

## Healthcare warehouse: Integrated literature review

Nur Mayke Eka Normasari<sup>1,\*</sup>, Wangi Pandan Sari<sup>2</sup>, Laela Widiyaningsih<sup>3</sup>, Azza Luthfia<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

### Article Info

#### Article history:

Received January 31, 2023

Accepted April 15, 2023

Published May 30, 2023

#### Kata Kunci:

warehouse  
healthcare  
integrated  
literature review

### ABSTRAK

Gudang atau *warehouse* berperan penting dalam sistem logistik suatu industri atau perusahaan. Namun demikian, pengetahuan tentang *healthcare warehouse* yang telah dikembangkan dalam beberapa tahun terakhir masih kurang. Untuk itu, maka artikel ini menyajikan *integrated literature review* pertama tentang *healthcare warehouse* melalui pencarian di penyimpanan dari basis data Scopus. Dengan menelusuri setiap artikel terkait dengan topik tersebut, didapatkan 24 artikel yang diterbitkan dari tahun 2013-2022 dan diklasifikasikan menjadi dua topik utama: *goods warehouse* sebanyak 4 artikel, dengan fokus *healthcare* yang terdapat pada fasilitas kesehatan, dan *data warehouse* sebanyak 20 artikel, yang memiliki fokus pada *healthcare* berisi berbagai jenis data, contohnya rekam medis, barang, dan data penyakit tertentu. Semua pengetahuan yang ada dalam studi ini dirangkum sehingga pembaca (baik akademisi maupun praktisi) dapat dengan mudah mengakses kontribusi utama dan informasi yang ada dalam setiap studi.



### Corresponding Author:

Nur Mayke Eka Normasari,  
Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada,  
Jalan Grafika No. 2, Yogyakarta 55281, Indonesia  
Email: \*mayke@ugm.ac.id

## 1. PENGANTAR

Ketersediaan stok merupakan salah satu atribut yang menjadi ciri layanan logistik. Logistik umumnya dinilai dari efisiensi dan efektivitasnya. Pada umumnya, hal pertama yang diukur adalah total biaya logistik, sedangkan yang terakhir dipikirkan dalam hal layanan logistik adalah yang menyangkut kemampuan perusahaan untuk menawarkan tingkat ketersediaan, kecepatan, keandalan, dan fleksibilitas proses pengiriman yang baik [1], [2]. Dalam hal ini, gudang atau *warehouse* berperan penting dalam sistem logistik suatu industri atau perusahaan. Logistik gudang melibatkan penyimpanan dan pemeliharaan barang di gudang. Dari sudut pandang logistik produksi, penyimpanan stok memungkinkan perampingan produksi dengan membangun stok gudang pada saat permintaan rendah dan mengurangnya pada saat permintaan meningkat. Dengan latar belakang fungsi inti logistik gudang, maka dapat diketahui bahwa dua alasan utama untuk penyimpanan stok adalah sebagai pembentukan inventaris untuk menjamin kemampuan pengiriman dan untuk mengimbangi fluktuasi pengiriman dan permintaan.

Secara umum, gudang didefinisikan sebagai unit struktural dengan semua sumber daya dan ketentuan organisasi yang diperlukan untuk pelaksanaan proses yang terhubung dengan inventaris dan manajemen gudang, termasuk unit organisasi yang terlibat dengan penerimaan dan pengiriman barang [3]. Pergudangan merupakan rangkaian kegiatan yang terlibat dalam proses penerimaan, penyimpanan barang, dan persiapannya untuk tujuan selanjutnya. Hal ini dilakukan dengan mengelola utilitas waktu dan tempat untuk bahan baku, barang dalam proses pengerjaan, dan barang jadi. Gudang dapat mengurangi waktu tunggu, mengurangi biaya logistik, dan meningkatkan keunggulan kompetitif. Selain meningkatkan efektivitas biaya melalui penurunan biaya, pemrosesan fungsional semua pergerakan barang yang menyebabkan perubahan

inventaris adalah tugas utama perangkat lunak yang dirancang untuk mengontrol logistik gudang dan memelihara persediaan [4]. Pekerjaan yang dilakukan di gudang berkaitan dengan manajemen inventaris seperti penerimaan dan pengeluaran produk, mencatat perubahan, dan melacak pergerakan inventaris. Gudang dapat dibedakan berdasarkan jenis dan karakteristiknya. Saat ini, gudang hampir digunakan di semua jenis industri mulai dari sektor publik, penerbangan, perbankan, perhotelan, telekomunikasi, makanan, manufaktur, hingga kesehatan. Lebih khusus pada *warehouse in healthcare*, menurut Smith [5] manajemen kinerja di sektor kesehatan memiliki tiga peran, yaitu mengarahkan, memantau, dan merespon. Fungsi mengarahkan bertujuan untuk menyampaikan strategi dan tujuan kepada pembuat kebijakan, manajer menengah, dan staf garis depan. Fungsi memantau yaitu memverifikasi apakah panduan telah diikuti dan target terkait tercapai. Fungsi yang terakhir adalah merespon, yaitu mendorong tindakan untuk memperbaiki masalah kinerja dan melakukan *improvement*. Ketiga fungsi ini dapat terus dilakukan dengan mengoptimalkan *warehouse management* di sektor tersebut.

Pada umumnya, gudang di rumah sakit harus mengelola tiga jenis material utama, yaitu obat-obatan, produk bedah dan medis, dan barang habis pakai [6] yang harus dipasok dengan benar ke tempat tidur pasien. Produk-produk ini membawa persyaratan khusus untuk mendukung perawatan pasien secara efektif. Namun, hal ini tentunya dapat menimbulkan implikasi yang berbeda terhadap kinerja gudang. Obat-obatan dan alat kesehatan keduanya penting untuk mencapai kesehatan pasien sehingga ketersediaannya yang tepat waktu perlu dipastikan dengan tepat [7]. Oleh karena itu, *warehouse* memainkan peran penting untuk memfasilitasi logistik farmasi yang didefinisikan sebagai tugas menempatkan obat yang tepat dan pasokan medis lainnya, dalam jumlah yang tepat, dalam kondisi yang tepat, di titik pengiriman layanan kesehatan yang tepat, pada waktu yang tepat, untuk pengguna yang tepat, dan dengan biaya yang tepat [8].

