

Pengembangan Aplikasi Penentuan Posisi Sapi Menggunakan Metode Triangulasi Berbasis Cubeacon

Dhimas Kautsar F¹, Supeno Mardi Susiki Nugroho¹

¹Dept. Teknik Komputer Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Indonesia

Email: kautsardhimas@gmail.com, mardi@its.ac.id,

Abstrak

Loka Penelitian Sapi Potong, Grati, Pasuruan merupakan sebuah peternakan yang berada di bawah naungan Dinas Peternakan yang bertugas mengamati perkembangan sapi potong. Jumlah sapi di Loka Penelitian Sapi Potong Grati Pasuruan adalah sebanyak 1.219 ekor. Untuk jumlah tersebut, Loka Penelitian Sapi Potong Grati Pasuruan menyediakan area kandang seluas 4 hektare untuk penelitian sapi potong. Setiap bulan terdapat kegiatan pemeriksaan yang dilakukan oleh petugas peternakan di Grati Pasuruan. Untuk sistem identifikasi posisi sapi di Loka Penelitian Sapi Potong Grati Pasuruan, saat ini masih menggunakan metode manual dengan memeriksa tanda pada sapi satu per satu. Dengan sistem yang digunakan tersebut, dibutuhkan waktu yang lama untuk menemukan sapi yang akan diperiksa secara berkala. Hal ini mengakibatkan perlakuan dan pemeriksaan rutin terhadap sapi menjadi tidak efektif. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengembangkan sistem identifikasi posisi sapi dengan metode triangulasi berbasis cubeacon yang memudahkan peternak dalam melakukan perawatan dan pemeriksaan sapi secara berkala. Proses penentuan posisi sapi dilakukan dengan mengidentifikasi jarak antara cubeacon (BLE) dan receiver. Jarak diperoleh dari konversi redaman sinyal Bluetooth yang dikirimkan oleh cubeacon. Redaman sinyal tersebut berupa RSSI (Received Signal Strength Indicator) dengan satuan dB. Selanjutnya, jarak tersebut diproses di dalam receiver dengan metode triangulasi untuk mendapatkan posisi sapi dalam bentuk koordinat. Receiver ditempatkan di kandang sapi dan setiap sapi dipasang cubeacon. Sistem ini berhasil diterapkan dengan kesalahan untuk setiap koordinat sebesar 0,5 meter hingga 2 meter. Sistem ini sangat membantu peternak di Grati Pasuruan dalam membantu perawatan dan identifikasi posisi sapi.

Keyword: Cubeacon, Triangulasi, BLE, Posisi

Diterima Redaksi: 05-07-2024 Selesai Revisi: 15-07-2024 Diterbitkan Online: 15-07-2024

DOI: <https://doi.org/10.59378/jcenim.v2i2.52>

I. PENDAHULUAN

Peternakan merupakan hal yang umum dilakukan oleh masyarakat Indonesia. Sebagian besar masyarakat Indonesia baru memulai beternak atau sudah lama beternak sapi. Menurut Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, dari tahun 2013 hingga 2016 jumlah sapi potong di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan. Dari 12,6 juta meningkat menjadi 16 juta pada tahun 2016 [1]. Salah satu peternakan yang memiliki peran besar dalam pengembangan sapi potong adalah Loka Penelitian Sapi Potong, Grati, Pasuruan. Jumlah sapi di Loka Penelitian Sapi Potong Grati Pasuruan adalah sebanyak 1.219 ekor dengan rincian 856 ekor betina dan 363 ekor jantan [2]. Dengan total 1.219 ekor sapi tersebut, Loka Penelitian Sapi Potong Grati Pasuruan menyediakan area seluas 4 hektare untuk kandang penelitian sapi potong. Bentuk kandang yang ada sangat bervariasi. Terdapat kandang individu, kelompok, hingga kelompok besar, bahkan terdapat sapi yang dikeluarkan dari kandang untuk diteliti perilakunya. Setiap bulan terdapat kegiatan pemeriksaan secara berkala sebanyak 3 kali. Kegiatan pemeriksaan ini dilakukan untuk mengumpulkan data perkembangan sapi. Sapi yang akan diperiksa terlebih dahulu dicari di dalam kandangnya. Identifikasi identitas sapi dilakukan dengan metode manual dengan melihat tanda yang terpasang pada sapi. Tanda pada sapi berupa tulisan kecil yang ditempelkan pada telinga sapi. Petugas atau peternak yang akan melakukan pemeriksaan mencari sapi berdasarkan tanda tersebut satu per satu. Proses ini membutuhkan waktu yang cukup lama.

