IMPLEMENTASI RFID UHF DAN *DATA FILTERING* PADA SISTEM INVENTORY CONTROL

Dwi Diana Wazaumi [1)], Muhammad Nur Fauzan[1)] , dan Ridho Verdyansyah[1)]

[1] Program Studi Manajemen Informatika, Politeknik Astra

E-mail: ridhoverdyansyah24@gmail.com

Abstract

Barcode-based item identification requires line-of-sight and sequential scanning, increasing operator dependence when multiple items are processed. This study implements UHF RFID and data filtering in an Inventory Control system to improve identification efficiency while maintaining data consistency. Impinj R420 and Denso SP1 RFID readers were integrated with web and Android applications using a Modified Waterfall approach. Evaluation covered reader integration, data filtering, and identification-time comparison. The filtering test recorded 51 read events from 32 unique tags; 20 valid events were processed and 31 unrelated or repeated events were filtered. For the same 20 items, two barcode trials required 18.39 and 18.54 seconds (average 18.47 seconds), while two RFID trials required 2.58 and 2.06 seconds (average 2.32 seconds) at 15 dBm. The average identification time was therefore reduced by 87.44% under the tested conditions. Timing was recorded manually using a stopwatch. The results indicate that UHF RFID combined with data filtering supports faster collective identification while preventing duplicate and unrelated tag data from entering transactions.

Keywords: *UHF RFID, Data filtering, Inventory Control, Item Identification, Barcode*

PENDAHULUAN

Pengelolaan persediaan membutuhkan informasi identitas, jumlah, dan pergerakan barang yang konsisten agar proses penerimaan, penyimpanan, dan pengeluaran terkendali. Ketidaksesuaian antara kondisi fisik dan catatan sistem dapat menurunkan keandalan informasi persediaan (Linuwih & Handayati, 2025), sedangkan teknologi identifikasi seperti *barcode* dan RFID dapat mendukung pencatatan serta pelacakan inventaris pada lingkungan logistik (Riesnandar & Nuhartonosuro, 2025).

Pada kondisi sistem sebelum pengembangan, identifikasi barang masih mengandalkan *barcode* yang memerlukan posisi label terlihat oleh *scanner* dan dipindai satu per satu. Kondisi tersebut membuat proses identifikasi bergantung pada aktivitas operator untuk memastikan label terbaca, jumlah barang sesuai, dan transaksi yang dipilih tepat. Interaksi manusia dengan sistem pada operasional gudang dapat memengaruhi aliran kerja ketika proses masih memerlukan banyak tindakan manual (Karim et al., 2025). Sistem karena itu diarahkan untuk mengurangi ketergantungan pada identifikasi manual melalui otomatisasi pembacaan dan validasi data.

Pemilihan RFID *Ultra High Frequency Radio Frequency Identification* (UHF) didasarkan pada kemampuannya menangkap sejumlah *tag* sekaligus di dalam satu area baca tanpa perlu mengarahkan pemindai ke tiap label, dan RFID pasif UHF telah banyak diadopsi sebagai alternatif berbiaya rendah untuk identifikasi aset industri (Bendavid et al., 2024). Performa aktual tetap dipengaruhi konfigurasi *reader*, posisi dan orientasi *tag*, material objek, serta kondisi lingkungan, sehingga karakteristik sinyal dan konfigurasi pembacaan perlu diperhitungkan (D'Avella et al., 2022; Gui et al., 2021).

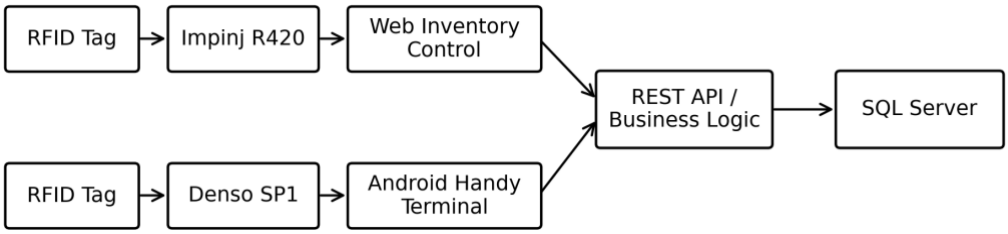
Kemampuan membaca beberapa t*ag* secara bersamaan menimbulkan persoalan pada data yang diterima aplikasi. RFID t*ag* yang masih berada dalam jangkauan antena dapat menghasilkan pembacaan berulang, sedangkan *tag* yang tidak berkaitan dengan transaksi aktif dapat ikut terbaca, sehingga jumlah *read event* mentah tidak dapat langsung dianggap sebagai jumlah barang. Pemrosesan *event* RFID pada lapisan aplikasi atau *middleware* diperlukan agar data divalidasi sebelum digunakan dalam proses bisnis (Haibi et al., 2024).

