

BUSINESS AND APPLICATION LAYER VIEW: INTEGRATING WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM WITH ERP FOR OPTIMIZING RETAIL INDUSTRY EFFICIENCY

Hengky Ng^{*1}, Erick Dazki²

^{1,2}Information Technology, Universitas Pradita, Indonesia
Email: hengky@student.pradita.ac.id, erick.dazki@pradita.ac.id

(Article received: June 19, 2024; Revision: July 08, 2024; published: August 05, 2024)

Abstract

In the era of globalization and increasingly fierce competition, operational efficiency has become a top priority for the retail industry to meet the growing demands of customers. This journal discusses the importance of WMS (Warehouse Management System) in the retail industry, particularly the benefits of its integration with ERP (Enterprise Resource Planning) systems. The integration process between WMS and ERP will be explained from the perspectives of Business Architecture, Application Architecture, Data Architecture, and Technology Architecture. The main benefits of integrating WMS with ERP include enhanced operational efficiency, reduced inventory costs, faster order fulfillment, and increased customer satisfaction. Thus, this integration enables the retail industry to achieve higher levels of accuracy and responsiveness in supply chain management, helping them stay competitive in an ever-changing market.

Keywords: *Enterprise Architecture, ERP, Integration, Warehouse Management System.*

BUSINESS AND APPLICATION LAYER VIEW: INTEGRATING WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM WITH ERP FOR OPTIMIZING RETAIL INDUSTRY EFFICIENCY

Abstrak

Dalam era globalisasi dan persaingan yang semakin ketat, efisiensi operasional menjadi prioritas utama bagi industri ritel untuk memenuhi tuntutan pelanggan yang semakin tinggi. Jurnal ini membahas pentingnya WMS (*Warehouse Management System*) dalam industri ritel, terutama manfaat integrasinya dengan sistem ERP (*Enterprise Resource Planning*). Proses Integrasi antara WMS dan ERP mulai dari *Business Architecture*, *Application Architecture*, *Data Architecture* dan *Technology Architecture* akan dijelaskan dalam jurnal ini. Manfaat utama dari integrasi WMS dengan ERP meliputi peningkatan efisiensi operasional, pengurangan biaya persediaan, pemenuhan pesanan yang lebih cepat, dan peningkatan kepuasan pelanggan. Dengan demikian, integrasi ini memungkinkan industri ritel untuk mencapai tingkat ketepatan dan responsibilitas yang lebih tinggi dalam manajemen *supply chain* serta membantu mereka tetap kompetitif di pasar yang terus berubah.

Kata kunci: *Enterprise Architecture, ERP, Integration, Warehouse Management System.*

1. PENDAHULUAN

Industri ritel mengalami fase transformasi yang signifikan yang didorong oleh kemajuan teknologi yang pesat, perubahan preferensi konsumen, dan persaingan pasar yang semakin intensif. Dalam hal yang dinamis ini, efisiensi dan fleksibilitas menjadi sangat penting bagi para pelaku industri ritel untuk tetap unggul di pasaran. Di tengah upaya mencapai efisiensi operasional terletak *Inventory Management* yang efektif dan proses *supply chain* yang terotomatisasi.

Warehouse Management System (WMS) telah muncul sebagai *tools* yang sangat penting dalam mengoptimalkan *Warehouse Operations* dan *Inventory Management* di sektor ritel. Dengan memberikan informasi secara *real time* terhadap tingkat persediaan, memfasilitasi pemenuhan pesanan yang efisien, dan memungkinkan pelacakan data inventory yang lancar, WMS memberdayakan para pelaku industri ritel untuk memenuhi tuntutan yang terus berkembang dari konsumen serta meminimalkan biaya operasional dan memaksimalkan profitabilitas[1].

Lebih lanjut, integrasi WMS dengan sistem *Enterprise Resource Planning* (ERP) telah menjadi semakin penting untuk manajemen bisnis holistik di industri ritel. Sistem ERP berfungsi sebagai pusat untuk menyatukan berbagai fungsi bisnis, termasuk *Finance Management*, *Supply Chain Management*, *Sales Management* dan *Inventory Management*. Dengan mengintegrasikan WMS dengan ERP, para pelaku industri ritel dapat menyelaraskan *Warehouse Operations* dengan proses bisnis yang lebih luas, sehingga meningkatkan efisiensi operasional dan kemampuan pengambilan keputusan secara keseluruhan.

Perbedaan antara *Inventory Management* dan *Warehouse Management* adalah:

- **Inventory Management:** “*Involves keeping track of the company stock, maintaining accurate inventory records and ensuring sufficient safety stock*”.
- **Warehouse Management:** “*Refers to the various processes related to maintaining and controlling warehouse operations in addition to managing the warehouse space*” [2].

Makalah ini bertujuan untuk mengeksplorasi signifikansi WMS dan integrasinya dengan sistem ERP dalam bisnis ritel. Ini akan menjelajahi fungsi dan manfaat utama WMS dalam bisnis ritel, menjelaskan sinergi yang tercapai melalui integrasi dengan ERP, dan mengkaji tantangan dan peluang yang terkait dengan implementasi serta memberikan solusi terkait kendala dalam integrasi tersebut.

