

Bridging dan Standarisasi Protokol untuk Integrasi Electronic Medical Record, LIS, RIS dan PACS

Fahmi Hakam^{1*}, Bambang Eka Purnama²

^{1*}Program Studi RMIK, Poltekkes Bhakti Mulia, ²Program Studi Multimedia, Poltekkes Bhakti Mulia

e-mail: ^{1*} fahmihakam.01@gmail.com

e-mail: ² masbambangnet@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRACT
Riwayat Artikel Diterima 20 Agustus 2026 Direvisi 24 Agustus 2026 Diterbitkan 27 Agustus 2026 Keyword EMR, LIS, PACS, Integrasi	<i>Interoperability among Electronic Medical Records (EMR), Laboratory Information Systems (LIS), and Picture Archiving and Communication Systems (PACS) has shifted from an optional enhancement into an operational and regulatory necessity for modern hospitals. In many high-income countries, LIS and PACS are already treated as integral EMR sub-systems, whereas in numerous developing countries, Indonesia included the three platforms are still frequently managed as isolated silos, so that bridging mechanisms and protocol standardization have not yet become a central strategic agenda. This article applies a systematic literature review to examine how bridging and protocol standardization can be achieved across EMR, LIS, and PACS. Sources were retrieved from ScienceDirect, PubMed, SpringerLink, IEEE Xplore, DOAJ, and Google Scholar, combining foundational studies with literature published within the last ten years. The review shows that successful integration rests on eight interrelated pillars: (1) data and medical-terminology standards, (2) privacy and data-security safeguards, (3) structured data-entry practice, (4) technology and information-system readiness, (5) leadership commitment and policy support, (6) standardized system protocols, (7) suitable integration patterns and models, and (8) network-layer protocol standardization following the OSI reference model.</i>
Kata Kunci EMR, LIS, PACS, Integrasi	ABSTRAK <i>Interoperabilitas antara Electronic Medical Record (EMR), Laboratory Information System (LIS), dan Picture Archiving and Communication System (PACS) kini bukan lagi sekadar nilai tambah, melainkan kebutuhan operasional sekaligus regulatif bagi rumah sakit modern. Di banyak negara maju, LIS dan PACS telah diperlakukan sebagai sub-sistem yang menyatu dengan EMR, sementara di sejumlah negara berkembang termasuk Indonesia, ketiga sistem tersebut masih kerap dikelola secara terpisah, sehingga mekanisme bridging dan standarisasi protokol belum menjadi agenda strategis utama. Artikel ini menggunakan metode tinjauan literatur sistematis untuk mengkaji bagaimana bridging dan standarisasi protokol dapat diwujudkan antara EMR, LIS, dan PACS. Sumber literatur ditelusuri dari ScienceDirect, PubMed, SpringerLink, IEEE Xplore, DOAJ, dan Google Scholar, memadukan kajian klasik dengan publikasi terbitan sepuluh tahun terakhir. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa keberhasilan integrasi bertumpu pada delapan pilar yang saling berkaitan, yaitu: (1) kebutuhan standar data dan terminologi medis, (2) aspek privasi dan keamanan data, (3) praktik entri data yang terstruktur, (4) kesiapan teknologi dan sistem informasi, (5) komitmen kepemimpinan dan dukungan kebijakan, (6) standar dan protokol sistem, (7) pola dan model integrasi yang sesuai, serta (8) standarisasi protokol jaringan mengacu pada model referensi OSI.</i>

1. PENDAHULUAN

Electronic Medical Record (EMR), atau yang lazim disebut rekam medis elektronik, merupakan catatan kesehatan pasien dalam format digital yang disusun secara terpadu oleh satu atau lebih tenaga kesehatan. Sistem ini dapat diakses melalui komputer maupun jaringan elektronik, dengan tujuan utama mempercepat dan meningkatkan mutu pelayanan kesehatan (Heinzer, 2010). Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menegaskan bahwa transformasi digital layanan kesehatan, termasuk penguatan rekam medis elektronik dan *interoperabilitas*

data, merupakan salah satu pilar utama strategi kesehatan digital global periode 2020–2025 (World Health Organization, 2021; WHO Executive Board, 2024).