Pencarian secara manual juga tidak efisien untuk kelompok sapi yang besar dan sapi yang berada di luar kandang. Setelah sapi berhasil ditangkap, terkadang data dan tanda pada sapi tidak sesuai (data

hilang atau tertukar). Hal ini disebabkan oleh tanda yang sulit diamati serta proses pencarian sapi yang masih menggunakan cara manual. Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini akan dikembangkan sebuah sistem aplikasi untuk identifikasi posisi sapi dengan metode Triangulasi berbasis cubeacon[3, 4].

Aplikasi ini bertujuan untuk memudahkan peternak dalam menemukan posisi sapi, khususnya pada kelompok sapi yang besar. Dengan sistem yang akan dikembangkan, diharapkan dapat meningkatkan kinerja dalam perawatan maupun pemeriksaan sapi. Sistem ini dijalankan pada perangkat mobile sehingga peternak dapat mencari dan melihat kondisi sapi dengan lebih mudah. Sistem ini akan terhubung dengan internet sehingga data sapi dan posisi sapi dapat dipantau oleh peneliti maupun peternak di lapangan[5, 6].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Peternakan Sapi

Peternakan yang digunakan adalah Loka Penelitian Sapi Potong, Grati, Pasuruan. Loka Penelitian Sapi Potong (LOLIT Sapi Potong) memiliki luas area peternakan sebesar 5 hektare. Sebanyak 1 hektare digunakan untuk bangunan penelitian dan 4 hektare digunakan untuk area kandang dan penelitian. Area penelitian dan kandang seluas 4 hektare tersebut dibagi menjadi 7 klaster sesuai dengan tujuan masing-masing penelitian. Klaster tersebut meliputi Klaster Bunting, Klaster Kawin, Klaster Pembesaran, Klaster Nutrisi Reproduksi, Klaster Demonstration Plot, Klaster Plasma Nutfah, dan Klaster Pejantan.

Tabel 1: Jumlah sapi berdasarkan bangsa

PO	Bali	Madura	Jabres	Galekan	Rambon
824	173	208	7	5	2

Tabel 2: Jumlah sapi berdasarkan jenis kelamin

Jantan	Betina	Total
363	856	1.219

Dari ketujuh klaster tersebut dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu individu, kelompok besar, kelompok kecil, dan sapi yang berada di luar kandang. LOLIT Sapi Potong memiliki total 1.219 ekor sapi. Dengan luas lahan 4 hektare yang terbagi menjadi 3 jenis kandang, yaitu 2 kandang besar, kemudian sebanyak 46 kandang kelompok, dan sisanya merupakan kandang individu. Setiap bulan dilakukan pemeriksaan rutin sebanyak 3 kali .

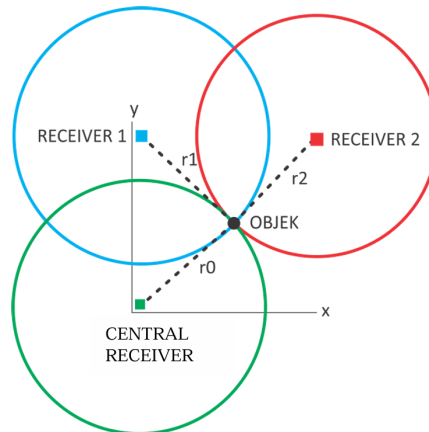
B. Metode Triangulasi

Triangulasi merupakan metode penentuan posisi suatu objek berdasarkan referensi menggunakan tiga receiver. Dalam metode triangulasi, teknik dibagi menjadi dua jenis, yaitu Literacy dan Angulation. Teknik Literacy terdiri dari beberapa cara, antara lain RSSI, ToA & TDoA, RToF, dan RSPM [7]. Dalam metode ini terdapat dua elemen yang harus dipenuhi, yaitu jarak objek terhadap receiver (r) serta koordinat receiver pusat (x_0, y_0) dan receiver lainnya (x_n, y_n). Setiap receiver memiliki koordinat (x_n, y_n) yang diperoleh dari jarak koordinat receiver pusat (x_0, y_0) terhadap receiver lainnya. Setiap receiver juga memiliki jarak relatif terhadap objek (r_0, r_n, r_m). Tiga jarak dan tiga titik koordinat tersebut dikonversi menggunakan persamaan lingkaran. Keluaran dari persamaan tersebut adalah koordinat objek (x, y) terhadap receiver pusat (x_0, y_0).

Ketiga persamaan lingkaran tersebut disubstitusi atau dieliminasi untuk menghasilkan titik koordinat objek x dan y terhadap pusat receiver [5, 6].

