

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pengelolaan Barang Milik Daerah (BMD) merupakan salah satu aspek penting dalam penyelenggaraan pemerintahan daerah. Setiap Organisasi Perangkat Daerah (OPD) memiliki tanggung jawab untuk mengelola aset secara tertib, akuntabel, dan transparan sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan. Salah satu tahapan penting dalam pengelolaan aset adalah inventarisasi, pencatatan, serta pemantauan keberadaan aset agar dapat diketahui lokasi setiap saat.

Pada praktiknya, proses inventarisasi aset di banyak instansi pemerintah masih dilakukan secara manual atau semi-digital melalui pencatatan dan pemeriksaan fisik secara berkala. Metode tersebut memerlukan waktu yang cukup lama, melibatkan banyak petugas, serta berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan, keterlambatan pembaruan data, maupun kesulitan dalam mengetahui lokasi aset yang berpindah antar ruangan atau antar unit kerja.

Pemanfaatan teknologi *Radio Frequency Identification (RFID)* menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan aset. Namun, implementasi RFID pasif (*Passive RFID*) masih memiliki keterbatasan karena tag hanya dapat dibaca ketika berada sangat dekat dengan reader. Kondisi tersebut menyebabkan proses inventarisasi masih memerlukan aktivitas pemindaian oleh petugas sehingga belum mampu memberikan informasi lokasi aset secara *real-time*.

Active RFID menawarkan kemampuan yang lebih baik karena setiap tag dilengkapi baterai internal sehingga mampu memancarkan sinyal secara berkala dan dapat dideteksi oleh beberapa reader dalam radius yang lebih luas. Dengan memanfaatkan jaringan *Wi-Fi* yang telah tersedia di lingkungan kantor pemerintah, data pembacaan dari reader dapat dikirimkan secara langsung ke *server* untuk diproses dan ditampilkan pada *dashboard monitoring* secara *real-time*.

Dalam pemodelan ini, penentuan lokasi aset tidak hanya berdasarkan reader pertama yang menerima sinyal, tetapi menggunakan pendekatan *multi-reader* dengan mempertimbangkan nilai *Received Signal Strength Indicator (RSSI)*. Pendekatan tersebut diharapkan mampu meningkatkan akurasi estimasi lokasi aset dibandingkan metode konvensional.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu pemodelan sistem *tracking* aset pada Barang Milik Daerah menggunakan *Active RFID* berbasis jaringan *Wi-Fi* yang mampu melakukan *pemantauan* aset secara *real-time*, meningkatkan efisiensi inventarisasi, menyediakan histori perpindahan aset, serta mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan Barang Milik Daerah.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang pemodelan sistem *tracking* aset pemerintah menggunakan teknologi *Active RFID* berbasis jaringan *Wi-Fi*?
2. Bagaimana mekanisme komunikasi antara *Active RFID Tag*, *RFID Reader*, jaringan *Wi-Fi*, *server* aplikasi, dan *dashboard monitoring* dalam mendukung pelacakan aset secara *real-time*?
3. Bagaimana menentukan lokasi aset menggunakan pembacaan beberapa *RFID Reader* dengan memanfaatkan nilai *RSSI*?
4. Bagaimana merancang mekanisme *geofencing* dan *notifikasi* otomatis apabila aset berpindah ke luar area yang telah ditentukan?
5. Bagaimana menghasilkan suatu model sistem yang dapat diterapkan sebagai konsep pengembangan sistem inventaris aset pemerintah?

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Merancang pemodelan sistem *tracking* aset pemerintah menggunakan teknologi *Active RFID* berbasis jaringan *Wi-Fi* yang mampu mendukung proses pemantauan aset secara *real-time*.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Merancang arsitektur sistem *Active RFID* untuk *tracking* aset pemerintah.
2. Merancang mekanisme komunikasi data antara *RFID Tag* , *RFID Reader*, jaringan *Wi-Fi*, *server* aplikasi, dan *dashboard monitoring*.
3. Merancang metode penentuan lokasi aset berdasarkan pembacaan multi-reader menggunakan nilai RSSI.
4. Menghasilkan dokumen pemodelan sistem yang dapat dijadikan dasar pengembangan aplikasi *tracking* aset pemerintah serta mendukung pengajuan Hak Kekayaan Intelektual (HAKI).

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Teoritis

1. Menambah referensi mengenai pemanfaatan teknologi *Active RFID* dalam bidang pengelolaan aset pemerintah.
2. Menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya mengenai sistem *tracking* aset berbasis *Internet of Things (IoT)* dan RFID.
3. Memberikan kontribusi dalam pengembangan model sistem monitoring aset secara *real-time*.