Empat isu klasik yang harus diselesaikan dalam implementasi EMR meliputi: (1) kebutuhan terhadap standar data pada bidang terminologi klinis, (2) aspek privasi, kerahasiaan, dan keamanan data, (3) pelaksanaan entri data oleh dokter dan tenaga kesehatan lain, serta (4) kesulitan mengintegrasikan sistem rekam medis dengan sumber informasi lain dalam pelayanan kesehatan (Berg, 2004). Empat isu tersebut menjadi semakin relevan ketika EMR harus terhubung dengan sub-sistem klinis lain, khususnya *Laboratory Information System (LIS)* dan *PACS*.

Di banyak rumah sakit pada negara maju, LIS dan PACS sudah dipandang sebagai kebutuhan dasar sekaligus sub-sistem penting dari EMR. Sebaliknya, di sejumlah negara berkembang, integrasi ketiganya masih menjadi hal baru karena LIS dan PACS masih sering diperlakukan sebagai sistem yang berdiri sendiri, terpisah dari EMR (Huang, 2008). Kondisi serupa juga terjadi di Indonesia, meskipun arah kebijakan mulai berubah sejak diterbitkannya Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 24 Tahun 2022 tentang Rekam Medis, yang mewajibkan seluruh fasilitas pelayanan kesehatan menyelenggarakan rekam medis secara elektronik serta mensyaratkan kemampuan kompatibilitas dan interoperabilitas antarsistem elektronik (Kementerian Kesehatan RI, 2022). Sebagai turunan kebijakan tersebut, Kementerian Kesehatan RI mengembangkan platform SATUSEHAT sebagai ekosistem pertukaran data kesehatan nasional yang menggunakan standar global HL7 Fast Healthcare *Interoperability Resources* (FHIR) (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

Perkembangan literatur sepuluh tahun terakhir memperlihatkan pergeseran fokus dari sekadar 'mengintegrasikan sistem' menuju upaya bridging dan standarisasi protokol yang lebih spesifik, terukur, dan dapat diuji interoperabilitasnya. Standar pesan HL7 versi 2 yang berbasis format terstruktur mulai dilengkapi, bahkan pada beberapa konteks digantikan, oleh HL7 FHIR yang berbasis arsitektur web modern (RESTful API, JSON/XML) sehingga lebih adaptif terhadap kebutuhan pertukaran data real-time antara EMR, LIS, dan PACS (Ayaz et al., 2021; Vorisek et al., 2022). Pada saat yang sama, standar pencitraan DICOM terus dikembangkan menjadi DICOMweb agar selaras dengan arsitektur berbasis web tersebut, sementara inisiatif Integrating the Healthcare Enterprise (IHE) menyusun profil integrasi yang mengatur secara rinci bagaimana HL7 dan DICOM digunakan bersama-sama dalam alur kerja klinis yang dapat diuji dan direplikasi (Dash et al., 2021).

Berdasarkan latar belakang tersebut, artikel ini disusun untuk mengkaji secara sistematis bagaimana proses bridging dan standarisasi protokol dapat diwujudkan dalam integrasi EMR, LIS, dan PACS, dengan penekanan khusus pada standar pesan (HL7/FHIR), standar pesan dan pencitraan (DICOM/ DICOMweb), serta standar lapisan jaringan (model OSI). Artikel juga menyertakan tinjauan terhadap kebijakan dan praktik bridging nasional di Indonesia melalui platform SATUSEHAT sebagai ilustrasi penerapan konsep tersebut pada tingkat sistem kesehatan nasional.

2. METODE PENELITIAN

Artikel ini disusun dengan pendekatan tinjauan literatur sistematis (systematic literature review). Penulis menelusuri literatur yang relevan dengan topik bridging dan standarisasi protokol antara EMR, LIS, dan PACS menggunakan kombinasi kata kunci seperti “*electronic medical record integration*”, “*laboratory information system interoperability*”, “*PACS DICOM bridging*”, “*HL7 FHIR*”, dan “*IHE integration profile*”. Penelusuran dilakukan pada basis data daring ScienceDirect, PubMed, SpringerLink, IEEE Xplore, NCBI, BMJ Journals, DOAJ, ResearchGate, dan Google Scholar.

