem lokasi diperoleh dengan cara menghitung jarak antara lokasi sebenarnya dengan prediksi lokasi menggunakan jarak Euclidean dengan persamaan sebagai berikut:

$$d = \sqrt{(x - x')^2 + (y - y')^2} \quad (2)$$

Besarnya nilai akurasi secara keseluruhan diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$Akurasi = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{(x_i - x'_i)^2 + (y_i - y'_i)^2}}{n} \quad (3)$$

dengan :

d = jarak Euclidean,

(x,y) = lokasi sebenarnya,

(x',y')= Prediksi lokasi,

n = banyaknya data pengujian.

Besarnya standar deviasi dihitung dengan persamaan:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{(n-1)} \quad (4)$$

dengan : σ^2 = standar deviasi,

μ = mean (rata-rata),

x = variabel acak

D. Algoritma Naïve Bayes

Naïve Bayes Classifier mengadopsi ilmu statistika yaitu dengan menggunakan teori kemungkinan (Probabilitas) untuk menyelesaikan sebuah kasus Supervised Learning, artinya dalam himpunan data terdapat Label, Class atau Target sebagai acuan.[5] Naïve bayes classifier merupakan Metode klasifikasi yang memiliki beberapa fase penyelesaian yaitu dimulai dari Training Data, Learning Algorithm, Model, Test Data dan diakhiri dengan proses Testing sehingga dihasilkan sebuah keputusan yang akurat. Model Naive Bayes mudah dibuat dan sangat berguna untuk kumpulan data yang sangat besar.[5] Naive Bayes juga merupakan perhitungan yang dapat mengelompokkan variabel tertentu menggunakan kemungkinan dan strategi faktual. Naive Bayes menggunakan bagian ilmu matematika yang dikenal sebagai hipotesis kemungkinan untuk melacak kemungkinan terbaik dari pesanan potensial, dengan memeriksa pengulangan setiap karakterisasi dalam data training. Keuntungan dari penggunaan metode Naive Bayes adalah bahwa metode ini hanya membutuhkan jumlah data pelatihan (Training Data) yang kecil saja untuk menentukan estimasi parameter yang diperlukan dalam proses pengklasifikasian dan dapat bekerja jauh lebih baik dalam situasi dunia nyata yang kompleks. [6] Naive Bayes merupakan salah satu algoritma klasifikasi yang sederhana namun memiliki kemampuan dan akurasi tinggi.[7].

$$P(H|X) = \frac{P(X|Ci).P(Ci)}{P(X)} \quad (1)$$

dimana:

X: Data dengan class yang belum diketahui

Ci: Hipotesis data merupakan suatu class spesifik

P(Ci|X): Probabilitas hipotesis Ci berdasar kondisi X (posteriori probabilitas)

P(Ci): Probabilitas hipotesis Ci (prior probabilitas)

$P(X|C_i)$: Probabilitas X berdasarkan kondisi pada hipotesis C_i
 $P(X)$: Probabilitas X

Teorema Bayes sering pula dikembangkan mengingat berlakunya probabilitas total, rumus nya sebagai berikut: [2]

$$P(H|X) = \frac{P(X|H)}{\sum_{i=1}^n P(H_i|X)} \times P(H) \tag{2}$$

Keterangan:

$i = 1,2,3,\dots n$ jumlah data Hipotesis (prioritas Probabilitas)

dimana $H = H_1 \cup H_2 \cup H_3 \dots \cup H_n = S$
 $S =$ Probabilitas total S

Untuk memahami Teorema Naïve Bayes, harus diperhatikan bahwa siklus klasifikasi memerlukan berbagai tanda untuk mengetahui kelas apa yang sesuai untuk contoh yang sedang diselidiki. Karena itu, Teorema Bayes di atas disesuaikan sebagai berikut:

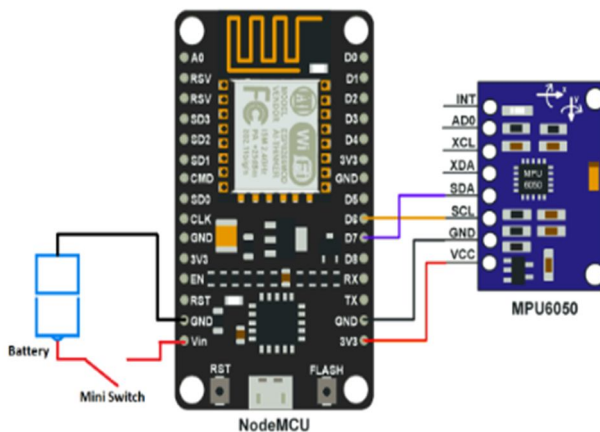
$$P(C|F_1, \dots, F_n) = \frac{P(F_1, \dots, F_n|C)}{P(F_1, \dots, F_n)} \times P(C) \tag{3}$$

Rumus di atas dapat pula ditulis secara sederhana sebagai berikut:

$$Posterior = \frac{prior \times Likelihood}{evidence} \tag{4}$$

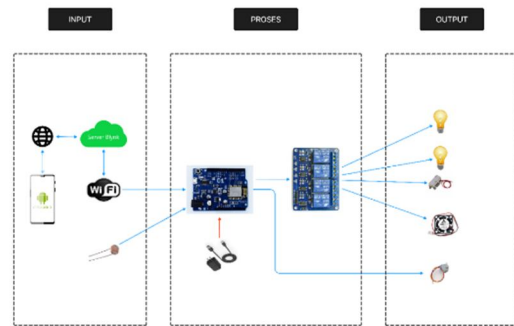
E. Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem terdapat skematik rangkaian sistem, skema diagram rangkaian, desain mekanik, perancangan program mikrokontroler, dan perancangan aplikasi android.



Gambar 1. Perancangan Sistem

F. Diagram Sistem



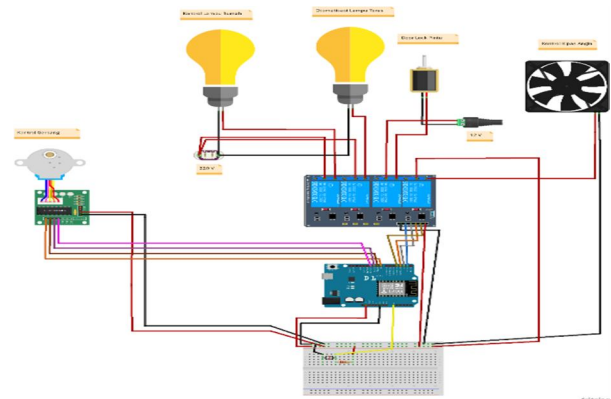
Gambar 2. Diagram Sistem

Keterangan :

Pada diagram sistem di atas, terdapat dua sumber input yang terdiri dari Aplikasi smartphone Android yang berfungsi sebagai kontrol smart home, serta sensor cahaya (LDR) yang berfungsi sebagai pemantau smart home. Input-input tersebut kemudian akan diproses oleh Wemos D1R1, suatu perangkat yang memiliki kemampuan untuk mengendalikan relay dan motor stepper. Hasil dari proses tersebut adalah relay yang dapat mengendalikan lampu, doorlock, dan kipas, serta Wemos D1R1 yang dapat langsung mengendalikan motor stepper. Kedua komponen ini berperan sebagai output dari sistem yang dijelaskan.

Skematik Rangkaian Sistem

Flowchart dan Skematik Rangkaian yang digunakan pada perancangan sistem smart home ini adalah sebagai berikut.

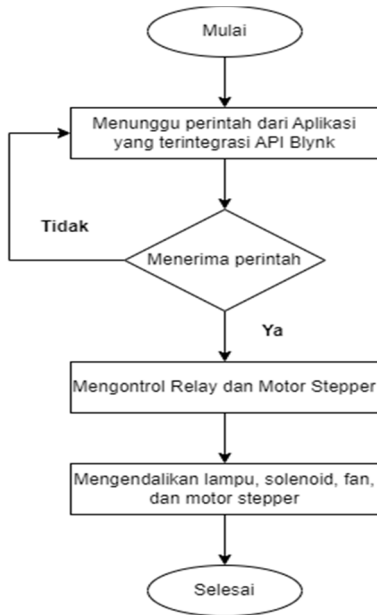


Gambar 3. Skema Diagram Rangkaian

Berikut ini adalah keterangan skema diagram rangkaian diatas Perancangan Aplikasi Android.