Manajemen *healthcare warehouse* saat ini sedang diperhatikan dan model-model inovatif sedang diimplementasikan secara berkelanjutan. Beberapa kontribusi baru-baru ini muncul yang menggambarkan metodologi dan efek dari pengenalan manajemen obat terpusat pada masalah pesanan dan penerimaan, manajemen gudang terpusat, distribusi ke pengguna akhir, atau hanya mengenai manajemen logistik terpusat. [9] dalam penelitiannya menunjukkan perbandingan kecepatan antara sistem manual dan sistem otomatis yang sangat besar untuk *warehouse* di bidang obat-obatan. Selain itu, beberapa temuan terkait *hospital warehouse* juga telah dilakukan oleh [10] dan [11]. Pada era internet seperti saat ini, perubahan dari *data warehouse* fisik menjadi bentuk *cloud* dilakukan guna meningkatkan pelayanan bagi pasien, terutama jika pasien harus berpindah fasilitas kesehatan. Hal ini seperti yang dijelaskan pada penelitian [12] terkait pentingnya *healthcare data warehouse*. Meskipun *healthcare warehouse* telah dikembangkan dalam beberapa tahun terakhir, hanya sedikit praktisi yang melakukan penulisan secara terintegrasi terkait kegiatan yang sudah diketahui tentang *healthcare warehouse*. Oleh karena itu sebuah *research question* tentang apa yang telah kita ketahui tentang *healthcare warehouse* menjadi sebuah motivasi dari penelitian ini.

Salah satu cara untuk menjawab *research question* tersebut adalah membuat *literature review*. *Literature review* dapat menyampaikan dan merangkum tentang apa yang sudah diketahui dan sudah dikerjakan tentang suatu topik tertentu. *Literature review* bertujuan untuk membantu melahirkan ide-ide baru dan arah penelitian di masa depan, serta meningkatkan teori dan praktik tentang topik tersebut [13]. Di bidang penelitian mengenai *warehouse*, tinjauan literatur telah terbukti bermanfaat dalam meningkatkan pengetahuan tentang *warehouse* di sektor manufaktur [14], makanan [15], agrikultur [16], dan lainnya. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat *integrated literature review* tentang *healthcare warehouse* sehingga memungkinkan untuk memahami kontribusi utama dan informasi yang ada dalam setiap studi tentang topik tersebut. Berdasarkan hasil temuan yang didapatkan dari studi sebelumnya, penelitian ini kemudian mengklasifikasikan *healthcare warehouse* menjadi dua, yaitu *goods warehouse* dan *data warehouse*. Selain itu, penelitian ini juga akan menunjukkan peluang atau kemungkinan studi lebih lanjut yang dapat dilakukan berdasarkan gap penelitian yang didapatkan. Menurut pengetahuan kami, penelitian ini adalah *integrated literature review* pertama pada *healthcare warehouse*. Studi yang telah dilakukan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baik bagi akademisi maupun praktisi. Untuk mencapai hal tersebut, artikel ini dimulai dengan menjelaskan definisi *warehouse* dan *healthcare warehouse*, kemudian diikuti dengan metode, temuan, serta kesimpulan dan keterbatasan dari penelitian ini.

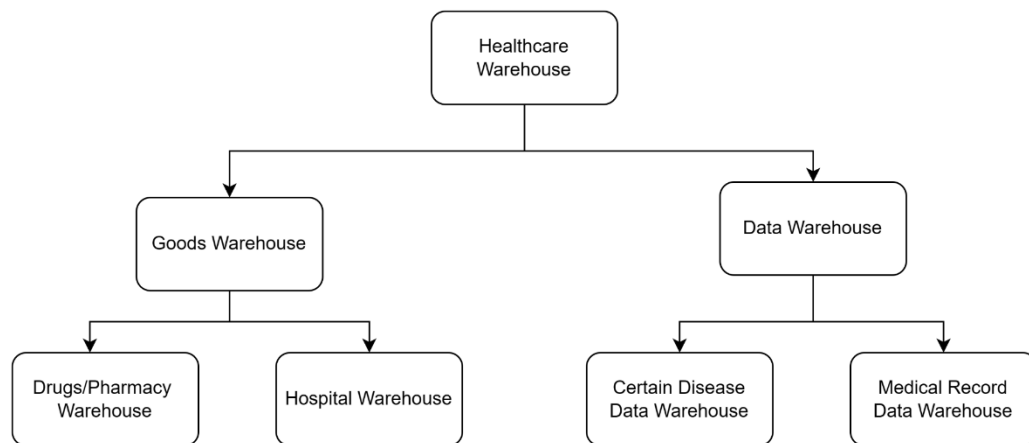
## 2. METODE PENELITIAN

*Integrated literature review* adalah bentuk tinjauan yang mensintesis berbagai literatur tentang topik tertentu yang dapat mengubah cara berpikir kita tentang topik tersebut sehingga perspektif baru dan kemungkinan penelitian baru dapat muncul untuk memberikan kontribusi bagi pengetahuan [17]. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan sumber data sekunder dari situs web Scopus yang diambil pada tanggal 18 November 2022 dengan kata kunci "*warehouse*". Selanjutnya, hasil yang ditampilkan kemudian dipilah khusus artikel sehingga didapatkan total hasil basis data sebanyak 92 artikel yang berasal dari jurnal komputer, jurnal sains dan teknik, jurnal kesehatan, serta jurnal manajemen dan bisnis dengan rentang waktu terbit dari tahun 2001-2022. Seleksi terhadap 92 artikel tersebut dilakukan dengan membaca semua abstrak