Penelitian terdahulu umumnya menyoroti pemanfaatan RFID untuk pelacakan inventaris (Riesnandar & Nuhartonosuro, 2025), pengukuran *read rate* pada berbagai tingkat kemasan (Claucherty et al., 2025), maupun arsitektur *middleware* pemrosesan *event* RFID (Haibi et al., 2024), sementara laporan yang menyajikan komposisi *read event* terukur pada satu transaksi gudang berjalan masih terbatas. Penelitian ini mengimplementasikan RFID UHF dan *data filtering* pada sistem Inventory Control, kemudian mengevaluasi integrasi *reader*, kemampuan filtering mempertahankan EPC valid dan unik, serta waktu identifikasi *barcode* dan RFID pada jumlah barang yang sama.

METODE PENELITIAN

Pendekatan dan Arsitektur Sistem

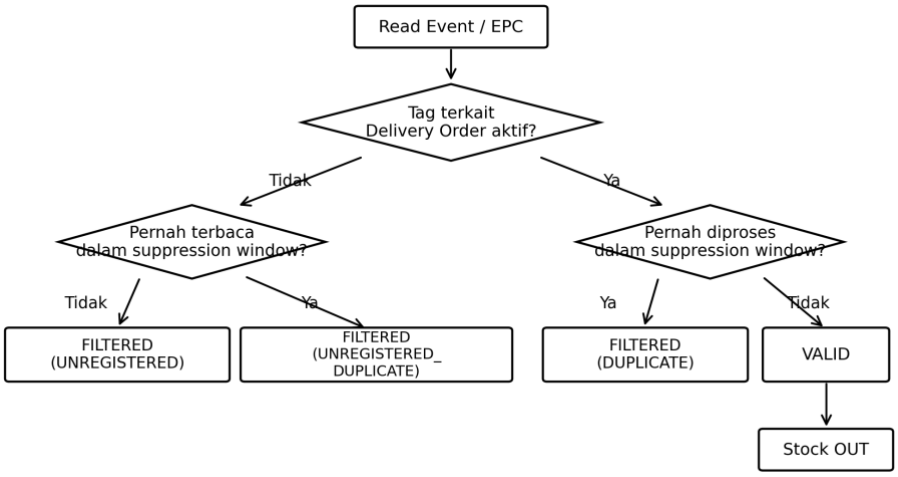
Pengembangan menggunakan *Modified Waterfall* dengan tahapan *Requirement Gathering, Design, Implementation, Testing*, serta *Operation and Maintenance* dan *feedback loop* untuk perbaikan tahap sebelumnya (Yulianto & Febrianto, 2025). Sistem menggunakan ASP.NET Core, REST API, dan Microsoft SQL Server. Impinj R420 diintegrasikan dengan Web Inventory Control untuk Stock OUT, sedangkan Denso SP1 diintegrasikan dengan Android Handy Terminal. Arsitektur sistem ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur sistem Inventory Control berbasis RFID UHF

Mekanisme *Data filtering*

Data filtering diterapkan setelah aplikasi menerima EPC dari RFID *Reader*. Pada proses Stock OUT, setiap hasil pembacaan diproses melalui fungsi ProcessTag pada ImpinjFilterEngine memeriksa keterkaitan *tag* dengan Delivery Order aktif. Tag yang tidak terkait diklasifikasikan sebagai FILTERED (UNREGISTERED). Sistem menggunakan *suppression window*, yaitu selang waktu pembacaan ulang yang dihitung sejak sebuah EPC pertama kali diterima dan ditetapkan sebesar 3 detik pada pengujian ini. Nilai tersebut dapat dikonfigurasi melalui pengaturan lanjutan RFID dengan syarat lebih besar dari 0, variasi durasi *suppression window* tidak dievaluasi sebagai variabel pengujian dalam penelitian ini. Pembacaan ulang *tag* valid diklasifikasikan sebagai FILTERED (DUPLICATE), sedangkan pembacaan ulang *tag* tidak terkait sebagai FILTERED (UNREGISTERED_DUPLICATE). Hanya *tag* valid yang belum diproses yang diteruskan ke Stock OUT. Alur mekanisme ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur mekanisme *data filtering* RFID

Prosedur Pengujian

Pengujian integrasi memastikan RFID *Reader* dapat terhubung, menerima perintah, membaca *tag,* dan mengirim EPC ke aplikasi. Impinj R420 diuji bersama aplikasi Web,

sedangkan Denso SP1 diuji bersama aplikasi Android. Keberhasilan integrasi dinilai berdasarkan status koneksi, kemampuan menjalankan pembacaan, dan penerimaan EPC pada aplikasi.