Pada perancangan ini digunakan software kodular untuk membuat aplikasi android untuk mengontrol dan monitoring smart home, flowchart dan konfigurasi nya :

G. Flowchart Aplikasi

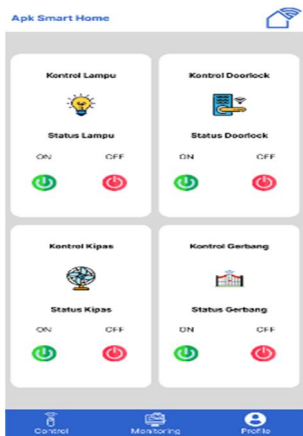


Gambar 4. Flowchart Aplikasi Kontrol

H. Desain Tampilan Aplikasi

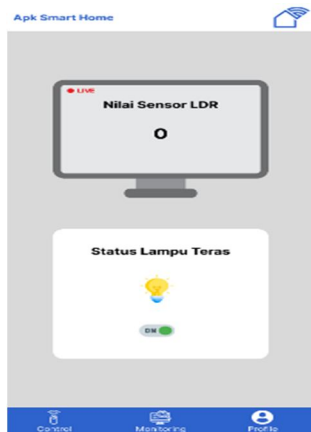
Berikut adalah desain tampilan aplikasi yang digunakan.

1. Tampilan Home Control



Gambar 5. Tampilan Home Control

2. Tampilan Home Monitoring



Gambar 6. Desain Aplikasi

I. Pengujian Sistem

Setelah perancangan keseluruhan sistem berhasil dibuat, dilakukan tahap pengujian sistem untuk mengetahui kinerja dari sistem baik perangkat lunak maupun perangkat keras apakah sudah bekerja sesuai dengan perancangan.

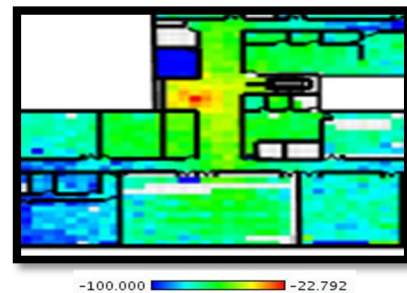
Pengujian akurasi dan posisi/penempatan alat ditempatkan dengan ketentuan jangkaunya sinyal yang kuat karena alat yang digunakan berhubungan secara wireless. Pengukuran sinyal dilakukan untuk menentukan kekuatan sinyal yang diterima menggunakan GSM RSS dengan pengambilan data sebanyak 10 kali disetiap titik dengan jarak pengukuran dimulai dari 5 m sampai 50 m dari setiap sudut ruangan.

III. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari penelitian menunjukkan hasil pengujian dengan penempatan alat di tengah smart home menggunakan GSM dan diuji dengan algoritma k-NN, Naïve Bayes. Konfigurasi yang dilakukan pada pengujian pertama ini memperoleh visualisasi dari fase dari Fase off-line dan rata-rata kesalahan jarak dari kedua algoritma.

Visualisasi RSS

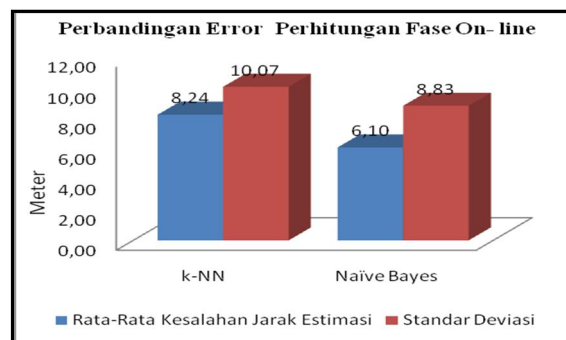
Visualisasi peta fingerprint dalam penempatan alat dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Visualisasi Peta Fingerprint di Tengah Gedung