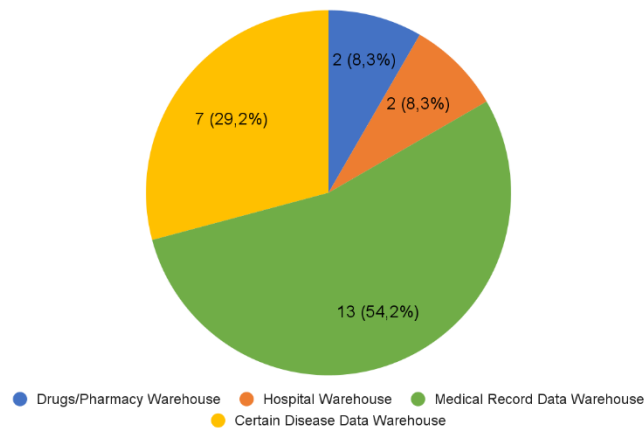
untuk mengetahui garis besar penelitian. Dari proses ini, terdapat 44 artikel yang tidak sesuai dengan topik yang diangkat yang selanjutnya dikeluarkan dari basis data. Dari 47 artikel yang didapat kemudian dilakukan seleksi ulang dengan membaca artikel sekaligus mengklasifikasikannya berdasarkan jenis *warehouse*. Setelah proses seleksi, didapatkan 24 artikel yang sesuai dengan topik *healthcare warehouse* dengan rentang waktu terbit dari tahun 2013-2022. Artikel yang sesuai dan telah diklasifikasikan tersebut dianalisis sesuai metode dan temuan yang didapatkan. Selain itu, penelitian ini juga mencari peluang untuk studi lebih lanjut berdasarkan gap penelitian yang dijelaskan dari tiap studi.

### 3. HASIL DAN ANALISIS

Dari 24 artikel yang sesuai dengan *research question* didapatkan klasifikasi berdasarkan jenis *warehouse*. Pada umumnya, terdapat dua jenis *healthcare warehouse*, yaitu *goods warehouse* dan *data warehouse*. Selanjutnya, dua jenis *warehouse* tersebut diklasifikasikan lagi sesuai dengan fokus penelitian yang dilakukan. Proses ini menghasilkan diagram pohon klasifikasi *healthcare warehouse* pada Gambar 1 dengan diagram persebaran artikel seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Jenis *healthcare warehouse* yang paling banyak adalah *medical record data warehouse* dengan total 13 artikel.



Gambar 1. Klasifikasi *Healthcare Warehouse*



Gambar 2. Diagram persebaran artikel

Selain diklasifikasikan berdasarkan jenis datanya, artikel pada *data warehouse* dapat diklasifikasikan menurut jenis penelitian yang dilakukan, yaitu pengelolaan atau kontrol *data warehouse* dan perancangan atau pengembangan *cloud data warehouse*. Pengelolaan atau kontrol *data warehouse* berisi artikel yang membahas proses data masuk dan mekanisme pengelompokan, serta visualisasi data pada *data warehouse*. Pada perancangan atau pengembangan *cloud data warehouse* membahas berbagai metode, pengguna, dan tujuan pembuatan *data warehouse*.

### 3.1. Goods Warehouse

*Goods warehouse* merupakan *warehouse* barang terkait *healthcare* yang terdapat pada fasilitas kesehatan seperti klinik, rumah sakit, farmasi, dll. Pada penelitian ini, *goods warehouse* dibagi menjadi dua, yaitu *drugs/pharmacy warehouse* dan *hospital warehouse*.

#### 3.1.1. Drugs/Pharmacy Warehouse

Obat-obatan menjadi bagian penting dalam dunia kesehatan. [11] menyatakan bahwa manajemen obat-obatan berkaitan dengan permintaan yang tidak pasti dan jika permintaan tidak terpenuhi, maka dapat berpengaruh terhadap keselamatan pasien. Di sisi lain menurut [18], pengelolaan inventaris dan logistik obat-obatan bukan hal mudah karena barang mudah rusak dan umur yang terbatas. Dari penelitian [18], metode Intelligence Inventory Management (IIM) lebih baik daripada Stochastic Mixed Integer Programming (SIMP) pada beberapa aspek. Metode IIM mempunyai kemungkinan kekurangan dan risiko kedaluwarsa produk lebih rendah daripada metode SIMP. Metode IIM juga menghasilkan penyimpanan yang lebih rendah dibanding SIMP. Namun, dari segi kecepatan, ditemukan bahwa solusi metode SIMP enam kali lebih cepat dibanding IIM.

Pada sistem kesehatan yang menggunakan *warehouse* terpusat dapat menggunakan teknologi otomasi pada *workstation*-nya guna meningkatkan proses pengambilan barang. Penelitian [9] menunjukkan perbandingan kecepatan antara sistem manual dan sistem otomasi yang sangat besar. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa sistem otomasi baik untuk mengurangi eror yang terjadi. Namun, penelitian ini masih membutuhkan studi lebih lanjut mengenai analisis finansial terkait penerapan sistem otomasi ini. Rincian penelitian tentang *drugs/pharmacy warehouse* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian pada *drugs/pharmacy warehouse*

Study	Research Topic	Research Method	Key Findings
[18]	Manajemen inventaris produk farmasi mudah rusak.	Membandingkan metode inventaris IIM dengan SIMP.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manajemen inventaris IIM lebih baik dibanding SIMP.</li> </ul>
[9]	Otomasi pengambilan obat di <i>workstation</i> pada sistem <i>centralized warehouse</i> .	Membandingkan penggunaan sistem otomasi dengan sistem manual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistem otomasi menunjukkan pengambilan barang tanpa eror lebih baik dari sistem manual hingga +42,86% - +65.59%.</li> <li>Sistem otomasi mengambil item lebih cepat dibanding sistem manual hingga +41.27% - +66.33%.</li> </ul>

#### 3.1.2. Hospital Warehouse

*Hospital warehouse* merupakan istilah yang mencakup berbagai penyimpanan barang yang ada di rumah sakit. Barang yang dimaksud berupa peralatan kesehatan, alat kantor, catatan rekam medis, dll. Pada penelitian ini, terdapat beberapa temuan terkait *hospital warehouse*. Pertama, penelitian terkait manajemen *warehouse* rumah sakit ketika rumah sakit melakukan renovasi atau pembangunan baru pertama kali dilakukan oleh [10]. Penelitian tersebut dilakukan dengan harapan proses renovasi tidak mengganggu arus logistik, terutama *warehouse* di rumah sakit yang dapat menghambat pelayanan.