C. Cubeacon

Cubeacon merupakan implementasi dari teknologi BLE yang memungkinkan perangkat iOS atau Android untuk mendeteksi sinyal yang dipancarkan oleh Cubeacon dan memberikan informasi mengenai posisi perangkat terhadap Cubeacon [8]. Penentuan posisi menggunakan Cubeacon masih berada pada skala jarak dekat relatif antara receiver dan Cubeacon. Untuk mengetahui estimasi posisi receiver terhadap Cubeacon secara pasti, diperlukan peta lokal untuk menentukan lokasi, ruang, atau tempat tertentu,



Gambar 1: Metode Triangulasi

kemudian lokasi tersebut dipetakan dalam bentuk koordinat. Dengan menempatkan beberapa Cubeacon pada koordinat tertentu di dalam lokasi tersebut, dapat digunakan untuk menentukan estimasi posisi receiver terhadap iBeacon. Penentuan posisi dengan cara ini dapat dikatakan berbasis context-aware [3, 4]. .

1. Cubeacon Card

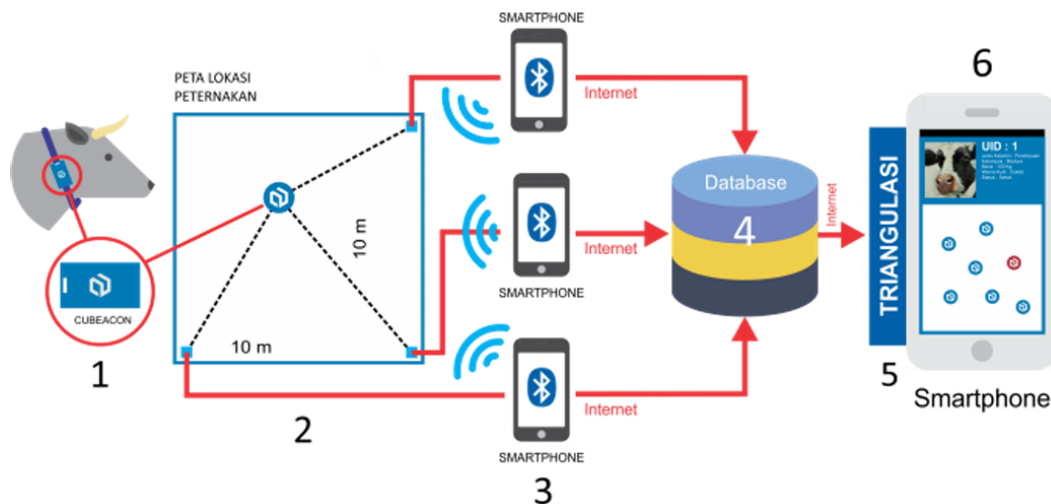
Cakupan area untuk Cubeacon Card sekitar 15 m. Cubeacon Card mengirimkan data broadcast secara terus-menerus. Perangkat ini memiliki masa pakai sekitar 2 tahun. Data yang dibroadcast berupa RSSI serta nilai Minor dan Major. Setiap Cubeacon Card memiliki UUID masing-masing. Oleh karena itu, akan terbaca dua UUID apabila terdapat dua Cubeacon Card yang ditempatkan secara bersamaan [9]..



Gambar 2: Cubeacon Card

III. DESAIN SISTEM

Tujuan dari penelitian ini adalah pengembangan aplikasi mobile untuk menentukan posisi sapi berbasis Cubeacon menggunakan metode Triangulasi guna membantu peternak dalam pemantauan kesehatan, perawatan berkala, dan pencarian ternak. Penelitian ini memberikan solusi untuk sapi yang telah terintegrasi dengan Smartphone sehingga pencarian dan pengumpulan data sapi menjadi lebih mudah.