Tabel 1. Tabel Perbandingan Rata-Rata Kesalahan Jarak Estimasi & Standar Deviasi

| Keterangan | k-NN | Naïve Bayes |
|------------------------------------|---------|-------------|
| Rata-Rata Kesalahan Jarak Estimasi | 8,24 m | 6,10 m |
| Standar Deviasi | 10,07 m | 8,83 m |



Gambar 8. Grafik Hasil Perbandingan Algoritma k-NN dan Naïve Bayes

IV. Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan dari fase off-line hasil visualisasi nilai RSS tiap grid mengalami penyebaran nilai yang berbeda hal ini disebabkan oleh waktu dan kondisi pengukuran yang berbeda pula. Dari fase on-line rata-rata kesalahan jarak estimasi dan standar deviasi menggunakan algoritma k-NN pada sebesar 8.24 m dengan standar deviasi 10.07 m lebih besar dibandingkan dengan algoritma Naïve bayes dari fase on-line rata-rata kesalahan jarak estimasi 6.10 m dan standar deviasi 8.83 m jarak lokasi target karena prediksi dari hasil pengujian pada algoritma Naïve bayes lebih baik dibanding menggunakan algoritma k-NN

B. Saran

Penelitian dapat dikembangkan lagi dengan menggunakan berbagai metode dan algoritma supaya peralatan IoT dapat berjalan dengan baik, sehingga tingkat kesalahan pada pengendalian alat semakin kecil.