Kedua, penelitian [11] menggunakan 2 metode 5s tradisional dan 5s *hybrid* untuk optimasi *hospital warehouse* mendapatkan hasil yang berbeda. Salah satu 5s tradisional menghasilkan *turnover* dengan rata-rata sebesar 43%, lainnya hanya menghasilkan 4% tanpa adanya *space* yang berkurang. Sedangkan 5s *hybrid* menghasilkan *turnover* sebesar 30% dan *space* berkurang hingga 16%. Metode 5s menghasilkan hasil yang lebih baik karena Kaizen yang lebih terstruktur sehingga mengidentifikasi akar permasalahan dan menghasilkan prosedur untuk mengatasi masalah tersebut. Selain itu, 5s tradisional cenderung fokus pada perbaikan finansial dibanding *sustainability* karena tidak menggunakan teknik *inventory* dan *lean process improvement tools* yang lain. Rincian penelitian tentang *hospital warehouse* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penelitian pada *hospital warehouse*

Study	Research Topic	Research Method	Key Findings
[10]	Manajemen inventaris barang, obat-obatan dan alat kesehatan saat perbaikan rumah sakit.	Menggunakan metode Business Process Reengineering (BPR) dengan mengembangkan 3 skenario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metode yang diusulkan dapat digunakan pada semua kasus renovasi rumah sakit.</li> </ul>
[11]	Melakukan optimasi <i>healthcare warehouse</i> di rumah sakit dengan menggunakan <i>lean</i> .	Membandingkan 2 <i>lean tool</i> yaitu 5s tradisional dan 5s <i>hybrid</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dua metode yang digunakan berhasil meningkatkan pergantian <i>trend inventory</i>.</li> <li>Metode 5s <i>hybrid</i> meningkatkan ruang penyimpanan.</li> </ul>

### 3.2. Data Warehouse

Pada era internet seperti saat ini, perubahan dari *data warehouse* fisik menjadi bentuk *cloud* sangatlah penting untuk meningkatkan pelayanan bagi pasien, terutama jika pasien harus berpindah fasilitas kesehatan. Seperti pada penelitian [12] terkait pentingnya *healthcare data warehouse* terpusat di Uni Eropa karena pergerakan warga negara Eropa di seluruh negara anggota Uni Eropa. Perawatan kesehatan lintas negara dapat dilakukan jika terdapat *data warehouse* yang sesuai kesepakatan aturan keamanan, hukum, dan interoperabilitas. *Data warehouse* pada *healthcare* berisi berbagai jenis data, contohnya rekam medis, barang, data penyakit tertentu, dll. Data-data tersebut selain digunakan untuk aktivitas layanan kesehatan juga digunakan untuk perbaikan dan penelitian. *Data warehouse* yang dimaksud pada penelitian ini selain *data warehouse* untuk kebutuhan *healthcare* juga ada yang berbentuk *data mart*. Pada penelitian ini, *data warehouse* dibagi menjadi dua jenis, yaitu *medical record data warehouse* dan *certain disease data warehouse*.

#### 3.2.1. Medical Record Data Warehouse (MRDW)

Menurut [19], rekam medis merupakan berkas yang berisikan catatan dan dokumen tentang identitas pasien, pemeriksaan, pengobatan, tindakan, dan pelayanan lain kepada pasien pada sarana pelayanan kesehatan. Pada penelitian ini, terdapat 13 artikel terkait *medical record data warehouse* yang merupakan *cloud* berisi data rekam medis. Artikel-artikel tersebut telah ditinjau dan dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan fokus penelitian, yaitu perancangan dan pengelolaan. Kelompok perancangan berisi artikel yang membahas rencana desain atau struktur dari *cloud* dan pengembangan *data warehouse*. Sedangkan kelompok pengelolaan merupakan kumpulan artikel terkait evaluasi, visualisasi, analisis, dan perbaikan data di *data warehouse*. Pengelompokan ini dilakukan guna memudahkan untuk dibandingkan antar artikel dan mencari *future research* yang dapat dilakukan.

Seperti terlihat pada Tabel 3, terdapat 5 artikel MRDW pada kelompok perancangan yang terbit dari rentang tahun 2019-2021 dengan berbagai jenis fasilitas kesehatan sebagai subjek penerapan rancangan *data warehouse* [20,21,22,12,23]. Semua artikel tersebut mempunyai garis besar tujuan yang sama, yaitu untuk memudahkan akses data pasien antar fasilitas kesehatan yang berbeda, dokter yang berbeda, maupun pasien itu sendiri untuk memonitor kesehatan. Setiap artikel menggunakan metode yang berbeda dalam merancang *data warehouse* sesuai target yang ingin dicapai dari terbentuknya *data warehouse* itu sendiri.

Selanjutnya pada Tabel 4 disampaikan artikel MRWD pada kelompok pengelolaan. Jumlah data yang banyak dan heterogen melatarbelakangi sebagian besar penelitian pada kelompok pengelolaan ini [24]-[31]. Penelitian-penelitian tersebut bertujuan untuk mengklasifikasikan atau pengelompokan data untuk selanjutnya dapat divisualisasikan dalam bentuk grafik dan dilakukan analisis. Pengisian data dalam *data warehouse* dapat menimbulkan masalah seperti *inaccuracy*, *incompleteness*, dan *mismembership* pada data yang disebut *negative quality data*. Hal tersebut memengaruhi informasi yang dihasilkan dari *data warehouse*. [29] menggunakan Artificial Bee Colony untuk membuat strategi guna mengatasi masalah tersebut. Selain itu, terdapat juga penelitian yang dilakukan untuk mengembangkan dan menerapkan alat deteksi bahaya untuk mengidentifikasi dan mengurangi risiko bagi pasien. Penelitian tersebut dilakukan oleh [27] dengan mengembangkan metode *nine-stage methodological framework* yang terdiri dari program

tentang ekstraksi fitur, pengembangan detektor, dan pengoptimalan detektor, serta *support environment* untuk mengevaluasi model detektor.