1.4.2 Manfaat Praktis

1.4.2.1 Bagi Pengelola Barang

1. Mengurangi pekerjaan inventarisasi manual.
2. Mempermudah proses audit aset.
3. Mempercepat penyusunan laporan inventaris.

1.4.2.2 Bagi Peneliti

1. Menjadi dasar pengembangan sistem *tracking* aset berbasis *Active RFID*.
2. Menjadi dokumen pendukung dalam pengajuan HAKI Pemodelan .
3. Menjadi referensi untuk penelitian lanjutan mengenai integrasi RFID, *Wi-Fi*, dan *IoT* dalam pengelolaan aset.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Teori Pendukung

2.1.1 Barang Milik Daerah (BMD)

Barang Milik Daerah (BMD) merupakan seluruh barang yang diperoleh atas beban Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) maupun dari perolehan lain yang sah.

Barang tersebut menjadi kekayaan pemerintah daerah dan digunakan dalam penyelenggaraan tugas pemerintahan serta pelayanan kepada masyarakat. Pengelolaan BMD meliputi seluruh tahapan mulai dari perencanaan kebutuhan hingga penghapusan sehingga tercipta pengelolaan aset yang tertib, efektif, efisien, transparan, dan akuntabel. Ketentuan tersebut diatur dalam Permendagri Nomor 19 Tahun 2016 yang kemudian diperbarui melalui Permendagri Nomor 7 Tahun 2024.

Berdasarkan Permendagri Nomor 47 Tahun 2021, Barang Milik Daerah terdiri atas 9 jenis, yaitu:

1. Tanah;
2. Peralatan dan Mesin;
3. Gedung dan Bangunan;
4. Jalan, Jaringan, dan Irigasi;
5. Aset Tetap Lainnya;
6. Konstruksi Dalam Pengerjaan;
7. Kemitraan dengan Pihak Ketiga;
8. Aset Tak Berwujud; dan
9. Aset Lain-lain.

2.1.2 *Tracking* Aset pada Barang Milik Daerah

Tracking aset adalah proses mengetahui lokasi suatu aset secara real time maupun periodik menggunakan teknologi identifikasi otomatis. Dalam konteks ini Barang Milik Daerah yang bisa di *tracking* adalah Peralatan dan Mesin di antaranya : komputer, laptop, printer, scanner, meja, kursi, televisi, mesin penghancur kertas, brandkas, AC, amplifier, speaker, dan lain-lain yang berada dalam ruangan (indoor).

2.1.3 Radio Frequency Identification (RFID)

2.1.3.1 Pengertian Radio Frequency Identification (RFID)

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan teknologi identifikasi otomatis yang *memanfaatkan* gelombang radio untuk membaca informasi yang tersimpan pada sebuah tag tanpa memerlukan kontak fisik.

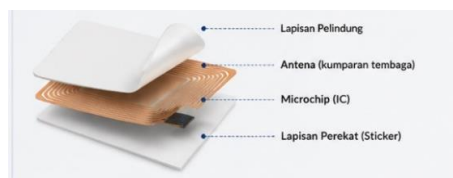
Menurut Klaus Finkenzeller (2010): RFID adalah metode identifikasi otomatis menggunakan gelombang radio untuk mengenali objek, hewan, atau manusia melalui perangkat elektronik yang disebut tag.

RFID banyak digunakan pada: inventarisasi barang, perpustakaan, logistik, rumah sakit, bandara, manufaktur, *tracking* aset perusahaan.

2.1.3.2 Jenis RFID

Secara umum, RFID (*Radio Frequency Identification*) diklasifikasikan berdasarkan sumber daya (*power source*) menjadi 2 jenis :

1. Passive RFID adalah RFID yang tidak memiliki baterai internal. *Tag* memperoleh energi dari gelombang radio yang dipancarkan oleh *RFID Reader*. Energi tersebut digunakan untuk mengaktifkan chip dan mengirimkan data kembali ke reader melalui teknik *backscatter*. Visualisasi *Passive RFID* dapat di lihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Penampang *Passive RFID*

2. *Active RFID* merupakan RFID yang memiliki baterai internal sehingga tag mampu memancarkan sinyal secara aktif tanpa harus menunggu energi dari reader. Visualisasi *Active RFID* dapat di lihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Penampang *Active RFID*

Berikut Adalah perbandingan *Passive RFID* dengan *Active RFID*, dapat di lihat pada Tabel 2.1. :

Tabel 2.1. Perbandingan dari *Active RFID* dan Pasive RFID

Aspek	<i>Passive RFID</i>	<i>Active RFID</i>
Baterai	Tidak	Ya
Pemancar Sinyal	Tidak	Ya
Jarak Baca	10 cm–10 m	30–100 m atau lebih
Harga	Murah	Mahal
Umur Pakai	>10 tahun	2–7 tahun
Ukuran Tag	Kecil	Lebih besar
Perawatan	Sangat rendah	Penggantian baterai
Cocok untuk <i>Tracking Real-time</i>	Tidak	Ya