Melalui pemahaman yang komprehensif tentang pentingnya WMS dan integrasi ERP, para pelaku industri ritel dapat merancang inisiatif strategis untuk menyederhanakan operasional mereka, mengoptimalkan *inventory management*, dan pada akhirnya memberikan *customer experience* yang unggul dalam bisnis ritel yang kompetitif saat ini.

Mengintegrasikan *Warehouse Management System* (WMS) dengan sistem *Enterprise Resource Planning* (ERP) memberikan berbagai manfaat bagi proses bisnis. Setidaknya, terdapat lima keuntungan utama yang akan diperoleh perusahaan dari integrasi WMS dengan sistem ERP yang sudah ada. Untuk ERP yang kita gunakan saat ini adalah Microsoft Dynamic Navision dan LS Retail untuk POS Cashier nya. Adapun manfaat dari adanya Integrasi antara WMS dan ERP antara lain:[3]

a. Mengurangi Human Error

Karena dengan adanya Integrasi antara WMS & ERP maka tidak ada nya input berulang lagi ke dalam ERP untuk tiap transaksi sehingga kesalahan input ke sistem dapat berkurang[4].

b. Meningkatkan Efisiensi Operasional

Dengan adanya Integrasi & otomatisasi sehingga tidak dibutuhkan banyak penambahan *manpower* seiring dengan penambahan gudang dan *tool* [5].

c. Visibilitas dan pengendalian yang lebih baik

Integrasi antara WMS dan ERP meningkatkan visibilitas terhadap seluruh jaringan distribusi dan operasional perusahaan. Pengguna dapat memantau data *inventory*, status pesanan dan kinerja operasional secara real-time, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat waktu [3].

d. Mengurangi Biaya Operasional

Dengan mengurangi redundansi data dan meningkatkan efisiensi operasional, Integrasi WMS dan ERP dapat membantu perusahaan menurunkan biaya yang berhubungan dengan pengelolaan *inventory*, pemrosesan pesanan, dan distribusi barang.

e. Peningkatan Traceability dan Pelaporan

Data yang terintegrasi memungkinkan perusahaan untuk melakukan pelacakan yang lebih akurat terhadap barang, pesanan, dan kinerja operasional.

1.1. Problem Identification

Dalam Implementasi WMS dan ERP saat ini ada beberapa problem yang terjadi antara lain:

- **Masalah pertama (Stock Integrity & Accuracy)**

Stock Integrity dan *Accuracy* antara sistem WMS, ERP dan aktual di warehouse tidak sama [6].

- **Masalah kedua (Visibility)**

Lokasi penyimpanan antara WMS, ERP, dan aktual di warehouse masih terjadi ketidakcocokan.

- **Masalah ketiga (Interface)**

Data transaksi *Purchase Order*, *Transfer Order*, *Sales Order* belum diterima di WMS secara full atau *delay* sehingga tidak bisa dilanjutkan transaksi di WMS.

- **Masalah keempat (Traceability)**

Belum adanya informasi *batch number* di *barcode system* sehingga waktu ada masalah di kualitas barang akan sulit menentukan asal mula pembelian dari supplier mana.

- **Masalah kelima (Human Factor)**

Tidak semua prosedur dilakukan secara disiplin dan benar seperti *Storage Transaction*, *Pick Up Transaction*, *Put Away Transaction* sehingga data transaksi antara sistem dan wms beda

- **Masalah keenam (Technology)**

Aplikasi WMS yang digunakan sekarang masih menggunakan Java 7 yang di release tahun 2011 dan tidak ada pengembangan lagi dari Oracle.

- **Masalah ketujuh (Single Processing)**

Sebelum adanya WMS semua transaksi *Warehouse Operations* dilakukan semua di ERP sehingga banyak terjadi *locking* waktu input ke dalam sistem ERP dan menghambat dalam penginputan dan pemrosesan data.

Dengan adanya masalah yang terjadi maka diharapkan dengan adanya integrasi antara WMS dan ERP dapat berjalan dengan baik sehingga dapat

mengurangi masalah di *daily operations* toko & gudang.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang diterapkan dalam studi ini mencakup pendekatan kuantitatif sebagai teknik utama untuk mengumpulkan dan menganalisis data. Bagian ini menyajikan alasan dan penjelasan mengenai pilihan masing-masing teknik.

2.1. Penelitian Kuantitatif

Untuk penelitian kuantitatif terkait integrasi WMS dan ERP beberapa data yang bisa kita dapatkan adalah jumlah proses manual digantikan oleh sistem interface dari WMS ke ERP sehingga manual proses paralel akan digantikan dengan integrasi WMS dan ERP dalam pembuatan beberapa dokumen antara lain: *Purchase Receipt, Transfer Receipt, Return Receipt, Sales Shipment, Transfer Shipment dan Return Shipment*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Industri ritel, sebagai salah satu sektor ekonomi yang terus berkembang, menemui tantangan yang semakin kompleks seiring dengan perubahan pola konsumen dan persaingan pasar yang meningkat. Dalam upaya untuk tetap kompetitif dan memenuhi harapan pelanggan, perusahaan ritel semakin bergantung pada teknologi informasi untuk mengelola operasional mereka dengan lebih efisien.