Tabel 3. Artikel *MRDW* pada kelompok perancangan

Study	Research Topic	Research Method	Key Findings
[20]	Pengembangan <i>warehouse data</i> mengenai PROM untuk menangani pasien di klinik.	Pengumpulan data dilakukan dengan dua metode yaitu pasien mengisi survei dengan alat elektronik di klinik dan secara <i>remote</i> melalui berbagai perangkat.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pasien bisa mengakses riwayat pengisian data sehingga pasien dapat melakukan monitor kesehatan secara mandiri.</li> <li><i>Data warehouse</i> digunakan untuk peningkatan kualitas kesehatan dan pengembangan penelitian.</li> </ul>
[21]	Pengembangan <i>cloud warehouse</i> sebagai media berbagi data rekam medis antara pasien dan dokter yang berbeda.	Metode yang direkomendasikan adalah Diagonal Digital Signature Algorithm (DDSA) dengan Merkle Patricia Hash Trie (MPHT).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metode yang digunakan dapat berbagi rekam medis yang aman dan andal dengan kontrol akses.</li> <li>Penggunaan metode ini lambat jika beberapa <i>node</i> bergabung dalam jaringan.</li> </ul>
[22]	Mengatasi masalah dimensi <i>temporal data</i> dari <i>warehouse data</i> yang hanya berbasis instan.	Menggunakan multidimensi data model T+MultiDim dan mengembangkan OLAP yang sesuai untuk kueri informasi temporal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>T+MultiDim memungkinkan untuk merancang <i>warehouse data</i> dengan menghubungkan dimensi temporal yang berbeda.</li> <li>Operator OLAP yang diusulkan memungkinkan pengguna mendapat pengukuran baru yang terkait dengan interval yang berbeda berdasarkan perbedaan temporal semantik.</li> </ul>
[12]	Usulan rancangan desain <i>healthcare data warehouse</i> berdasarkan proses Extract-Transform-Load di Uni Eropa.	Pengembangan skema EHR dengan standar HL7 dalam komunikasi dan standar rekam medis pada OpenNCP sebagai medianya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desain yang diusulkan mampu memperluas keberlanjutan standarisasi format pertukaran data.</li> <li>Desain yang dikembangkan menggunakan SOA dan skema pertukaran data XML standar yang memungkinkan digunakan untuk berbagai aplikasi.</li> </ul>
[23]	Membuat <i>open data</i> yang mengintegrasikan platform dari pasien, klinik, rekam medis, dan data historis di berbagai sistem informasi kesehatan. Studi kasus klinik cedera.	Mengembangkan sistem platform integrasi <i>open data</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistem platform integrasi ini berupa data set terpusat yang berarti tiap pemangku kepentingan dalam pengaturan perawatan pasien dapat berpartisipasi aktif dalam pengambilan keputusan.</li> </ul>

Tabel 4. Artikel *MRDW* pada kelompok pengelolaan

Study	Research Topic	Research Method	Key Findings
[24]	Memvisualisasikan data berbagai penyakit yang heterogen agar dapat diekstrak informasinya.	Menggunakan Geo-Spatial Disease Clustering dan <i>data warehousing</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metode yang diusulkan menghasilkan data dapat dianalisis dan divisualisasikan untuk banyak dimensi seperti jenis kelamin, lokasi, waktu, dan kelompok usia.</li> <li>Cakupan lokasi metode yang diusulkan lebih luas dibanding metode yang sudah ada.</li> </ul>
[25]	Pengembangan metode baru untuk mengatasi masalah heterogenitas data yang terjadi karena perbedaan alat bantu.	Metode baru LSTM-SVM-Based ECG dikembangkan untuk selanjutnya dibandingkan dengan metode LSTM-softmax.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metode baru berhasil mengurangi heterogenitas dan melampaui hasil NM.</li> <li>Metode baru mencapai akurasi klasifikasi 98.34% dan 96.27% untuk dua set data yang berbeda.</li> <li>Metode LST baru lebih baik dibanding LSTM-softmax dalam mengklasifikasikan EKG normal dan abnormal dari <i>database</i> yang berbeda.</li> </ul>
[26]	Mengembangkan dan mengevaluasi metode serta alat yang memaparkan repository data klinis.	Mengembangkan metode FHIR-Ontop-OMOP untuk membuat Knowledge Graph <i>clinical data</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metode yang digunakan berhasil memetakan 100 elemen dari 11 sumber <i>clinical data</i> dan membuat Clinical Knowledge Graph.</li> </ul>
[27]	Penggunaan <i>data warehouse</i> untuk pendeteksi bahaya.	Mengembangkan <i>nine-stage methodological framework</i> pada teknologi informasi kesehatan.	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Framework</i> tersebut mencakup persyaratan konsultasi dengan pakar multidisiplin.</li> <li><i>Framework</i> tersebut mengembangkan struktur untuk mengurangi risiko keselamatan pasien dengan dua kasus penggunaan.</li> </ul>
[28]	Pengembangan <i>healthcare logical data warehouse</i> (LDW).	OLAP digunakan untuk mengevaluasi desain LDW yang selanjutnya dioptimasi menggunakan algoritma baru.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metode pengembangan LDW ini dapat diaplikasikan pada semua kasus penyalinan data ke penyimpanan bertingkat untuk selanjutnya dilakukan <i>analytic querying</i>.</li> </ul>
[29]	Pengembangan strategi pengendalian kualitas data pada gudang data.	Menggunakan modifikasi Artificial Bee Colony (ABC) untuk memodelkan strategi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metode yang dikembangkan dapat diaplikasikan pada lingkungan nyata.</li> <li>Metode yang dikembangkan lebih baik dari metode yang sudah ada.</li> </ul>