Aplikasi	Inventaris, perpustakaan, retail	<i>Tracking</i> aset, kendaraan, hewan peliharaan
----------	-------------------------------------	---

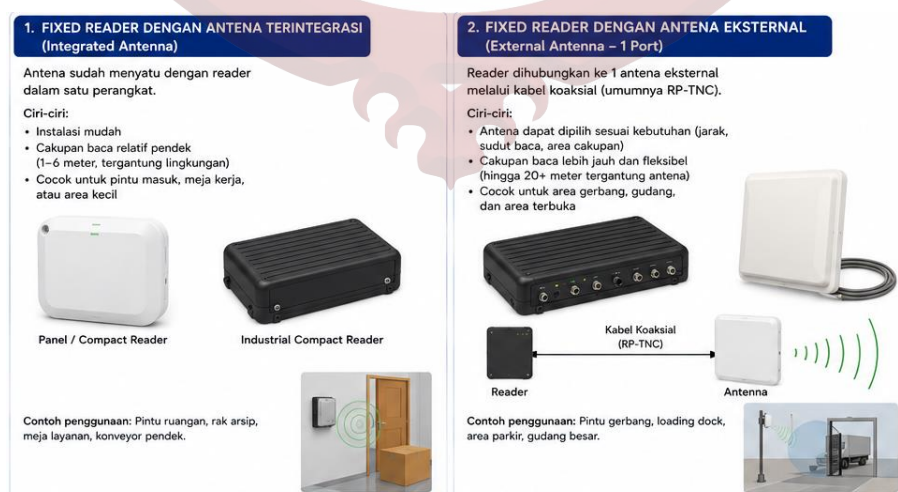
2.1.3.3 *RFID Reader*

RFID Reader berfungsi memancarkan gelombang radio untuk mengaktifkan atau menerima sinyal dari *RFID Tag*. Reader kemudian mengirimkan data identitas tag menuju *server* untuk diproses.

RFID Reader terdiri atas modul radio, antena, prosesor, dan antarmuka komunikasi seperti USB, RS-232, Ethernet, atau *Wi-Fi*. *RFID Reader* dapat dikelompokkan berdasarkan bentuk, fungsi, dan metode instalasinya.

Dalam sistem *tracking* aset berbasis zona, *Active RFID Reader* dipasang di setiap ruangan untuk mendeteksi keberadaan tag dan mengirimkan informasi lokasi ke *server*. Dan yang akan di gunakan dalam pemodelan ini adalah jenis *Fixed RFID Reader*

Fixed RFID Reader adalah reader yang dipasang secara permanen pada lokasi tertentu, misalnya : pintu masuk , gerbang, lorong gudang, ruangan kantor, loading dock. Reader akan membaca tag yang melewati area baca secara otomatis tanpa perlu dibawa oleh operator. Ada 2 macam *Fixed RFID Reader* yaitu : *Reader RFID* tanpa Antena & *Reader RFID* dengan Antena. Jenis *Fixed RFID Reader* dapat di lihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Jenis *Fixed RFID Reader*

2.1.4 Received Signal Strength Indicator (RSSI)

Received Signal Strength Indicator (RSSI) merupakan nilai yang menunjukkan tingkat kekuatan sinyal radio yang diterima oleh suatu perangkat penerima (*receiver*). Pada sistem *Radio Frequency Identification (RFID)*, nilai RSSI digunakan untuk memperkirakan kedekatan antara *RFID Tag* dengan *RFID Reader*. Semakin tinggi (mendekati nol) nilai RSSI yang diterima, semakin dekat posisi tag terhadap reader. Sebaliknya, nilai RSSI yang semakin kecil (lebih negatif) menunjukkan bahwa tag berada semakin jauh dari reader.

Dalam sistem *Active RFID*, setiap *RFID Reader* dapat menerima sinyal dari satu *RFID Tag* dengan tingkat kekuatan yang berbeda-beda. Perbedaan nilai RSSI tersebut dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam menentukan lokasi suatu aset berdasarkan reader yang menerima sinyal paling kuat.

RSSI bukan merupakan ukuran jarak secara langsung, melainkan indikator kekuatan sinyal yang dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan seperti jarak, penghalang fisik, material logam, interferensi gelombang radio, orientasi antena, serta kondisi propagasi sinyal.

Menurut Finkenzeller (2010), RSSI banyak dimanfaatkan pada sistem RFID untuk mendukung proses estimasi lokasi objek, optimasi area pembacaan (*coverage area*), serta evaluasi kualitas komunikasi antara tag dan reader.