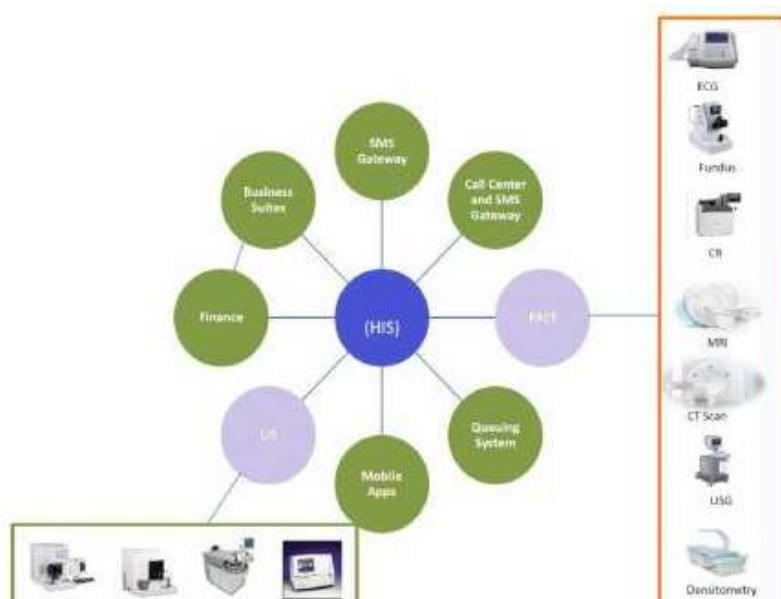
Literatur yang disertakan meliputi artikel jurnal internasional, prosiding, buku referensi, serta dokumen regulasi resmi (peraturan perundang-undangan dan dokumentasi teknis standar interoperabilitas). Untuk menjaga relevansi dan kemutakhiran pembahasan, penulis memadukan kajian klasik yang menjadi fondasi konsep integrasi EMR–LIS–PACS dengan literatur terbitan sepuluh tahun terakhir (2016–2026) yang membahas perkembangan standar HL7 FHIR, DICOMweb, profil integrasi IHE, serta kebijakan rekam medis elektronik terbaru di Indonesia. Artikel yang tidak membahas aspek interoperabilitas, standarisasi protokol, atau bridging antarsistem informasi kesehatan dikeluarkan dari pembahasan. Hasil penelusuran kemudian disintesis secara naratif dan dikelompokkan ke dalam tema-tema yang mencerminkan komponen teknis dan nonteknis bridging antara EMR, LIS, dan PACS.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 HASIL

Komponen Teknologi Pendukung

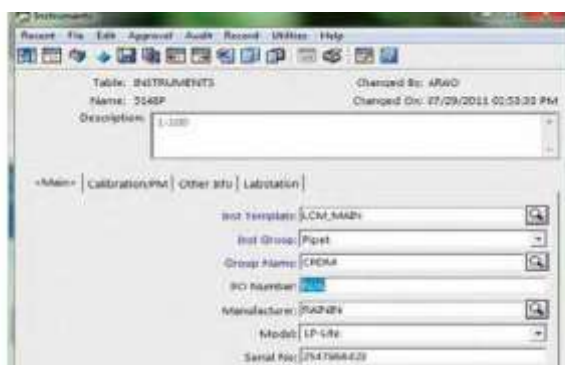
1. **Computer-Aided Detection and Diagnosis (CAD)** : Memanfaatkan metode komputasional untuk menghasilkan pengukuran kuantitatif dari citra medis dan informasi klinis, sehingga membantu dokter dalam menilai kondisi klinis pasien secara lebih objektif (Le & Liu, 2009).
2. **CAD–PACS Integration Toolkit** : Perangkat lunak ini dikembangkan dan diuji untuk memproses citra beserta data laboratorium terkait, dan dapat berjalan mandiri maupun diintegrasikan dengan sistem informasi lain (Le & Liu, 2009).
3. **Medical Imaging Interaction Toolkit (MITK)** : Perangkat lunak sumber terbuka yang mencakup seluruh alur kerja klinis pencitraan, mulai dari akuisisi data, analisis citra, diagnosis, perencanaan terapi, hingga dukungan dan kontrol tindakan intervensi (Nolden et al., 2013).