Study	Research Topic	Research Method	Key Findings
[30]	Mengembangkan platform analitik multifungsi untuk manajemen dan analisis <i>healthcare data</i> .	Menggunakan MAV-clic untuk mengolah data untuk selanjutnya diintegrasikan dan dibuat grafik <i>clinical data</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>MAV-clic mampu mengelompokkan subjek untuk memahami skenario dan mengoptimalkan pengambilan keputusan.</li> </ul>
[31]	Mengembangkan sistem analisis untuk mendeteksi karakteristik dan variabel lain dari EHR untuk peningkatan kualitas.	Mengembangkan <i>software</i> Analytic Information Warehouse (AIW) berdasarkan <i>temporal abstraction-based</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berhasil mengetahui penyebab dan mengurangi <i>hospital readmissions</i> sampai 30 hari.</li> <li>Pengguna <i>software</i> harus seorang yang paham <i>software engineer</i> dan pemodelan ontologi data.</li> </ul>

### 3.2.2. Certain Disease Data Warehouse (CDDW)

*Certain disease data warehouse* merupakan *data warehouse* yang berisi kumpulan rekam medis terkait suatu penyakit atau kondisi kesehatan tertentu. Berbeda dengan *MRDW*, *data warehouse* ini dibuat dengan tujuan untuk penelitian lebih lanjut atau skrining penyakit atau kondisi tersebut. *MRDW* juga dapat digunakan untuk penentuan langkah lebih lanjut terkait kondisi suatu penyakit di lingkungan masyarakat seperti pada penelitian [32] yang mengembangkan *data warehouse* sehingga pemerintah dapat membuat aturan terkait obesitas pada anak. Setiap artikel menggunakan metode yang berbeda-beda berdasarkan tujuan akhir penelitian yang dilakukannya. Selain itu, metode perancangan *data warehouse* juga ditentukan oleh kebutuhan data yang cepat dan tepat, misalnya pada penelitian yang dilakukan oleh [33] terkait *data warehouse* yang diperlukan secara *real-time* seperti pada penyakit COVID-19. Pada kasus penyakit yang sama, [34] mengembangkan *real-time data warehouse* COVID-19 guna mengidentifikasi gejala/fenotipe baru dan memprediksi gelombang pandemi baru. Walaupun pada bagian ini *data warehouse* hanya terfokus pada penyakit tertentu, tidak menutup kemungkinan metode yang diterapkan juga dapat digunakan juga dapat diterapkan pada *MRDW*. Beberapa penelitian terkait *CDDW* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Artikel terkait *CDDW*

Study	Research Topic	Research Method	Key Findings
[34]	Mendeskripsikan struktur dan teknologi yang digunakan untuk membuat arsitektur Data Mart dan menunjukkan bagaimana rumah sakit mengatasi tantangan pandemi COVID-19.	Menggunakan perangkat lunak SAS Institute <i>analytic tool</i> dan SAS Vya <i>environment</i> dan Open-Source <i>environment</i> R dan Python untuk respon cepat dan <i>modelling</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adanya Data Mart dapat digunakan untuk membuat model prediktif untuk mengidentifikasi fenotipe klinis yang belum terdeskripsikan dan untuk mengembangkan jaringan rumah sakit.</li> <li>Data Mart yang diperbarui secara <i>real-time</i> dapat digunakan untuk mengetahui kondisi epidemiologis dan klinis COVID-19.</li> <li>Model dari Data Mart dapat digunakan untuk memprediksi adanya gelombang pandemi baru.</li> </ul>
[33]	Kebutuhan akan penelitian COVID-19 terbaru yang tepat waktu menggunakan jaringan data nasional.	Menggunakan model data Fast Healthcare Interoperability Resource (FHIR).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metode FHIR mampu mengurangi penundaan dan meningkatkan ketersediaan data untuk penelitian.</li> <li>Penggunaan <i>persistence module</i> untuk transformasi data sulit dilakukan pada Java code sehingga ETL manual lebih optimal.</li> </ul>



Study	Research Topic	Research Method	Key Findings
[32]	Kebutuhan data terkait obesitas pada anak dalam skala besar untuk membuat kebijakan spesifik di sebuah komunitas.	Mengembangkan desain sistem gudang data tiga lapis: lapisan <i>back-end</i> , identifikasi, dan anonimisasi kumpulan data asli.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metode yang dikembangkan berhasil menjaga privasi data.</li> </ul>
[35]	Pengembangan Data Mart untuk pengelolaan proses klinis dan penelitian di bidang kanker payudara.	Menggunakan <i>artificial intelligence</i> untuk membangun sistem algoritma.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Data Mart yang terhubung dengan sistem rumah sakit, hasilnya dapat diintegrasikan untuk digunakan dalam praktik klinis sehingga dapat menghemat biaya.</li> </ul>
[36]	Mendeskripsikan proses penghubungan rekam medis elektronik dan data administrator pada penderita hipertensi di Alberta.	Proses penghubungan dilakukan secara deterministik menggunakan data PHN.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metode yang digunakan menghasilkan penggabungan data yang lebih lengkap, akurat, dan <i>real-time</i>.</li> <li>Metode ini mempunyai kekurangan pada luas cakupan, data yang berbeda mengurangi akurasi, dan terjadinya kesalahan klasifikasi.</li> </ul>
[37]	Pembangunan <i>data warehouse</i> dengan studi kasus perawatan kehamilan.	Menggunakan sistem <i>real-time data warehouse</i> (DWH).	<ul style="list-style-type: none"> <li>RTDWH mengurangi penggunaan waktu proses dan <i>cache</i>.</li> </ul>
[38]	Mengembangkan gudang data untuk program skrining kanker serviks.	Menggunakan AD-SISCOLO yang diimplementasikan menggunakan Pentaho BI Suite Business Intelligence Platform dan sistem manajemen data MySQL.	<ul style="list-style-type: none"> <li>AD-SISCOLO mempermudah pengguna dalam memantau proses skrining, mengidentifikasi masalah, dan visualisasi kelompok wanita berdasarkan hasil tes dan usia.</li> </ul>