Gambar 3: Desain Sistem

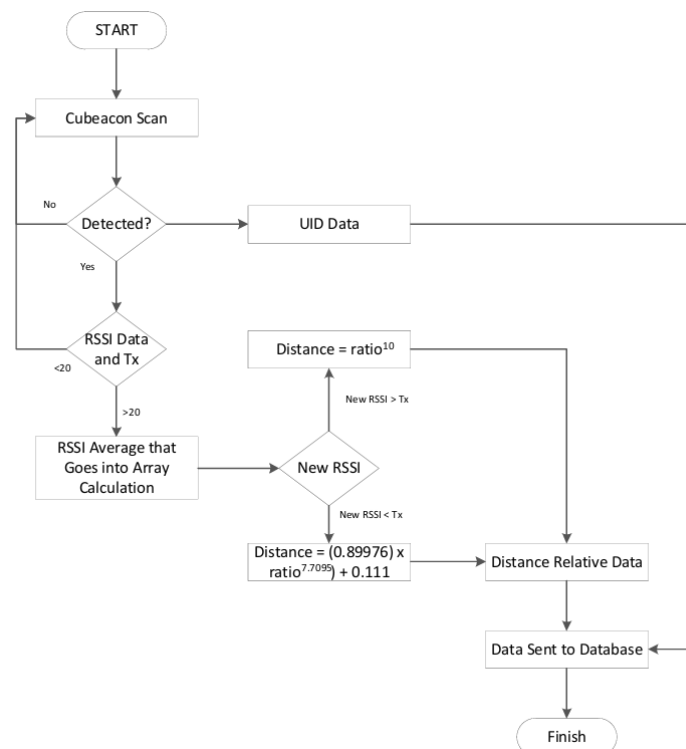
Sistem identifikasi posisi ternak pada peternakan ini dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. **Instalasi Perangkat:** Perangkat dipasang pada sapi yang akan dipantau. Cubeacon Card lebih mudah dipasang pada sapi. Cubeacon berfungsi sebagai pengirim sinyal BLE (Bluetooth Low Energy) yang digunakan untuk menentukan posisi sapi. Data ditampilkan dalam satuan desibel (dB) dan dipancarkan secara terus-menerus. Receiver dipasang di setiap sudut kandang untuk menerima data dari Cubeacon. Receiver akan meneruskan data yang diterimanya dan mengirimkannya ke database melalui jaringan internet.
2. **Pemindaian Cubeacon:** Cubeacon yang telah dipasang pada sapi akan dipindai menggunakan minimal 3 Receiver Cubeacon AR25. Data yang ditampilkan berupa Decibel, UUID sebagai ID Cubeacon, Mac Address, Distance, Tx power, serta Major & Minor. Pada penelitian ini digunakan data RSSI, Tx power, dan Mac Address sebagai ID.
3. **Konversi RSSI ke Jarak:** Received Signal Strength Indicator (RSSI) merupakan indikator untuk mengidentifikasi keberadaan sinyal Bluetooth atau Cubeacon. Nilai RSSI dengan satuan dB diperoleh dari redaman sinyal Bluetooth yang dikirimkan oleh Cubeacon. Setelah RSSI, Tx power, dan Mac Address diperoleh, data tersebut digunakan untuk menghasilkan keluaran berupa jarak. Mac Address digunakan sebagai ID, sedangkan RSSI dan Tx power digunakan untuk mengonversi RSSI menjadi jarak. Terdapat dua tahap dalam konversi data ini, yaitu pengambilan nilai rata-rata dari 10 data RSSI yang masuk, kemudian dikombinasikan ke dalam rumus konversi RSSI ke jarak untuk mendapatkan jarak relatif antara Cubeacon dan receiver.
4. **Penyimpanan Data:** Data yang telah dipindai dan dikonversi menjadi jarak relatif dikirimkan ke database. Setiap receiver mengirimkan data menggunakan ID yang berbeda. Proses pengiriman data ke database menggunakan jaringan internet (GPRS). Data yang disimpan meliputi Mac Address dan jarak relatif (m). Database bersifat online sehingga dapat diakses oleh seluruh perangkat yang terhubung ke internet.
5. **Penentuan Posisi Cubeacon:** Setelah data jarak masuk ke database, data jarak tersebut diproses menggunakan algoritma Triangulasi. Algoritma Triangulasi dijalankan pada perangkat Smartphone. Posisi relatif Cubeacon terhadap receiver diperoleh setelah data diproses dengan algoritma Triangulasi. Jarak digunakan untuk menentukan posisi sapi di dalam kandang.

6. **Tampilan Posisi Cubeacon:** Setelah posisi relatif Cubeacon terhadap receiver diperoleh, data ditampilkan pada aplikasi smartphone. Posisi disajikan dalam peta lokal (hanya kandang) menggunakan koordinat Kartesian, kemudian posisi sapi ditampilkan pada layar smartphone. Database yang bersifat online memungkinkan setiap perubahan data yang terjadi langsung tercatat pada aplikasi smartphone.

A. Akuisisi Jarak Cubeacon

Pengukuran jarak tidak dilakukan menggunakan library bawaan Cubeacon, melainkan menggunakan kombinasi rumus dari hasil pemodelan grafik jarak sebenarnya yang ditampilkan oleh Cubeacon. Terdapat 4 tahapan akuisisi jarak dalam penelitian ini, yaitu pemindaian Cubeacon, perhitungan rata-rata RSSI, pemodelan rumus RSSI ke jarak, dan pengiriman data jarak ke database. Untuk penjelasan lebih rinci, tahapan tersebut ditunjukkan pada Gambar 4 yang merupakan diagram alir akuisisi jarak Cubeacon.