2.1.4.1 Faktor yang mempengaruhi RSSI

Beberapa faktor yang memengaruhi besar kecilnya nilai RSSI antara lain:

1. Jarak antara *RFID Tag* dan Reader.
2. Penghalang fisik (tembok, kaca, kayu).
3. Material logam.
4. Keberadaan cairan atau tubuh manusia.
5. Posisi antena.
6. Interferensi perangkat radio lainnya.
7. Frekuensi RFID yang digunakan.

2.1.4.2 Klasifikasi RSSI

Sebagai acuan pada penelitian ini, nilai RSSI dapat diklasifikasikan seperti Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Kasifikasi nilai RSSI

Nilai RSSI	Kategori
-30 sampai -50 dBm	Sangat kuat
-51 sampai -60 dBm	Kuat
-61 sampai -70 dBm	Sedang
-71 sampai -80 dBm	Lemah
< -80 dBm	Sangat lemah

Klasifikasi tersebut digunakan sebagai dasar simulasi dalam menentukan reader yang paling dominan menerima sinyal *Active RFID*.

2.1.5 Zone-Based Tracking

Zone-Based Tracking merupakan metode penentuan lokasi objek berdasarkan zona atau area tertentu yang telah ditentukan sebelumnya. Berbeda dengan sistem positioning yang menghasilkan koordinat presisi, metode ini hanya menentukan objek berada pada zona tertentu sesuai dengan *RFID Reader* yang mendeteksi sinyal.

Pada penelitian ini, setiap ruangan diperlakukan sebagai satu zona yang memiliki satu buah *Fixed RFID Reader*. Ketika *RFID Tag* memasuki suatu ruangan, reader pada ruangan tersebut menerima sinyal dan mengirimkan informasi ke *server* sehingga sistem dapat mengetahui lokasi aset berdasarkan zona pembacaan.

Pendekatan ini lebih sederhana dibandingkan sistem Indoor Positioning berbasis koordinat, namun cukup efektif diterapkan pada lingkungan perkantoran yang memiliki pembagian ruangan yang jelas. Keunggulan *Zone-Based Tracking* :

1. Implementasi sederhana.
2. Tidak memerlukan *algoritma* trilaterasi.
3. Biaya implementasi relatif rendah.
4. Mudah dikembangkan.
5. Cocok untuk monitoring aset pemerintah.

2.1.6 Multi Reader RFID

Multi Reader RFID merupakan konfigurasi sistem RFID yang menggunakan lebih dari satu *RFID Reader* untuk mendeteksi keberadaan suatu *RFID Tag*. Setiap reader memiliki cakupan area pembacaan yang berbeda sehingga sebuah *RFID Tag* dapat dideteksi oleh beberapa reader secara bersamaan.

Dalam sistem *tracking* aset, penggunaan beberapa reader bertujuan meningkatkan cakupan area pembacaan, mengurangi blind spot, serta meningkatkan akurasi penentuan lokasi.

Pada penelitian ini, lokasi aset ditentukan berdasarkan reader yang menerima nilai RSSI paling tinggi sehingga sistem dapat menentukan zona aset secara lebih akurat dibandingkan hanya menggunakan reader pertama yang mendeteksi tag.

Keuntungan Multi Reader :

1. Coverage lebih luas.
2. Mengurangi dead zone.
3. Meningkatkan akurasi *tracking*.
4. Mendukung perpindahan antar ruangan.

2.1.7 Gelombang Radio

2.1.7.1 Pengertian Gelombang Radio

Menurut Halliday, Resnick, dan Walker (2014), gelombang elektromagnetik terdiri atas medan listrik dan medan magnet yang saling tegak lurus serta dapat merambat tanpa memerlukan medium penghantar.

Pada teknologi RFID, gelombang radio dimanfaatkan sebagai media komunikasi antara *RFID Tag* dan *RFID Reader* sehingga identitas suatu objek dapat dikenali tanpa kontak fisik (*contactless identification*).

2.1.7.2 Spektrum Gelombang Radio

Gelombang radio merupakan bagian dari spektrum elektromagnetik dengan rentang frekuensi sekitar 3 kHz hingga 300 GHz.

Dalam sistem RFID, frekuensi yang paling banyak digunakan meliputi LF, HF, VHF, UHF, Microwave (Tabel 2.3) :

Tabel 2.3. Jenis gelombang radio

Jenis RFID	Frekuensi	Karakteristik
LF	125–134 kHz	Jarak baca pendek, tahan terhadap air dan logam
HF	13,56 MHz	Digunakan pada kartu akses, perpustakaan, e-KTP
UHF	860–960 MHz	Jarak baca lebih jauh, cocok untuk inventarisasi aset
Microwave	2,45 GHz	Kecepatan transfer data tinggi, namun lebih sensitif terhadap penghalang