Salah satu teknologi yang menjadi pusat perhatian dalam industri ritel adalah *Warehouse Management System* (WMS). WMS adalah sistem yang dirancang khusus untuk mengelola operasional gudang, termasuk penerimaan, penyimpanan, pengambilan, dan pengiriman barang. Dengan WMS, perusahaan ritel dapat mengoptimalkan proses gudang mereka, meningkatkan akurasi inventory, dan mempercepat pemenuhan orderan, yang semuanya berkontribusi pada peningkatan layanan pelanggan dan efisiensi operasional.

Namun demikian, WMS yang berdiri sendiri seringkali tidak dapat memberikan manfaat secara penuh tanpa integrasi yang baik dengan sistem lain di perusahaan, terutama *Enterprise Resource Planning* (ERP). ERP adalah sistem perangkat lunak yang mengintegrasikan berbagai fungsi bisnis seperti keuangan, produksi, penjualan, dan manajemen inventaris menjadi satu platform yang terpusat. integrasi antara WMS dan ERP memungkinkan perusahaan ritel untuk mengoptimalkan *supply chain* mereka secara keseluruhan, dari pengelolaan inventory hingga pelayanan pelanggan.

Meskipun demikian, implementasi integrasi antara WMS dan ERP tidaklah tanpa tantangan. Beberapa hambatan yang sering dihadapi termasuk kompleksitas teknis, biaya implementasi yang tinggi, dan resistensi perubahan dari karyawan. Namun, dengan perencanaan yang matang dan komitmen

yang kuat dari manajemen perusahaan, integrasi antara WMS dan ERP dapat menjadi langkah strategis yang penting dalam meningkatkan daya saing dan efisiensi operasional perusahaan ritel.

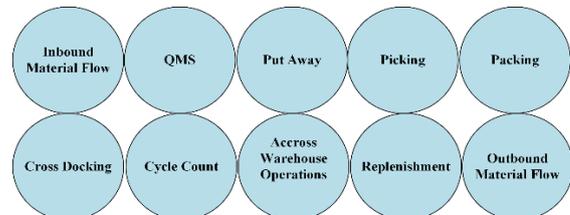
Dalam konteks ini, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami secara lebih mendalam dampak integrasi antara WMS dan ERP dalam industri ritel, serta untuk mengidentifikasi strategi implementasi yang paling efektif dalam mengatasi hambatan-hambatan yang mungkin timbul.

3.1. Warehouse Management System (WMS)

Warehouse Management System (WMS) adalah perangkat lunak atau sistem informasi yang dirancang untuk mengelola operasi sehari-hari di gudang atau pusat distribusi. WMS membantu mengoptimalkan penyimpanan barang, pemrosesan pesanan, dan manajemen persediaan dengan memanfaatkan teknologi informasi seperti barcode, RFID, dan sistem otomatisasi lainnya [7].

Adapun transaksi yang terjadi di WMS dapat dilihat pada **Gambar 1** antara lain:[3]

- *Inbound Material Flow*
- *QMS (Quality Process Flow)*
- *Put Away*
- *Picking*
- *Packing*
- *Outbound Material Flow*
- *Replenishment*
- *Across Warehouse Operations*
- *Cycle Count*
- *Cross Docking*



Gambar 1. Transaksi – transaksi yang terjadi di WMS

3.2. ERP

Enterprise Resource Planning (ERP) adalah sebuah sistem perangkat lunak yang terintegrasi, yang dirancang untuk mengelola dan mengotomatisasi berbagai proses bisnis di sebuah perusahaan. ERP menyediakan platform tunggal untuk mengintegrasikan dan mengelola data dan proses dari berbagai fungsi organisasi seperti keuangan, sumber daya manusia, *manufaktur, supply chain*, penjualan, dan pemasaran [8].

Secara umum, ERP membantu perusahaan dalam mengoptimalkan efisiensi operasional, meningkatkan visibilitas bisnis, mempercepat pengambilan keputusan, dan meningkatkan pengalaman pelanggan. Implementasi ERP seringkali melibatkan integrasi berbagai modul atau aplikasi fungsional dalam satu sistem yang terpusat.

Adapun transaksi di ERP yang berhubungan dengan WMS antara lain:

a. Purchase Receipt

Transaksi ini terjadi ketika barang diterima dari supplier berdasarkan pembelian dari purchase order. Informasi tentang barang, jumlah barang semua data nya harus disimpan dalam sistem ERP.

b. Sales Return

Transaksi ini adalah pengembalian barang dari transaksi penjualan oleh customer

c. Sales Order (Sales Note)

Transaksi penjualan yang berasal dari POS cashier atau Sales Order dan data sales note ini kemudian akan dikirim ke WMS akan menjadi work order sebagai outbound transaction

d. Delivery Order (Shipping)

Pengiriman Barang (*Shipping*): Barang yang telah diambil dari gudang kemudian dikirim ke pelanggan atau lokasi tujuan lainnya. Transaksi ini mencatat informasi pengiriman seperti nomor pengiriman, kurir, dan tanggal pengiriman.

Konfirmasi Pengiriman (*Delivery Confirmation*): Ketika barang tiba di tujuan, konfirmasi pengiriman dicatat untuk menyelesaikan proses pengiriman.

e. Transfer Order

Transfer antar Gudang: Transaksi ini terjadi ketika stok barang dipindahkan dari satu gudang ke gudang lainnya, misalnya untuk memenuhi permintaan pelanggan atau untuk pengoptimalan persediaan.

f. Purchase Return

Transaksi ini terjadi karena ada nya pengembalian barang dari pembelian (*retur*) dikarena ada barang yang cacat atau rusak.