Gambar 4: Diagram Alir Sistem Akuisisi Jarak Cubeacon

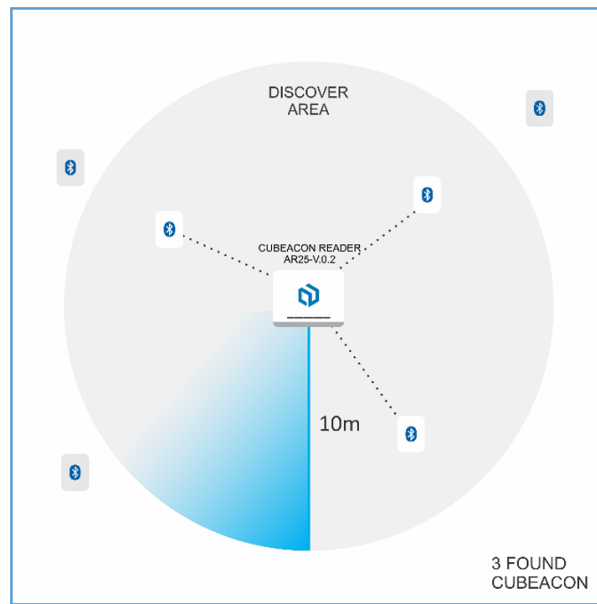
1. Pemindaian Cubeacon

Cubeacon memancarkan sinyal Bluetooth secara broadcast dan terus-menerus. Proses pemindaian juga dilakukan secara terus-menerus oleh receiver. Area jangkauan pemindaian receiver adalah 10 meter. Di luar perimeter tersebut receiver tidak dapat membaca sinyal. Detail proses pemindaian dan area jangkauan ditunjukkan pada Gambar 5.

2. Rata-rata RSSI

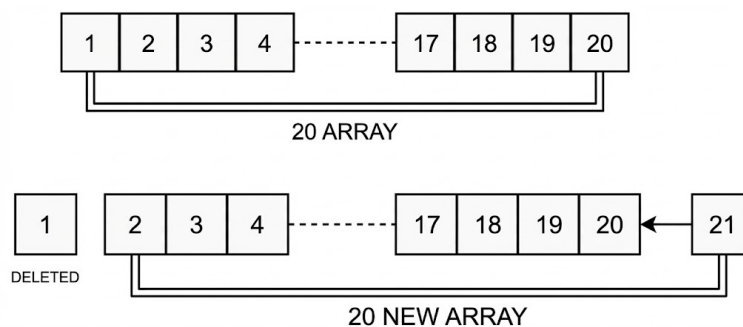
Setelah proses pemindaian, dilakukan perhitungan nilai rata-rata dari setiap 20 data RSSI yang diterima. Seperti ditunjukkan pada Gambar 6, nilai RSSI yang diterima pada jarak 1 meter berada pada rentang -80 dB hingga -60 dB (selisih 20). Oleh karena itu, diperlukan proses penentuan nilai rata-rata untuk mengurangi noise RSSI sehingga nilai RSSI yang diterima dapat dijadikan acuan dalam pengukuran jarak.

Setiap 20 data RSSI yang diterima oleh receiver akan dihitung nilai rata-ratanya. Sebelum proses perhitungan rata-rata, data RSSI dikumpulkan dalam sebuah array hingga mencapai 20 data. Jika data



Gambar 5: Area Jangkauan Receiver

melebihi 20, maka data pertama akan dihapus seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, sehingga data RSSI di dalam array tetap berjumlah 20. Detail proses ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6: Rata-rata 20 Data RSSI

Data RSSI dari hasil pemindaian diperbarui setiap detik. Jika data RSSI dalam array tidak dibatasi, maka jumlah data RSSI akan terlalu banyak dan nilai rata-rata akan sulit berubah. Setelah data lengkap, langkah selanjutnya adalah mencari nilai rata-rata menggunakan rumus mean. Rentang nilai rata-rata berkurang dari -70 dB menjadi -66 dB (selisih 4).

3. Konversi RSSI ke Jarak

Setelah data RSSI diproses, nilai RSSI dimasukkan ke dalam rumus konversi untuk menghasilkan jarak relatif antara Cubeacon dan receiver. Rumus tersebut berasal dari library iBeacon yang merupakan Bluetooth Low Energy dari Apple. Rumus ini memerlukan nilai RSSI dan RSSI pada jarak 1 meter (Tx power). Tx power merupakan nilai RSSI pada jarak satu meter dan digunakan untuk menentukan rasio. Rasio ini digunakan untuk menentukan rumus konversi yang akan digunakan.