Gambar 1. Komponen Teknologi LIS dan PACS

Standart dan Protocol System

1. **Cara Kerja EMR :** Secara fungsional, EMR menjalankan tiga kelompok proses utama, yaitu pemasukan data (*data capture, input*, pencegahan kesalahan entri, dan entri data oleh dokter), penyajian data (*flowsheet* pasien, ringkasan klinis, turnaround document, dan tampilan dinamis), serta kueri dan surveilans data untuk kebutuhan pelayanan klinis, penelitian, studi retrospektif, dan administrasi. Sebagai kerangka sistem informasi yang lebih luas, EMR idealnya memenuhi tiga kriteria utama: mengintegrasikan data dari berbagai sumber, mengumpulkan data pada titik pelayanan (*point of care*), serta mendukung pengambilan keputusan klinis oleh tenaga kesehatan (Aldosari, 2014). Kajian terbaru menegaskan bahwa manfaat EMR akan optimal apabila data yang terkumpul dapat dipertukarkan lintas sistem untuk mendukung analitik kesehatan populasi, bukan sekadar tersimpan pada satu platform tunggal (Kruse et al., 2018).
2. **Cara Kerja Laboratory Information System (LIS), menurut (Huang 2008):** LIS berperan mempercepat proses dan meningkatkan akurasi hasil pemeriksaan laboratorium. Di dalam laboratorium umumnya terdapat beberapa alat pengolah sampel dengan fungsi dan protokol komunikasi masing-masing, misalnya mesin hematologi untuk pemeriksaan darah lengkap, alat kimia klinik untuk pemeriksaan fungsi organ dan metabolisme, alat imunologi untuk pemeriksaan penanda infeksi dan fungsi kelenjar, serta alat urinalisis (Huang, 2008). Berdasarkan kemampuan komunikasinya, keterhubungan LIS dengan alat laboratorium dapat dikategorikan sebagai *unidirectional*, yaitu alat hanya mampu mengirim hasil ke komputer sehingga permintaan pemeriksaan tetap dientri secara manual, atau *bidirectional (query mode)*, yaitu alat dan komputer dapat saling bertukar data sehingga identitas pasien dan jenis pemeriksaan tidak perlu dientri ulang dan risiko kesalahan manusia dapat ditekan (Turner et al., n.d.). Dari sisi fungsi penggunaannya, LIS dapat dikelompokkan menjadi dua orientasi, yaitu penelusuran spesimen (*specimen tracking*) — mencakup pelacakan spesimen mulai dari penerimaan, pemrosesan, pengujian, pelaporan, hingga penyimpanan, penangkapan hasil secara elektronik dari alat diagnostik, serta penerapan protokol dan algoritma penentuan hasil akhir — dan penelusuran pasien (*patient tracking*), yang berorientasi pada penentuan luaran klinis pasien, integrasi data pasien dengan data spesimen, serta dukungan terhadap manajemen perawatan (Çağındı & Ötleş, 2004).