Pengujian *data filtering* berlangsung pada 21 Juli 2026 di PT XYZ menggunakan Impinj R420 pada proses Stock OUT. Pembacaan memakai satu antena *reader* terhadap *tag* RFID UHF pasif berstandar EPC Gen2 yang ditempelkan pada kemasan karton di dalam area baca antena. Sebanyak 20 *tag* terdaftar pada Delivery Order yang diuji, sementara 12 *tag* lain sengaja disertakan tanpa keterkaitan dengan transaksi tersebut; seluruh *tag* dibiarkan tetap berada dalam area pembacaan agar pembacaan berulang muncul. Setiap *read event* dikelompokkan menjadi VALID, FILTERED (UNREGISTERED), FILTERED (DUPLICATE), atau FILTERED (UNREGISTERED_DUPLICATE), dengan variabel pengamatan berupa jumlah *read event*, *tag* unik, data valid, dan data terfilter.

Pengujian waktu identifikasi menggunakan 20 barang yang sama, masing-masing dilengkapi *barcode* dan RFID *tag*. *Barcode* dipindai satu per satu hingga data ke-20 diterima aplikasi, sedangkan seluruh *tag* RFID ditempatkan pada area pembacaan Impinj R420 dengan daya 15 dBm. Waktu diukur menggunakan *stopwatch* yang dioperasikan manual oleh penguji. Masing-masing metode dilakukan sebanyak dua kali. Hasil *barcode* adalah 18,39 dan 18,54 detik, sedangkan RFID 2,58 dan 2,06 detik. Pengukuran RFID dihentikan setelah aplikasi memperoleh 20 EPC valid dan unik. Rata-rata masing-masing metode digunakan untuk menghitung persentase pengurangan waktu. Pengujian menggunakan satu antena dan satu tingkat daya, sehingga hasil dibatasi pada konfigurasi tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Integrasi RFID *Reader*

Pengujian integrasi menunjukkan Impinj R420 berhasil berkomunikasi dengan aplikasi Web Inventory Control dan Denso SP1 berhasil terhubung dengan Android Handy Terminal. Pada aplikasi Web, proses Stock OUT berubah dari Ready to Start menjadi Scanning ketika *reader* aktif dan menjadi Ready to Confirm setelah 20 *tag* valid diterima. Pada Android, konfigurasi perangkat dapat digunakan dan EPC hasil pembacaan ditampilkan pada aplikasi. Integrasi karena itu tidak hanya berupa status koneksi, tetapi mencakup pertukaran data antara *reader* dan aplikasi.

Hasil *Data filtering*

Pengujian merekam 51 *read event* yang bersumber dari 32 *tag* berbeda. Dari keseluruhan *event* tersebut, 20 di antaranya diterima sebagai data valid dan 31 sisanya dihentikan oleh mekanisme *filtering*. Data terfilter mencakup 12 pembacaan *tag* di luar Delivery Order, 14 pembacaan ulang atas *tag* valid, dan lima pembacaan ulang atas *tag* yang sebelumnya dinyatakan tidak terkait transaksi. Rekapitulasi hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian *data filtering*

Kategori	*Read event*	*Tag* Unik	Diproses	Difilter
Valid	20	20	20	0
Unregistered	12	12	0	12
Duplicate valid	14	11*	0	14
Unregistered duplicate	5	4*	0	5
Total	**51**	**32**	**20**	**31**

**Tag unik pada kategori duplikat merupakan bagian dari tag yang telah dihitung pada kategori Valid dan Unregistered, sehingga tidak ditambahkan pada jumlah total Tag unik.*

Hasil tersebut memperlihatkan bahwa jumlah *read event* mentah tidak dapat langsung digunakan sebagai representasi jumlah barang. *Reader* menerima 51 *event* dari hanya 32 *tag* berbeda, sehingga 19 *event* merupakan pembacaan ulang. Setelah validasi transaksi dan pemeriksaan pembacaan sebelumnya, hanya 20 EPC valid dan unik yang diteruskan ke Stock OUT; 31 dari 51 *event* atau 60,78% tidak diteruskan. Persentase tersebut menggambarkan komposisi data uji, bukan tingkat akurasi sistem. Temuan ini menguatkan pernyataan Haibi et al. (2024) bahwa *event* RFID perlu diproses pada lapisan aplikasi atau *middleware* sebelum digunakan dalam proses bisnis, dengan perbedaan bahwa penelitian ini menyajikan komposisi *read event* terukur pada satu transaksi Stock OUT yang berjalan.