Terdapat dua jenis rumus konversi yang digunakan, yang dibedakan berdasarkan nilai Tx power. Untuk RSSI < tx power atau rasio < 1, digunakan rumus pada Persamaan 1:

$$\text{Distance} = (0.89976) \times \left(\frac{\text{ratio}}{7.7095} \right) + 0.111 \quad (1)$$

Sedangkan untuk RSSI > tx power atau rasio > 1 digunakan Persamaan 2:

$$\text{Distance} = (0.89976) \times \text{ratio} + 0.111 \quad (2)$$

Dengan rumus tersebut, kesalahan terbesar dalam konversi RSSI ke jarak adalah sebesar 0,5 meter [10]. Setelah jarak berhasil diperoleh, data jarak tersebut dikirimkan ke database dan proses dilanjutkan ke tahap berikutnya, yaitu triangulasi.

B. Penentuan Posisi Sapi

Data jarak yang berasal dari database digunakan untuk proses triangulasi. Data yang ditampilkan merupakan data yang telah tersimpan di database. Proses pengambilan data dilakukan oleh smartphone yang terhubung ke internet. Untuk pengambilan data jarak dari database digunakan algoritma dari perangkat lunak Android Studio 3.0.1 dan ditampilkan pada aplikasi smartphone. Penggunaan library dari Firebase mempermudah proses pengambilan data oleh smartphone. Pada tahap awal pengambilan data, aplikasi smartphone menggunakan UID scanner di cloud. Setelah UID diperoleh di cloud, tahap selanjutnya adalah membaca identitas receiver di cloud. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menyederhanakan pilihan data yang diambil dari cloud. Setelah data receiver dibaca, langkah selanjutnya adalah mengambil data jarak. Data jarak dan identitas receiver diambil secara bersamaan.

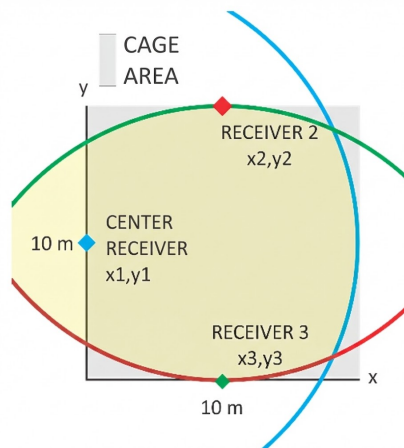
Setelah data siap dan jarak baru antara receiver dan Cubeacon diperoleh, langkah berikutnya adalah menentukan posisi sapi menggunakan teknik triangulasi. Proses triangulasi dalam penelitian ini menggunakan jarak antara Cubeacon dan receiver. Untuk koordinat receiver ketiga, koordinat tersebut telah diukur dan dipetakan pada peta lokal sehingga tidak perlu dimasukkan oleh pengguna. Terdapat tiga titik koordinat receiver terdekat dan jarak receiver yang diproses bersama Cubeacon.

Persamaan triangulasi ditunjukkan pada Persamaan 3 dan Persamaan 4:

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 = r_1^2 \quad (3)$$

$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 = r_2^2 \quad (4)$$

Variabel x dan y merupakan koordinat yang akan dicari. Jarak antara Cubeacon dan receiver dinyatakan dengan simbol r_1 , r_2 , dan r_3 . Koordinat receiver dinyatakan dengan (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , dan (x_3, y_3) . Untuk titik (x_1, y_1) tidak ditampilkan dalam persamaan segitiga di atas karena titik (x_1, y_1) merupakan pusat sehingga menghasilkan nilai 0. Detail proses ditunjukkan pada Gambar 7.