3.3. Pengertian ArchiMate

ArchiMate adalah bahasa pemodelan arsitektur perusahaan yang dirancang untuk membantu dalam mendeskripsikan, menganalisis, dan memvisualisasikan arsitektur di berbagai domain bisnis dengan cara yang jelas dan tepat [9].

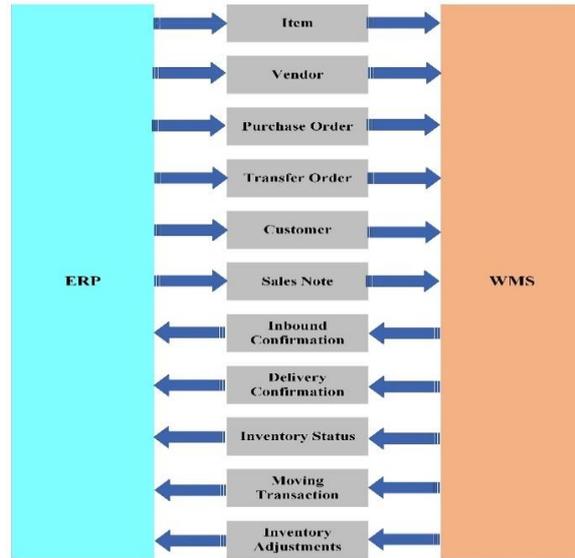
Dalam penggambaran permodelan proses integrasi WMS dan ERP kita menggunakan tools Archimate dari *business process*, *data architecture*, *application architecture* dan *technology architecture*.

3.4. Integrasi WMS dan ERP

Integrasi antara WMS dan ERP merupakan langkah penting dalam pengembangan arsitektur perusahaan yang terencana dan terintegrasi. Dalam konteks TOGAF, integrasi ini memerlukan pemahaman yang komprehensif tentang *Bisnis Architecture*, *Data Architecture*, *Application Architecture* dan *Technology Architecture* [10], [11],[12].

3.4.1. Data Architecture

Dalam Integrasi WMS dan ERP ada data yang terintegrasi dari ERP yang akan dikirim ke WMS antara lain: Data Item, Data Pelanggan, Data Supplier, *Sales Note*, *Purchase Order*, *Transfer Order* dan juga ada data dari WMS yang akan dikirimkan ke ERP antara lain: *Inbound Confirmation*, *Delivery Confirmation*, *Moving Transaction*, *Inventory Status* dan *Inventory Adjustments*. Untuk detail bisa dilihat di **Gambar 2. Data Architecture** antara ERP dan WMS

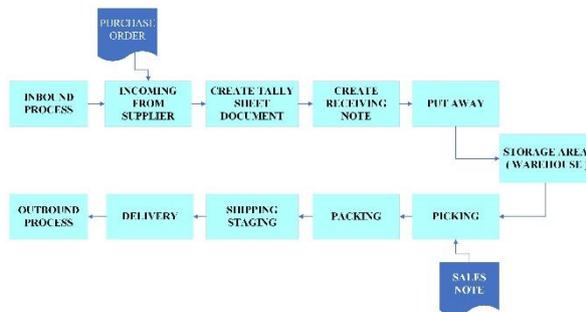


Gambar 2. Data Architecture antara ERP dan WMS

3.4.2. Business Architecture

a. Business Process

Transaksi yang terjadi antara WMS dan ERP saling terkait dimana dimulai dari data pembelian atau *purchase order* yang akan dikirimkan ke supplier. Ketika ada pengiriman dari supplier maka transaksi akan pertama kali dilakukan di WMS untuk pembuatan dokumen *Tally Sheet* dan setelah itu data *Inbound Transaction* akan dikirimkan ke ERP sebagai data untuk *Purchase Receipt* (Penerimaan Barang).



Gambar 3. Current Business Process

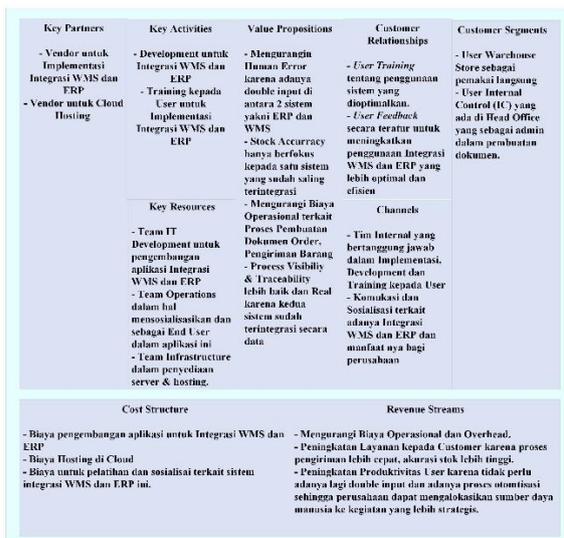
Sedangkan transaksi *Outbound Delivery* berasal dari Sales Notes ERP yang akan dikirimkan ke WMS sebagai Work Order untuk pembuatan Picking List yang akan diserahkan ke team warehouse

untuk pengambilan barang dan ditempatkan di area shipping staging untuk persiapan pengiriman. Setelah selesai maka akan dibuatkan dokumen *Confirmation Delivery* yang akan dikirimkan ke ERP sebagai acuan untuk pembuatan *Delivery Note*. Business Proses ini dapat dilihat di **Gambar 3**.

b. Business Model Canvas (BMC)

Business Model Canvas atau BMC adalah sebuah strategi manajemen yang dirancang untuk menguraikan ide dan konsep sebuah bisnis ke dalam bentuk visual. Dengan kata lain, Business Model Canvas adalah kerangka kerja yang membantu untuk dengan cepat melihat gambaran ide bisnis dan implementasinya [13].