Hasil Perbandingan Waktu Identifikasi

Dua percobaan pemindaian 20 barang menggunakan *barcode* menghasilkan waktu 18,39 detik dan 18,54 detik dengan rata-rata 18,47 detik. Dua percobaan RFID atas barang yang sama menghasilkan waktu 2,58 detik dan 2,06 detik, sehingga rata-ratanya 2,32 detik. Hasil pengukuran selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perbandingan waktu identifikasi *barcode* dan RFID

Metode	Percobaan	Jumlah Barang	Waktu
Barcode	1	20	18,39 detik
Barcode	2	20	18,54 detik

Metode	Percobaan	Jumlah Barang	Waktu
Rata-rata Barcode	-	20	18,47 detik
RFID	1	20	2,58 detik
RFID	2	20	2,06 detik
Rata-rata RFID	-	20	2,32 detik

Rata-rata waktu identifikasi *barcode* adalah 18,47 detik dan RFID 2,32 detik, dengan selisih 16,15 detik. Persentase pengurangan waktu adalah ((18,465 - 2,32) / 18,465) × 100% = 87,44%. Perbedaan ini berkaitan dengan pemindaian *barcode* secara berurutan, sedangkan RFID dapat membaca beberapa *tag* dalam satu area. Pada RFID, waktu tetap dihitung hingga aplikasi memperoleh 20 EPC valid dan unik setelah proses *data filtering*.

Hasil ini menunjukkan bahwa pada skenario 20 barang dan konfigurasi *reader* yang digunakan, RFID menghasilkan waktu identifikasi lebih rendah daripada *barcode*. Perbandingan tersebut dianalisis secara deskriptif karena jumlah pengulangan pada masing-masing metode masih terbatas, yaitu dua kali pengujian, sehingga hasil tidak digunakan untuk menarik kesimpulan statistik inferensial. Temuan tersebut tidak digeneralisasikan ke seluruh kondisi gudang karena performa RFID dipengaruhi posisi dan orientasi *tag*, material objek, jarak, konfigurasi daya, serta lingkungan pembacaan, sebagaimana dilaporkan oleh Iorga et al. (2026) dan Claucherty et al. (2025). Terdapat pula keterbatasan pengukuran, yaitu penggunaan *stopwatch* manual yang berpotensi menimbulkan galat waktu reaksi penguji. Meskipun jumlah pengulangan telah dibuat sama pada kedua metode, yaitu masing-masing dua kali, jumlah percobaan tersebut masih terbatas untuk menggambarkan variasi performa secara lebih luas. Pengujian lanjutan disarankan menggunakan jumlah pengulangan yang lebih banyak serta pencatatan waktu melalui *timestamp* sistem/aplikasi atau alat pengukuran otomatis agar potensi galat pengukuran dapat dikurangi.

Hasil *User Acceptance Testing*

User Acceptance Testing dilaksanakan bersama satu perwakilan pengguna dari PT XYZ yang memahami alur operasional sistem Inventory Control, dengan didampingi oleh tim pengembang. Pengujian dilakukan terhadap aplikasi Web Inventory Control dan Android Handy Terminal. Prosedur *acceptance* dilakukan dengan meminta perwakilan pengguna menjalankan skenario transaksi, membandingkan hasil aktual dengan hasil yang diharapkan, memberikan catatan apabila ditemukan ketidaksesuaian, serta menyatakan penerimaan sistem melalui dokumen persetujuan pengujian. Cakupannya meliputi 20 kelompok fungsi dengan total 146 skenario uji: 101 di antaranya memakai

masukan yang valid dan 45 sisanya memakai masukan yang tidak valid. Seluruh skenario berhasil dijalankan dengan tingkat keberhasilan 100%. Kriteria berhasil ditentukan berdasarkan kesesuaian keluaran aktual dengan hasil yang diharapkan. Pada 101 skenario dengan masukan valid, keberhasilan berarti proses utama dapat dijalankan sesuai kebutuhan; sedangkan pada 45 skenario dengan masukan tidak valid, keberhasilan berarti sistem menampilkan validasi atau menolak proses yang tidak memenuhi ketentuan. Dengan demikian, hasil UAT menunjukkan penerimaan oleh perwakilan pengguna terhadap fungsi yang diuji pada ruang lingkup skenario tersebut.