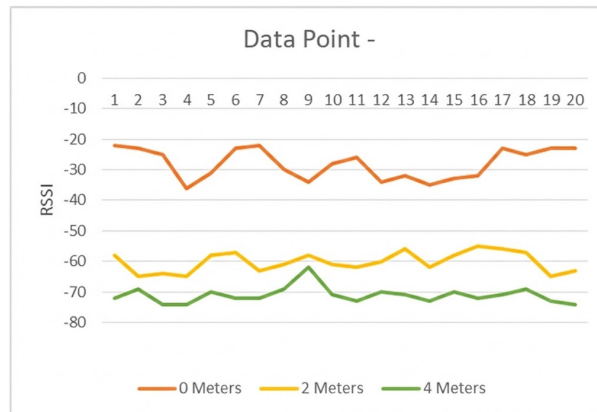


Gambar 7: Posisi Triangulasi

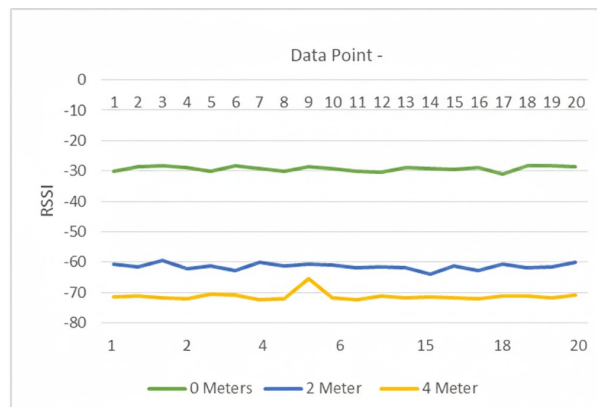
Proses penentuan posisi sapi ini dilakukan oleh perangkat Android. Setelah koordinat posisi diperoleh, koordinat tersebut dikirimkan ke cloud untuk menampilkan posisi sapi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat dua tahap kalibrasi, yaitu Kalibrasi Akuisisi Jarak dan Kalibrasi Triangulasi. Pada Kalibrasi Akuisisi Jarak terdapat dua tahap, yaitu rata-rata RSSI dan konversi RSSI ke jarak. Tahap rata-rata RSSI diperlukan karena nilai RSSI yang dikirimkan oleh cubeacon memiliki hasil yang sangat fluktuatif. Setelah dirata-ratakan, nilai RSSI menjadi lebih stabil dan dapat digunakan sebagai acuan konversi jarak.



Gambar 8: RSSI tanpa rata-rata



Gambar 9: RSSI dengan rata-rata

Setelah proses rata-rata, data RSSI menjadi lebih pendek dibandingkan sebelum dilakukan perataan. Hal ini menyebabkan hasil konversi RSSI ke jarak menjadi memiliki kesalahan. Selanjutnya, nilai rata-rata RSSI dikonversi menggunakan implementasi rumus konversi seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 1 dan Persamaan 2.

Tabel 3: Rata-rata jarak terukur dan jarak asli

NO	JARAK ASLI	RATA-RATA	KESALAHAN
1	0	0.2282759	0.228276
2	2	1.9869	-0.0131
3	4	4.0466	0.0466
4	6	5.9176	-0.0824
5	8	7.1224	-0.8776
6	10	9.0986	-0.9014
7	12	9.9572	-2.0428
8	14	9.611	-4.389
9	16	9.4679	-6.5321

Data yang ditunjukkan pada Tabel 3 merepresentasikan perbandingan antara nilai jarak terukur dan jarak asli.

Kalibrasi triangular ini dilakukan di kandang sapi di Grati Pasuruan. Kalibrasi ini bertujuan untuk menguji akurasi posisi sapi yang terdeteksi dan posisi sapi yang sebenarnya. Pada kalibrasi ini, perangkat yang telah dijelaskan pada bagian Gambar 3 diimplementasikan di dalam kandang. Selanjutnya, receiver ditempatkan pada titik-titik yang telah ditentukan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.

Setelah receiver dan cubeacon terpasang dengan baik pada sistem, receiver melakukan proses pe-



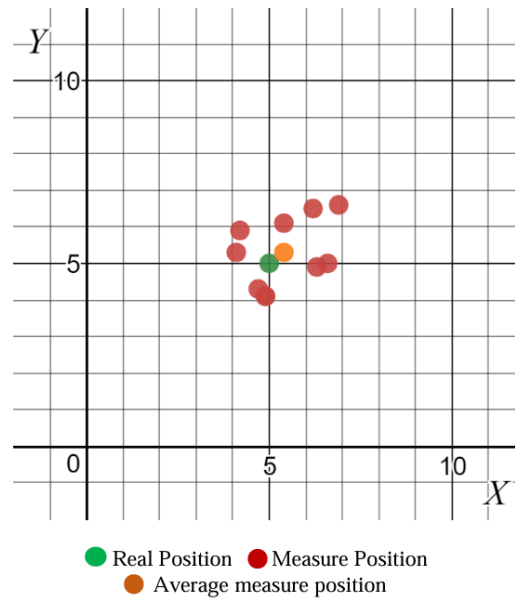
Gambar 10: Perbandingan rata-rata dari 30 pengukuran jarak dengan jarak asli

ngambilan data. Receiver akan membaca data RSSI yang dikirimkan oleh Bluetooth kemudian mengonversinya menjadi jarak. Setelah jarak diperoleh, jarak tersebut digunakan untuk menentukan posisi dengan metode triangulasi. Proses pengambilan data ini dilakukan selama 10 detik. Data hasil posisi dari proses triangulasi kemudian diamati. Kalibrasi ini digunakan untuk menghitung tingkat akurasi triangulasi menggunakan cubeacon.