Integrasi antara *Warehouse Management System* (WMS) dan *Enterprise Resource Planning* (ERP) merupakan salah satu aspek dalam pengembangan strategi bisnis. Dalam konteks ini, *Business Model Canvas* membantu dalam merancang dan menggambarkan bagaimana integrasi antara WMS dan ERP akan berkontribusi terhadap pencapaian tujuan bisnis secara efektif. Hal ini dapat dilihat di **Gambar 4**.



Gambar 4. Business Model Canvas

3.4.3. Application Architecture

Untuk metode pengembangan aplikasi dan integrasi antara WMS dan ERP kita menggunakan architecture yang terdiri dari beberapa layer. Metode pengembangan aplikasi ini bisa dili antara lain.

1. Presentation Layer

Dalam Presentation Layer terbagi 2-layer antara lain:

• **User Interface / Client Layer**

Dalam *Presentation Layer* menjelaskan bahwa user atau *client side* dapat mengakses atau berinteraksi dengan website menggunakan browser.

• **Fascade**

Layer ini berfungsi sebagai desain struktural yang menyediakan user *interface* yang disederhanakan untuk sebuah library, kerangka kerja,

atau class yang kompleks lainnya serta menyembunyikan kompleksitas sistem kepada client yang digunakan untuk mengakses sistem.

2. Business Logic Layer

Dalam *Business Logic Layer* terdapat *Business Rule* dan *Data Access*. Berikut ini penjelasan dari layer tersebut antara lain:

• **Business Rule** merupakan bagian dari *Business Logic Layer* yang berfungsi untuk mengatur aturan dan logika bisnis yang diterapkan dalam aplikasi. *Business Rule* juga berfungsi mencegah *Presentation Layer* mengakses langsung ke *Data Layer* dalam hal ini database. *Business Rule* mempunyai beberapa fungsi antara lain:

a. Mengatur Logika Bisnis: *Business Rule* menjabarkan aturan yang harus diikuti oleh aplikasi dalam mengolah data dan menanggapi permintaan pengguna. Ini bisa mencakup validasi data, perhitungan harga, penentuan diskon, dan sebagainya.

b. Mengatur Proses Bisnis: *Business Rule* membantu dalam menentukan alur kerja atau proses bisnis yang harus diikuti oleh aplikasi. Ini bisa mencakup proses pemesanan, pengelolaan inventaris, penjadwalan, dan sebagainya.

c. Menerapkan Kepatuhan (*Authorization*): *Business Rule* memastikan bahwa aplikasi beroperasi sesuai dengan kebijakan dan regulasi yang berlaku. Ini bisa mencakup aturan kepatuhan peraturan perusahaan, kebijakan privasi data, dan standar keamanan.

d. Memudahkan Pengembangan dan Pemeliharaan: Dengan menjaga aturan bisnis terpisah dari kode aplikasi inti, *Business Rule* memudahkan pengembangan, pemeliharaan, dan perubahan aplikasi. Ini memungkinkan aturan bisnis untuk diubah tanpa harus mengubah struktur atau logika dasar aplikasi.

e. Memberikan Konsistensi: Dengan menerapkan aturan bisnis secara konsisten di seluruh aplikasi. *Business Rule* membantu memastikan bahwa pengguna mendapatkan pengalaman yang seragam dan dapat diandalkan.

Secara keseluruhan, *Business Rule* berperan penting dalam memastikan bahwa aplikasi dapat memenuhi kebutuhan bisnis dengan efisien dan efektif, serta tetap sesuai dengan kebijakan dan regulasi yang berlaku.

• **Data Access**

Layer akses data berfungsi sebagai perantara antara aplikasi dan database, memungkinkan aplikasi untuk berinteraksi dengan basis data atau sumber data lainnya dengan cara yang terstruktur dan terisolasi. Ini memudahkan pengembang untuk mengelola operasi database seperti pengambilan, penyimpanan, pembaruan, dan penghapusan data tanpa harus memperhatikan detail teknis dari sumber data tersebut.