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini dilakukan untuk merangkum hasil penelitian terkait *healthcare warehouse*. Penelitian ini mengklasifikasikan 24 studi menjadi 2 kategori yaitu kategori *goods warehouse* dengan sub-kategori *drugs/pharmacy warehouse* dan *hospital warehouse* serta kategori *data warehouse* dengan sub-kategori *medical record data warehouse* dan *certain diseases data warehouse* yang saling berkaitan. Klasifikasi tersebut menjadi salah satu taksonomi baru terkait gudang layanan kesehatan. Penelitian ini membantu peneliti dan sarjana yang ingin melakukan penelitian terkait gudang layanan kesehatan. Dari penelitian ini mereka mendapatkan inspirasi untuk penelitian masa depan. Secara keseluruhan penelitian ini berhasil menarik garis besar dan arah penelitian yang telah dilakukan terkait gudang layanan kesehatan.

Penelitian ini terbatas karena hanya mengambil studi yang ada dalam database Scopus dan hanya menggunakan satu kata kunci. Hal tersebut mungkin mengakibatkan beberapa studi yang masih terkait dengan topik luput dari tinjauan penelitian ini. Dengan demikian, untuk penelitian selanjutnya terkait *integrated literature review* dapat menggunakan database lain, seperti Web of Science. Selain itu dalam pencarian studi yang terkait pada topik juga dapat menggunakan kata kunci yang lebih spesifik, misalnya menggunakan *Pharmacy Warehouse*, *Medical Records Warehouse*, *Warehouse in Hospital* dll. Selain itu, topik penelitian selanjutnya terkait *healthcare warehouse* yang sangat potensi untuk dijalankan adalah tentang

implementasi *smart warehouse* di bidang *healthcare* untuk meningkatkan efisiensi sistem dikarenakan inventori untuk obat-obatan dan alat kesehatan mencapai dua sampai empat kali lebih lama daripada Fast Moving Customer Goods (FMCG), padahal tingkat keuangannya mencapai enam kali lebih tinggi daripada FMCG.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada pihak Departemen Teknik Mesin dan Industri (DTMI), Fakultas Teknik (FT), Universitas Gadjah Mada (UGM) atas bantuan dana untuk penelitian ini dalam skema Hibah DTMI 2019 dengan SK No. 1501407/UN1.FTK/SK/HK/2022

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Manrodt, K. B. and Davis, F. W. "The evolution to service response logistics." *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 22.9 (1992): 3-10.
- [2] Rushton A, Croucher P, Baker P. "The handbook of logistics and distribution management: Understanding the supply chain." Kogan Page Publishers, 2022.
- [3] Pfohl, H-C. "Betriebswirtschaftliche Grundlagen." (2010).
- [4] Kappauf, J., Lauterbach, B., Koch, M. "Warehouse logistics and inventory management." *Logistic Core Operations with SAP: Inventory Management, Warehousing, Transportation, and Compliance* (2012): 99-213.
- [5] Smith, P.C. "Performance management in British health care: will it deliver?." *Health affairs* 21.3 (2002): 103-115.
- [6] Kumar, A., Ozdamar, L. and Ng, C.P. "Procurement performance measurement system in the health care industry." *International journal of health care quality assurance* 18.2 (2005): 152-166.
- [7] Pinheiro, J.C., Dossou, P.-E. and Junior, J.C. "Methods and concepts for elaborating a decision aided tool for optimizing healthcare medicines dispatching flows." *Procedia Manufacturing* 38 (2019): 209-216.
- [8] Chikumba, P.A. "Application of geographic information system (GIS) in drug logistics management information system (LMIS) at district level in Malawi: opportunities and challenges." *E-Infrastructures and E-Services on Developing Countries: First International ICST Conference, AFRICOM 2009, Maputo, Mozambique, December 3-4, 2009. Proceedings 1*. Springer Berlin Heidelberg, 2010.
- [9] Piccinini, P., Gamberini, R., Prati, A., Rimini, B., & Cucchiara, R. "An automated picking workstation for healthcare applications." *Computers & Industrial Engineering* 64.2 (2013): 653-668.
- [10] Patrone, C., M. Mezzano Kozlova, M. Brenta, F. Filauro, D. Campanella, A. Ribatti, E. Scuderi, T. Marini, G. Galli, and R. Revetria. "Hospital warehouse management during the construction of a new building through lean techniques." *Adv Sci Technol Eng Syst J* 5.1 (2020): 256-262.
- [11] Venkateswaran, S., Nahmens, I., & Ikuma, L. "Improving healthcare warehouse operations through 5S." *IIE Transactions on Healthcare Systems Engineering* 3.4 (2013): 240-253.
- [12] Gavrilov, Goce, Elena Vlahu-Gjorgievska, and Vladimir Trajkovik. "Healthcare data warehouse system supporting cross-border interoperability." *Health informatics journal* 26.2 (2020): 1321-1332.
- [13] Snyder, H. "Literature review as a research methodology: An overview and guidelines." *Journal of business research* 104 (2019): 333-339.
- [14] Niu, Y., & Xiong, X. "Investigation on Panel Material Picking Technology for Furniture in Automated Raw Material Warehouses." *BioResources* 17.3 (2022).
- [15] Ismael, R. K. "Quantification of food waste in retail operations: A fruit and vegetable wastage case in Paraguay." *Environmental Challenges* 10 (2023): 100665.
- [16] Lydia, J., R. Monisha, and R. Murugan. "Automated food grain monitoring system for warehouse using IOT." *Measurement: Sensors* 24 (2022): 100472.
- [17] Torraco, R. J. "Writing integrative literature reviews: Guidelines and examples." *Human resource development review* 4.3 (2005): 356-367.
- [18] Ahmadi, E., Mosadegh, H., Maihami, R., Ghalehkhondabi, I., Sun, M., & Süer, G. A. "Intelligent inventory management approaches for perishable pharmaceutical products in a healthcare supply chain." *Computers & Operations Research* 147 (2022): 105968.
- [19] Kholili, U. "Pengenalan ilmu rekam medis pada masyarakat serta kewajiban tenaga kesehatan di rumah sakit." *Jurnal Kesehatan Komunitas* 1.2 (2011): 60-72.
- [20] Withers, K., Palmer, R., Lewis, S., & Carolan-Rees, G. "First steps in PROMs and PREMs collection in Wales as part of the prudent and value-based healthcare agenda." *Quality of life research* 30 (2021): 3157-3170.
- [21] Preetha, A. D., & Kumar, T. P. "Securing IoT-based healthcare systems from counterfeit medicine penetration using Blockchain." *Applied Nanoscience* (2021): 1-13.
- [22] Combi, C., Oliboni, B., Pozzi, G., Sabaini, A., & Zimányi, E. "Enabling instant-and interval-based semantics in multidimensional data models: the T+ MultiDim Model." *Information Sciences* 518 (2020): 413-435.
- [23] Jayaratne, M., Dinithi, N., Daswin de, S., Dammina, A., Brian, D., Kate, E. W., and Naveen, C. "A data integration platform for patient-centered e-healthcare and clinical decision support." *Future Generation Computer Systems* 92 (2019): 996-1008.