Gambar 2. User Interface Laboratory Management System (Russom et al. 2012)

4. **Cara Kerja *Radiology Information System (RIS)*, menurut (Hsieh & Lo 2010):** RIS yang menggunakan antarmuka HL7 memungkinkan integrasi PACS ke dalam catatan pasien pada EMR, sehingga data teknis dan citra yang dihasilkan PACS dapat langsung mengisi bidang-bidang kunci pada rekam pasien secara cepat. Tampilan RIS juga dapat menyediakan komunikasi data secara real-time antara PACS dan pusat manajemen citra, serta dapat diintegrasikan dengan teknologi *speech-recognition* untuk mendukung proses dokumentasi klinis. Keunggulan utama RIS terletak pada kemudahan akses data, penurunan risiko kesalahan medis, serta peningkatan efisiensi dan produktivitas kerja tenaga radiologi (Hsieh & Lo, 2010). Sementara itu, PACS pada dasarnya tersusun atas lima komponen utama, yaitu jaringan untuk akuisisi, distribusi, dan transmisi data; server untuk pengelolaan basis data; *storage* sebagai media penyimpanan sekunder; *workstation* untuk pembacaan dan telaah klinis; serta protokol dan perangkat lunak pendukung, dengan TCP/IP sebagai standar jaringan dan DICOM 3 sebagai standar format citra (Hsieh & Lo, 2010).



Gambar 3. Tampilan RIS (Bellon et al. 2011)

Menurut (Hsieh & Lo 2010), berikut merupakan komponen dari PACS: 1) *Network (to acquire/distribute/transmit)*, 2) *Servers (to maintain/control database)*, 3) *Storage (secondary storage devices)*, 4) *Workstations (reading and clinical review)*, 5) *Protocols and Software: Network protocol: TCP/IP (the Internet Standard)* dan 6) *Image Formats: DICOM 3 (this is key)*

Bridging dan Standarisasi Protocol Antar Sistem

Bridging antara EMR, LIS, dan PACS pada dasarnya adalah upaya menjembatani perbedaan struktur data, bahasa pemrograman, basis data, dan pola perancangan pada masing-masing sistem, agar data klinis dapat dipertukarkan secara konsisten dan bermakna. *Health Level Seven (HL7)* menjadi salah satu jembatan utama karena memungkinkan pertukaran data elektronik antar sub-sistem atau aplikasi klinis yang berbeda-beda, termasuk antara RIS, PACS, LIS, dan EMR (Raharja, 2011).

Dari sisi praktis, HL7 menyusun kumpulan format pesan dan standar klinis yang mendefinisikan cara ideal penyajian informasi klinis. Informasi dikirim sebagai kumpulan satu atau lebih pesan, dan masing-masing pesan membawa satu rekaman atau butir data kesehatan tertentu, mengacu pada kerangka *Reference Information Model (RIM)* yang memuat spesifikasi tabel dan bidang data sesuai kebutuhan spesifik rumah sakit, sehingga menjadi acuan standar bagi pengembang perangkat lunak (Raharja, 2011).

Health Level Seven International mengelompokkan standar HL7 ke dalam tujuh kategori, yaitu standar utama (*primary standards*), standar fondasi (*foundational standards*),

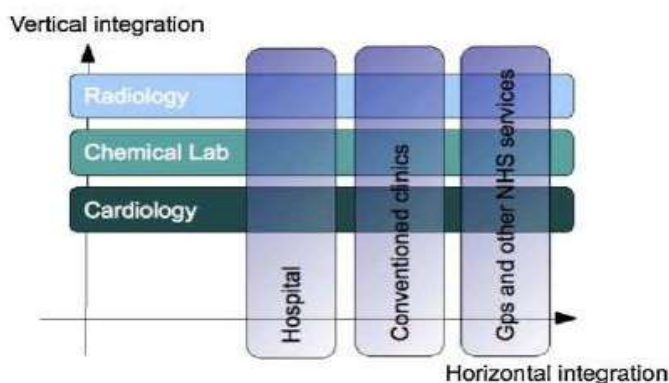
domain klinis dan administratif, profil rekam kesehatan elektronik, panduan implementasi, aturan dan referensi, serta edukasi dan kesadaran publik (HL7, 2018).