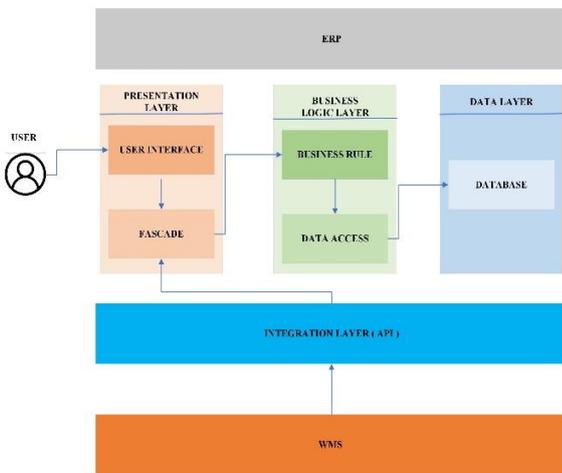
3. Data Layer

Data Layer adalah Layer yang terkoneksi langsung dengan database yang berfungsi dalam manipulasi data seperti menyimpan data, pencarian data dan menghapus data [14].

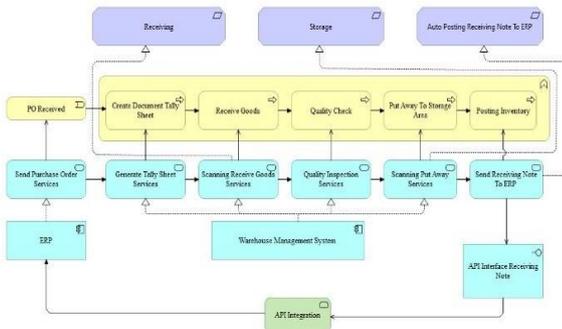
4. Integration Layer

Dalam Integration Layer antara WMS dan ERP menggunakan API dimana dari aplikasi WMS akan mengakses API di layer Fascade ERP dimana di layer tersebut akan ada *Authentication* dan *Authorization* sebelum data tersebut akan disimpan di database (*Data Layer*).

Untuk penjelasan *Application Layer* dan *Integration Layer* antara WMS dan ERP dapat dilihat di **Gambar 5** dan **Gambar 6**.



Gambar 5. Application Architecture



Gambar 6. Business & Application Layer View Integration WMS and ERP

3.4.4. Technology Architecture

Untuk Teknologi yang digunakan dalam integrasi antara WMS dan ERP adalah menggunakan API dan JWT (*Json Web Token*) sebagai *Authentication* dan menggunakan Format File JSON.

3.4.4.1. API (Application Programming Interface):

API adalah sekumpulan aturan dan protokol yang memungkinkan berbagai perangkat lunak atau sistem untuk berkomunikasi satu sama lain. API adalah cara standar bagi berbagai aplikasi atau layanan untuk berbagi data dan fungsionalitas dengan

aplikasi atau layanan lainnya tanpa harus mengetahui detail implementasi internalnya.

API dapat digunakan untuk mengintegrasikan berbagai sistem, mengizinkan mereka untuk saling berinteraksi, bertukar data, atau menjalankan fungsi tertentu [15].

3.4.4.2. JWT (JSON Web Token):

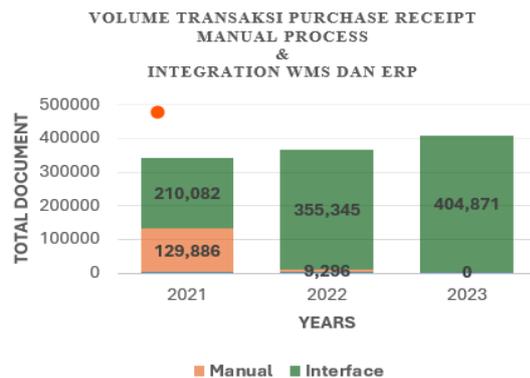
JWT adalah standar terbuka yang mengatur format untuk mentransfer klaim secara aman antara dua pihak. Ini digunakan untuk mengizinkan pertukaran informasi terenkripsi dalam konteks otentikasi dan otorisasi di aplikasi web dan layanan web.

Fungsi utama JWT adalah untuk mengizinkan pertukaran informasi secara terenkripsi antara pihak-pihak yang terpercaya. Ini sering digunakan dalam sistem otentikasi dan otorisasi di aplikasi web.

Struktur JWT terdiri dari tiga bagian: *Header*, *Payload*, dan *Signature*. *Header* biasanya terdiri dari dua bagian: jenis token, yaitu JWT, dan algoritma penandatanganan yang digunakan, seperti HMAC SHA256 atau RSA. *Payload* merupakan informasi atau data yang ingin dikirimkan. Dalam konteks otentikasi atau otorisasi, biasanya data tersebut adalah informasi unik yang terkait dengan pengguna, seperti alamat email, id/uuid, dan data terkait otorisasi seperti role. Data ini berperan sebagai identitas pengirim token dan digunakan untuk mengenali pengguna yang mengirimkan token tersebut. *Verify Signature* merupakan hasil dari enkripsi hash atau kombinasi dari isi encode dari Header dan Payload, kemudian ditambahkan dengan kode rahasia. Signature ini berguna untuk memastikan bahwa isi Header dan *Payload* dalam token tidak berubah dari nilai semula. Hal ini penting karena membuat Payload dan Header palsu relatif mudah dilakukan [16].

3.4.4.3. Microsoft Visual Studio (C#)

Bahasa pemrograman yang digunakan untuk development dan integrasi WMS dan ERP adalah menggunakan Visual Studio C# dan Framework yang digunakan adalah Blazor dan NET Core versi 8 dan berjalan di atas web server IIS (Internet Information Service) [17].