REFERENSI

- [1] Sampathkumar, A., Murugan, S., Sivaram, M., Sharma, V., Venkatachalam, K., & Kalimuthu, M. (2020). Advanced Energy Management System for Smart City Application Using the IoT. *Internet of Things in Smart Technologies for Sustainable Urban Development*, 185-194
- [2] Cho, K., Jang, H., Park, L. W., Kim, S., & Park, S. (2019, January). Energy management system based on augmented reality for human-computer interaction in a Smart City. In *2019 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE)* (pp. 1-3). IEEE.
- [3] Al Sharif, R., & Pokharel, S. (2021). Smart City Dimensions and Associated Risks: Review of literature. *Sustainable Cities and Society*, 103542.
- [4] J. Jaihar, N. Lingayat, PS Vijaybhai, G. Venkatesh, dan KP Upla, "Otomasi rumah pintar menggunakan algoritma pembelajaran mesin," dalam *Proceedings of the International Conference for Emerging Technology*, IEEE, Belgaum, India, Juni 2020.
- [5] Wang, D., Zhong, D., & Souri, A. (2021). Energy management solutions in the Internet of Things applications: Technical analysis and new research directions. *Cognitive Systems Research*, 67, 33-49
- [6] Shafiq, M., Tian, Z., Sun, Y., Du, X., & Guizani, M. (2020). Selection of effective machine learning algorithm.
- [7] Luckey, D., Fritz, H., Legatiuk, D., Dragos, K., & Smarsly, K. (2020, August). Artificial intelligence techniques for smart city applications. In *International Conference on Computing in Civil and Building Engineering* (pp. 3-15). Springer, Cham.
- [8] Singh, T., Solanki, A., & Sharma, S. K. (2021). Role of Smart Buildings in Smart City—Components, Technology, Indicators, Challenges, Future Research Opportunities. *Digital Cities Roadmap: IoT-Based Architecture and Sustainable Buildings*, 449-476.
- [9] S. Mahmud, S. Ahmed, dan K. Shikder, "Sistem otomatisasi dan pengukuran rumah pintar menggunakan internet of things (IoT)," dalam *Prosiding Konferensi Internasional tentang Robotika, Teknik Listrik dan Pemrosesan Sinyal*, ICREST, Dhaka, Bangladesh, Januari 2019.
- [10] A. Hanumanthaiah, D. Arjun, ML Liya, dan A. Gopinath, "Rumah pintar berbasis cloud terintegrasi dengan otomatisasi dan kemampuan pengendalian jarak jauh," dalam *Prosiding Konferensi Internasional tentang Sistem Komunikasi dan Elektronika (ICCES) 2019*, IEEE, Coimbatore, India, Juli 2019.
- [11] D. Kundu, ME Khallil, TK Das, AA Mamun, dan A. Musha, "Sistem otomasi rumah pintar menggunakan IoT," *International Journal of Scientific Engineering and Research*, vol. 11, tidak. 6, hal.697-701, 2020.
- [12] SK Saravanan, AM Nainar, dan SV Marichamy, "Sistem otomasi cerdas berbasis Android menggunakan banyak otentikasi," *Jurnal IRE*, vol. 3, tidak. 6, hlm.60-65, 2019.
- [13] Golpîra, H., & Bahramara, S. (2020). Internet-of-things-based optimal smart city energy management considering shiftable loads and energy storage. *Journal of Cleaner Production*, 264, 121620.L.-D. Liao, C.-C. Chuang, T.-R. Ger et al., "Desain dan validasi sistem kontrol dan pemantauan rumah pintar multifungsi berbasis android," *IEEE Access*, vol. 7, hal.163313-163322, 2019.
- [14] U. Pujari, P. Patil, N. Bahadure, dan M. Asnodkar, "Sistem otomasi rumah pintar terintegrasi berbasis Internet of Things," dalam *Prosiding Konferensi Internasional tentang Pemrosesan Komunikasi dan Informasi (ICCIP)*, Tokyo, India, November 2020.
- [15] Kim, D., Kwon, D., Park, L., Kim, J., & Cho, S. (2020). Multiscale LSTM-Based Deep Learning for Very-ShortTerm Photovoltaic Power Generation Forecasting in Smart City Energy Management. *IEEE Systems Journal*, 15(1), 346-354.
- [16] A. Akhtar, T. Ahmad, N. Sabahat, dan S. Minhas, "Sistem otomasi rumah berbasis IoT menggunakan ThingSpeak," dalam *Prosiding Konferensi Internasional 2019 tentang Teknik Komputasi, Elektronika & Komunikasi (iCCECE)*, London, Inggris, Agustus 2019.
- [17] MN Aman, U. Javaid, dan B. Sikdar, "IoT-proctor: kerangka patching perangkat yang aman dan ringan untuk memitigasi penyebaran malware di jaringan IoT," *IEEE Systems Journal*, hlm. 1-12, 2021.
- [18] U. Javaid, MN Aman, dan B. Sikdar, "Mendefinisikan kepercayaan dalam lingkungan IoT melalui pengesahan jarak jauh terdistribusi menggunakan blockchain," dalam *Prosiding Simposium Internasional Kedua Puluh Satu tentang Teori, Landasan Algoritma, dan Desain Protokol untuk Jaringan Seluler dan Komputasi Seluler (Mobihoc '20)*, New York, NY, AS, Oktober 2020.
- [19] U. Javaid dan B. Sikdar, "Kerangka perdagangan energi yang ringan dan aman untuk kendaraan listrik," dalam *Prosiding Konferensi Internasional 021 tentang*

- Energi Berkelanjutan dan Transportasi Listrik Masa Depan , SEFET, Hyderabad, India, Jan 2021.
- [20] H. Durani, S. Mitul, M. Vaghasia, dan S. Kotech, “Aplikasi rumah otomatis pintar menggunakan IoT dengan aplikasi Blynk,” dalam Prosiding Konferensi Internasional ke-2 tentang Teknologi Komunikasi dan Komputasi Inventif , Coimbatore, India, April 2018.
- [21] S. Garg, A. Yadav, S. Jamloki, A. Sadana, dan K. Tharani, “Otomasi rumah berbasis IoT,” Jurnal Ilmu Informasi dan Optimasi , vol. 41, tidak. 1, hal.261–271, 2020.
- [22] AE Amoran, AS Oluwole, EO Fagorola, dan RS Diarah, “Sistem otomatis rumah menggunakan Bluetooth dan aplikasi android,” Scientific African , vol. 11, hlm. 1–8, 2021.