- [24] ur Rahman, A., Ahmed M., Zaman G., Iqbal T., Alam Khan M.A., Farooqui M., Basheer Ahmed M.I., Ahmed M.S., Nabeel M., Omar A. "Geo-Spatial Disease Clustering for Public Health Decision Making." *Informatica* 46.6 (2022).
- [25] Khan, P., Ranjan, P., Singh, Y., & Kumar, S. "Warehouse LSTM-SVM-Based ECG data classification with mitigated device heterogeneity." *IEEE Transactions on Computational Social Systems* 9.5 (2021): 1495-1504.
- [26] Xiao, G., Pfaff, E., Prud'hommeaux, E., Booth, D., Sharma, D.K., Huo, N., Yu, Y., Zong, N., Ruddy, K.J., Chute, C.G. and Jiang, G. "FHIR-Ontop-OMOP: Building clinical knowledge graphs in FHIR RDF with the OMOP Common data Model." *Journal of Biomedical Informatics* 134 (2022): 104201.
- [27] Omitaomu, O.A., Klasky, H.B., Olama, M., Ozmen, O., Pullum, L., Thakur, A.M., Kuruganti, T., Scott, J.M., Laurio, A., Drews, F. and Sauer, B.C. "A new methodological framework for hazard detection models in health information technology systems." *Journal of Biomedical Informatics* 124 (2021): 103937.
- [28] Martin, B., & Davis, K. C. "Multi-Temperate Logical Data Warehouse Design for Large-Scale Healthcare Data." *Big Data Research* 25 (2021): 100255.
- [29] Liu, Q., Feng, G., Tayi, G. K., & Tian, J. "Managing data quality of the data warehouse: A chance-constrained programming approach." *Information Systems Frontiers* 23 (2021): 375-389.
- [30] Ahmed, Z., Kim, M., & Liang, B. T. "MAV-clc: management, analysis, and visualization of clinical data." *JAMIA open* 2.1 (2019): 23-28.
- [31] Post, A.R., Kurc, T., Cholleti, S., Gao, J., Lin, X., Bornstein, W., Cantrell, D., Levine, D., Hohmann, S. and Saltz, J.H. "The Analytic Information Warehouse (AIW): A platform for analytics using electronic health record data." *Journal of biomedical informatics* 46.3 (2013): 410-424.
- [32] Shahid, A., Nguyen, T. N., & Kechadi, M. "Big data warehouse for healthcare-sensitive data applications." *Sensors* 21.7 (2021): 2353.
- [33] Lenert, L. A., Ilatovskiy, A. V., Agnew, J., Rudisill, P., Jacobs, J., Weatherston, D., & Deans Jr, K. R. "Automated production of research data marts from a canonical fast healthcare interoperability resource data repository: applications to COVID-19 research." *Journal of the American Medical Informatics Association* 28.8 (2021): 1605-1611.
- [34] Murri, R., Masciocchi, C., Lenkowicz, J., Fantoni, M., Damiani, A., Marchetti, A., Sergi, P.D.A., Arcuri, G., Cesario, A., Patarnello, S. and Antonelli, M. "A real-time integrated framework to support clinical decision making for covid-19 patients." *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 217 (2022): 106655.
- [35] Marazzi, F., Tagliaferri, L., Masiello, V., Moschella, F., Colloca, G.F., Corvari, B., Sanchez, A.M., Capocchiano, N.D., Pastorino, R., Iacomini, C. and Lenkowicz, J. "Generator breast datamart—the novel breast cancer data discovery system for research and monitoring: Preliminary results and future perspectives." *Journal of Personalized Medicine* 11.2 (2021): 65.
- [36] Garies, S., Youngson, E., Soos, B., Forst, B., Duerksen, K., Manca, D., McBrien, K., Drummond, N., Quan, H. and Williamson, T. "Primary care EMR and administrative data linkage in Alberta, Canada: describing the suitability for hypertension surveillance." *BMJ Health & Care Informatics* 27.3 (2020).
- [37] Bouali, H., Akaichi, J. and Gaaloul, A. "Real-time data warehouse loading methodology and architecture: a healthcare use case." *International Journal of Data Analysis Techniques and Strategies* 11.4 (2019): 310-327.
- [38] Ahmed, S.Y.M., Freire, S.M., Feitosa, T.M.P., Zardo, L.M.G. and Almeida, R.T.D. "AD-SISCOLO: a decision-support tool to aid the management of a cervical cancer screening program." *Research on Biomedical Engineering* 34 (2018): 19-30.