Gambar 7. Volume Transaksi Purchase Receipt Manual Process & Integration WMS dan ERP

Dalam Gambar 7. Volume Transaksi Purchase Receipt Manual Process dan Interface menggambarkan bahwa dengan adanya Integrasi WMS dan ERP maka manual proses yang dilakukan oleh *human* akan dilakukan oleh sistem *interface* langsung dari WMS ke ERP sehingga admin yang mengerjakan dokumen tersebut dapat dialihkan ke fungsi atau pekerjaan yang lebih *strategic*.

4. DISKUSI

Selama Implementasi WMS ada beberapa problem yang harus juga diselesaikan supaya proses integrasi antara WMS dan ERP juga dapat berjalan dengan lancar. Berikut ini beberapa masalah dan solusi yang bisa kami berikan seperti yang di Tabel 1.

Tabel 1. Masalah dan Solusi

No.	Masalah	Solusi
1	Stock Integrity & Stock Accuracy yang masih kurang.	Tiap transaksi di WMS akan di Integrasi ke ERP dan diperlukan <i>dashboard monitoring</i> tiap transaksi yang tidak berhasil interfacing ke ERP sehingga <i>stock integrity</i> dan <i>stock accuracy</i> di ERP dan WMS selalu sama.
2	Stok dan Lokasi di Warehouse tidak sama dengan actual.	Harus adanya <i>change management</i> dan kedisiplinan supaya tiap transaksi baik penerimaan dan pengeluaran harus terinput di WMS.
3	Semua transaksi warehouse operations dilakukan di ERP dengan <i>Single Processing</i> dan seringkali " <i>Lock Another User</i> " di ERP nya waktu ada peninputan data baru atau update data.	Transaksi yang berhubungan dengan <i>Warehouse Operations</i> akan dilakukan di WMS dan akan di interface ke ERP secara berkala melalui <i>Job Queue</i> atau <i>Scheduler</i> dimana dari WMS akan mengakses API Interface untuk di simpan di Staging Table dan secara berkala akan di push transaksi nya ke ERP. Adapun transaksi yang akan di integrasi antara lain: Transaksi Purchase Receipt, <i>Transfer Order</i> , <i>Transfer Receipt</i> , dll. (<i>Distribution Processing</i>).
4	Tidak adanya <i>Traceability</i> untuk <i>History Tracking</i> jika ada barang yang sama dari beda supplier apabila ada <i>quality issue</i> , <i>rejection</i> , <i>return supplier</i> , dll.	Perlu implementasi <i>Batch System</i> dan <i>Lot Number</i> untuk bisa ada nya tracking tiap penerimaan dan pengeluaran barang di WMS.
5	<i>Human Factor</i> (kesalahan input).	Perlu ada sosialisasi dan <i>training</i> berkala untuk penggunaan WMS secara baik dan benar.
6	<i>Technology</i>	Perlu ada peremajaan dari aplikasi WMS yang saat ini digunakan karena menggunakan Java versi lama yang sudah tidak ada pengembangan.

Dalam praktek nya integrasi antara WMS dan ERP memberikan dampak positif antara lain:

- Meningkatkan akurasi stock
- Mengurangi *human error* karena tidak adanya double input kedua sistem yang berbeda
- Mengurangi biaya operasional
- Meningkatkan kecepatan dalam pemrosesan data (*Distribution Processing*)
- Meningkatkan kepuasan customer (*ontime delivery*)[18] [19].

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan bahwa Integrasi WMS dan ERP sangat memberikan peranan penting dan menguntungkan bagi perusahaan. Dimana dapat mengurangi biaya operasional, *stock integrity* dan meningkatkan kepuasan customer dalam hal *ontime delivery*. Namun dalam hal ini ada beberapa tantangan dalam integrasi ini dimana ada perubahan pola kerja (*change management*) sehingga perlu ada nya sosialisasi dan training berkala untuk penggunaan sistem ini. Dalam hal ini user gudang sebagai end user nya juga

memegang peranan penting karena jika user tidak disiplin dalam mengeksekusi maka akan menghambat implementasi dalam hal *stock accuracy* dan *traceability* yang tidak sesuai antara sistem dengan lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama kami berterima kasih kepada Tuhan YME atas segala berkah-Nya yang telah mengiringi kami selama penelitian ini dan memberikan kami kekuatan dan kebijaksanaan dalam menyelesaikan penelitian ini.

Kami juga ingin mengucapkan banyak terima kasih atas semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini antara lain dosen pembimbing. Karena tanpa adanya saran dan bimbingan dari pihak pembimbing maka penelitian ini tidak akan terselesaikan dengan lancar

Kami juga mengucapkan terima kasih kepada pimpinan perusahaan yang telah memberikan dukungan dan izin nya dalam mengakses informasi terkait penelitian ini.