SIMPULAN

RFID UHF berhasil diintegrasikan melalui Impinj R420 pada aplikasi Web dan Denso SP1 pada aplikasi Android sehingga EPC dapat diterima dan diproses. Pada Stock OUT, *data filtering* memvalidasi keterkaitan *tag* dengan Delivery Order serta pembacaan berulang. Dari 51 *read event* yang berasal dari 32 *tag* unik, 20 event valid diteruskan dan 31 event difilter. Seluruh 146 skenario UAT juga menghasilkan keluaran sesuai yang diharapkan.

Pada 20 barang yang sama, dua percobaan *barcode* menghasilkan rata-rata 18,47 detik, sedangkan dua percobaan RFID menghasilkan rata-rata 2,32 detik pada 15 dBm. Perbandingan tersebut menunjukkan pengurangan waktu 87,44% pada kondisi pengujian. RFID UHF dan *data filtering* mendukung identifikasi kolektif yang lebih cepat dengan hanya meneruskan EPC valid dan unik. Hasil masih terbatas pada satu antena, satu tingkat daya, dua pengulangan, dan penggunaan *stopwatch* manual; pengujian lanjutan perlu menambah pengulangan, memakai pencatatan waktu otomatis, dan memvariasikan jumlah *tag*, daya *reader*, jarak, posisi, material, serta kondisi lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Bendavid, Y., Rostampour, S., Berrabah, Y., Bagheri, N., & Safkhani, M. (2024). The rise of passive RFID RTLS solutions in Industry 5.0. *Sensors*, 24(5), 1711. https://doi.org/10.3390/s24051711

Claucherty, E., Cummins, D., & Aliakbarian, B. (2025). RFID unpacked: A case study in employing RFID *tag*s from item to pallet level. *Electronics*, 14(2), 278. https://doi.org/10.3390/electronics14020278

D'Avella, S., Unetti, M., & Tripicchio, P. (2022). RFID Gazebo-based simulator with RSSI and phase signals for UHF *tag*s localization and tracking. *IEEE Access*, 10, 22150-22160. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3152199

Gui, L., Xu, S., Xiao, F., Shu, F., & Yu, S. (2021). Non-line-of-sight localization of passive UHF RFID *tag*s in smart storage systems. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 21(10), 3731-3743. https://doi.org/10.1109/TMC.2021.3058952

Haibi, A., Oufaska, K., El Yassini, K., Bouazza, H., Boulmalf, M., & Bouya, M. (2024). Real-time management and processing of RFID *event*s based on a new RFID *middleware* architecture. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 14(6), 6583-6599. https://doi.org/10.11591/ijece.v14i6.pp6583-6599

Iorga, I., Popa, C. L., Popescu, C.-A., Chiscop, F., Dobrescu, T. G., & Cotet, C. E. (2026). Automatic inventory of wiring harness components using UHF RFID technology. *Logistics*, 10(2), 33. https://doi.org/10.3390/logistics10020033

Karim, N. H., Balijepalli, C., & Whiteing, A. (2025). A systems thinking framework of human-machine interactions and their impact on warehouse operations. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 28(10), 1247-1270. https://doi.org/10.1080/13675567.2025.2517642

Linuwih, H. W., & Handayati, Y. (2025). Quantitative analysis of inventory record inaccuracy (IRI): A case study on warehouse stock discrepancies. *International Journal of Current Science Research and Review*, 8(1). https://doi.org/10.47191/ijcsrr/V8-i1-26

Riesnandar, E., & Nuhartonosuro, I. M. (2025). Implementasi teknologi RFID dan *barcode* dalam optimalisasi manajemen inventaris barang di sektor logistik. *Jurnal Akuntansi, Ekonomi dan Manajemen Bisnis*, 5(1), 154-168. https://doi.org/10.55606/jaemb.v5i1.5914

Yulianto, D., & Febrianto, A. (2025). Sistem informasi pengelolaan sampah Kabupaten Bantul berbasis website menggunakan model *Modified Waterfall*. *Technomedia Journal*, 9(3), 309-320. https://doi.org/10.33050/tmj.v9i3.2168