Tabel 4: Penentuan posisi sapi dengan triangulasi

Data	X	Kesalahan	Y	Kesalahan
1	4.9	0.1	4.1	0.9
2	6.3	1.3	4.9	0.1
3	4.7	0.3	4.3	0.7
4	6.6	1.6	5	0
5	6.9	1.9	6.6	1.6
6	5.4	0.4	6.1	1.1
7	4.2	0.8	5.9	0.9
8	6.2	1.2	6.5	1.5
9	4.1	0.9	5.3	0.3
10	4.9	0.1	4.1	0.9
Rata-rata	5.42	0.42	5.28	0.28

Dari 10 kali percobaan untuk koordinat x, terdapat 4 data dengan kesalahan kurang dari 0,5 meter, 2 data dengan kesalahan antara 0,5 hingga 1 meter, dan 4 data dengan kesalahan lebih dari 1 meter. Untuk koordinat y, terdapat 3 data dengan kesalahan kurang dari 0,5 meter, 4 data dengan kesalahan antara 0,5 hingga 1 meter, dan 3 data dengan kesalahan lebih dari 1 meter. Data yang ditunjukkan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa kesalahan disebabkan oleh konversi jarak RSSI ke jarak yang memiliki kesalahan sebesar 0,1 m hingga 0,8 m. Hal ini disebabkan oleh teknologi Bluetooth yang tidak stabil saat mengirimkan sinyal. Ketidakstabilan tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti lingkungan, kondisi baterai cubeacon, atau kondisi receiver yang terhalang oleh logam. Dari data yang diperoleh, rata-rata kesalahan untuk koordinat x adalah sebesar 0,42 meter dan untuk koordinat y sebesar 0,28 meter. Nilai rata-rata kesalahan tersebut kurang dari 0,5 meter. Visualisasi kesalahan posisi koordinat dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11: Pengukuran posisi dan posisi asli

V. KESIMPULAN

Pengembangan penentuan posisi sapi menggunakan metode Triangulasi berbasis cubeacon dapat diimplementasikan pada kandang kelompok kecil dengan luas area 100 m² dan jumlah sapi sebanyak 20 ekor. Sistem penentuan posisi sapi pada penelitian sapi potong di Grati Pasuruan memiliki kesalahan posisi antara 0,1 meter hingga 1,9 meter untuk keperluan penjadwalan perawatan pada penelitian sapi potong.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Peternakan dan Kesehatan Hewan, "Populasi Sapi Perah menurut Provinsi, 2009-2016," <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1018>, 2016, data BPS.
- [2] D. Pamungkas, "Laporan Tahunan 2015," Loka Penelitian Sapi Potong, Pasuruan, Tech. Rep., 2015.
- [3] Y. Wei, Y. Wu, L. Wang, and X. Zhu, "Research and application of locating factors based on ibeacon technology," *Journal of Communications*, 2018.
- [4] Rezazadeh *et al.*, "Novel ibeacon placement for indoor positioning in iot," *IEEE Internet of Things Journal*, 2018.
- [5] Z. Hengrui, D. Qichang, D. Pan, and H. Bei, "Integrated ibeacon/pdr indoor positioning system using extended kalman filter," *Sensors*, 2017.
- [6] Sung *et al.*, "Indoor pedestrian localization using ibeacon and improved kalman filter," *Sensors*, 2018.
- [7] Y. Wang, X. Yang, Y. Zhao, Y. Liu, and L. Cuthbert, "Bluetooth positioning using RSSI and triangulation methods," in *2013 IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC)*, Jan 2013, pp. 837–842.
- [8] "ibeacon - beacon scanner," <https://codeday.me/news/20170530/19671.html>, diakses pada: 2018-01-14.
- [9] N. Xin, G. Xiuzhen, H. Yuan, and R. Xi, "Wi-attack: Cross-technology impersonation attack against ibeacon services," *IEEE Access*, 2021.
- [10] S. Chai, R. An, and Z. Du, "An Indoor Positioning Algorithm Using Bluetooth Low Energy RSSI," in *International Conference on Advanced Material Science and Environmental Engineering (AMSEE 2016)*, 2016.