Terakhir, kepada segenap keluarga, teman-teman, dan pihak-pihak yang telah memberikan

dukungan dan semangat, sejak awal sampai rampungnya penelitian ini, kami haturkan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. S. Zain, A. Rifki, A. Farezan, M. Ghufron, and S. Sahara, "Manajemen Gudang Di Era Industri 4.0: Tinjauan Literatur Dan Arah Penelitian ke Masa Depan," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 9, no. 12, pp. 587–592, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8080459>.
- [2] Dynamics On-Demand, "Introduction to Warehouse Management (WMS) | D365 WMS Module Configuration Course," Introduction To Warehouse Management Systems. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=UuZXjJ79PVU>.
- [3] R. Johnny Hadi Raharjo, A. Nur Azizah, A. Bimantoro, V. Renanda Zulfian, E. Prasetyo, and P. Studi Manajemen Fakultas Ekonomi Dan Bisnis, "Penerapan Enterprise Resource Planning Dalam Supply Chain Management pada Minimarket Family Cukir," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 9, no. 16, pp. 670–683, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8263447>.
- [4] M. F. Rahmadani and R. Muhammad, "Peran Sistem Aplikasi ERP Terhadap Manajemen Inventory di PT XBC," *J. Sist. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 59–71, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.59581/jusiik-widyakarya.v1i2.371>.
- [5] M. Naufal, A. Hazmi, and R. A. Putri, "Implementasi ERP sebagai Pengintegrasian Sumber Daya Perusahaan pada PT . KSteel Nusantara," vol. 8, no. 2, pp. 349–364, 2023.
- [6] Y. Herdianzah, A. Ahmad, A. Saleh, A. Syukur, R. Malik, and A. Dwi, "Pengaruh Penerapan Warehouse Management System Terhadap Kinerja Gudang pada PTP Nusantara XIV Persero," *Metod. J. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 2, p. 2022, 2022.
- [7] N. Andiyappillai, "Standardization of System Integrated Solutions in Warehouse Management Systems (WMS) Implementations," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 178, no. 13, pp. 6–11, May 2019, doi: 10.5120/ijca2019918891.
- [8] F. D. Utami, W. Puspitasari, and M. Saputra, "Design of Planning Model for ERP System in Warehouse Management: An Empirical Study of Public Hospital in Indonesia," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, IOP Publishing Ltd, Dec. 2020. doi: 10.1088/1757-899X/909/1/012061.
- [9] N. Rizky and A. Fajar Firmansyah, "Perencanaan Arsitektur Enterprise Menggunakan TOGAF ADM Versi 9 (Studi Kasus: Bimbel Salemba Group)," *Stud. Inform. J. Sist. Inf.*, vol. 10, no. 1, p. 11, 2017.
- [10] Vinardo, E. Dazki, and R. Eko Indrajit, "Enterprise Architecture with TOGAF in the Indonesian Footwear Industry, Case Study at XYZ Footwear Industry," *J. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 6, pp. 1495–1506, Dec. 2023, doi: 10.52436/1.jutif.2023.4.6.1017.
- [11] A. H. Fikri, W. Purnomo, W. Hayuhardhika, and N. Putra, "Perancangan Enterprise Architecture Menggunakan TOGAF ADM pada PT. Hafintech Prima Mandiri," 2020. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- [12] V. Gunawan, R. E. Indrajit, and E. Dazki, "Desain Enterprise Architecture untuk Taman Hiburan di Indonesia dengan Archimate," *SATIN - Sains dan Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 2, pp. 102–112, Dec. 2021, doi: 10.33372/stn.v7i2.742.
- [13] G. Haludin, R. Eko Indrajit, and E. Dazki, "Enterprise Architecture for Heavy Equipment Dealer in Indonesia Using Business Model Canvas," vol. 3, no. 4, pp. 939–948, 2022, doi: 10.20884/1.jutif.2022.3.4.270.
- [14] M. Dewi, A. Wibowo, and S. P. Arifin, "Aplikasi Terintegrasi Untuk Pengelolaan Nilai Angka Kredit Kenaikan Pangkat / Jabatan Akademik Dosen Berbasis Service Oriented Architecture," *J. Komput. Terap.*, vol. 6, no. 1, pp. 13–24, 2020, doi: 10.35143/jkt.v6i1.3413.
- [15] N. K. Akmal and M. N. Dasaprawira, "Rancang bangun Application Programming Interface (API) Menggunakan Gaya Arsitektur GraphQL untuk Pembuatan Sistem Informasi Pendataan Anggota Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Studi Kasus UKM Starlabs," *J. SITECH Sist. Inf. dan Teknol.*, vol. 5, no. 1, pp. 37–40, 2022, doi: 10.24176/sitech.v5i1.7937.
- [16] R. Gunawan and A. Rahmatulloh, "JSON Web Token (JWT) untuk Authentication pada Interoperabilitas Arsitektur berbasis RESTful Web Service," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 5, no. 1, p. 74, 2019, doi: 10.26418/jp.v5i1.27232.
- [17] E. Kurniawan, M. R. Faisal, and U. L. Mangkurat, "ASP . Net Core Web API 6 dengan Visual Studio," no. March, 2023.
- [18] S. A. Azzahra and L. Fauziah, "Efektivitas Penerapan Warehouse Management System (WMS) pada Gudang PT XYZ," *J. Bisnis, Logistik dan Supply Chain*, vol. 3, no. 2, pp.

- 79–82, Nov. 2023, doi:
10.55122/blogchain.v3i2.920.
- [19] A. Febriani Samsudin, B. Darmawan, V. Dwiyantri, and J. Mupita, “Attributes and Effect of Implementation of Warehouse Management System (WMS) for Company Sustainability,” *J. Teknol. Transp. dan Logistik*, vol. 4, no. 2, 2023.