Perkembangan sepuluh tahun terakhir menunjukkan bahwa HL7 versi 2 (v2), meskipun masih banyak dipakai untuk pertukaran pesan pemesanan dan hasil laboratorium (ORM/ORU) serta hasil radiologi, semakin dilengkapi oleh HL7 FHIR (*Fast Healthcare Interoperability Resources*) sebagai generasi standar *interoperabilitas* yang lebih modern. FHIR mengadopsi arsitektur berbasis web (RESTful API, format JSON/XML) sehingga lebih ringan diimplementasikan secara bertahap pada sistem lama tanpa harus mengganti infrastruktur secara menyeluruh, sekaligus mendukung kebutuhan pertukaran data secara *real-time* antara aplikasi *mobile*, layanan berbasis *cloud*, dan sistem EMR, LIS, maupun PACS (Ayaz et al., 2021; Vorisek et al., 2022).

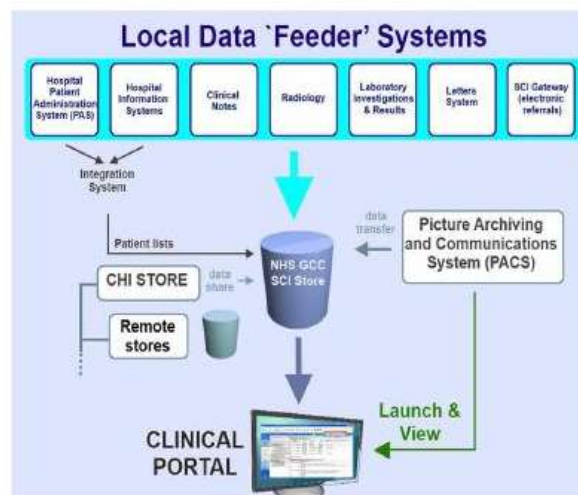
Dalam praktiknya, satu alur kerja pemeriksaan penunjang dapat direpresentasikan melalui pesan HL7 v2 klasik — permintaan pemeriksaan (ORM/OML) dikirim dari EMR ke LIS sebagai “*placer*” menuju “*filler*”, kemudian hasil pemeriksaan (ORU) dikirim kembali dari LIS ke EMR dengan segmen OBR dan OBX yang memuat observasi hasil maupun melalui representasi FHIR modern, yaitu sumber daya *ServiceRequest* untuk permintaan pemeriksaan, *Observation* untuk hasil pengamatan diskret, dan *DiagnosticReport* untuk mengemas laporan akhir beserta tautan ke observasi terkait.

Pada sisi pencitraan, *bridging* antara PACS dan EMR memerlukan lapisan standar tambahan karena PACS bekerja dengan data citra berukuran besar. DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) menjadi standar utama untuk penyimpanan, pengambilan, dan transmisi data citra antara modalitas pencitraan (CT, MRI, radiografi, ultrasonografi), sistem PACS, dan *workstation diagnostic*, sementara *DICOMweb* dikembangkan agar citra medis dapat diakses melalui protokol web modern yang selaras dengan arsitektur FHIR. Karena *bridging* antara alur HL7 dan DICOM membutuhkan aturan implementasi yang lebih rinci dan dapat diuji, inisiatif *Integrating the Healthcare Enterprise* (IHE) menyusun sejumlah *integration profile*, misalnya profil *Scheduled Workflow* yang mengatur alur pendaftaran pasien, pemesanan, dan penjadwalan pemeriksaan pencitraan lintas RIS dan PACS, serta profil *Cross-Enterprise Document Sharing for Imaging* (XDS-I) yang mengatur pertukaran dan berbagi dokumen citra lintas institusi pelayanan kesehatan.

Setiap profil integrasi disusun melalui proses tinjauan publik dan uji coba implementasi (trial use), lalu divalidasi pada forum pengujian bersama vendor yang disebut *connectathon*, sehingga *interoperabilitas* antarsistem tidak hanya bersifat teoretis tetapi benar-benar dapat diuji pada kondisi nyata. Pendekatan serupa juga diterapkan pada domain patologi dan laboratorium melalui profil integrasi digital *pathology* yang disusun bersama oleh pakar patologi, vendor EHR, dan vendor pencitraan digital, guna menstandarkan alur akuisisi, penyimpanan, dan penayangan citra patologi digital dalam kerangka IHE (Dash et al., 2021).

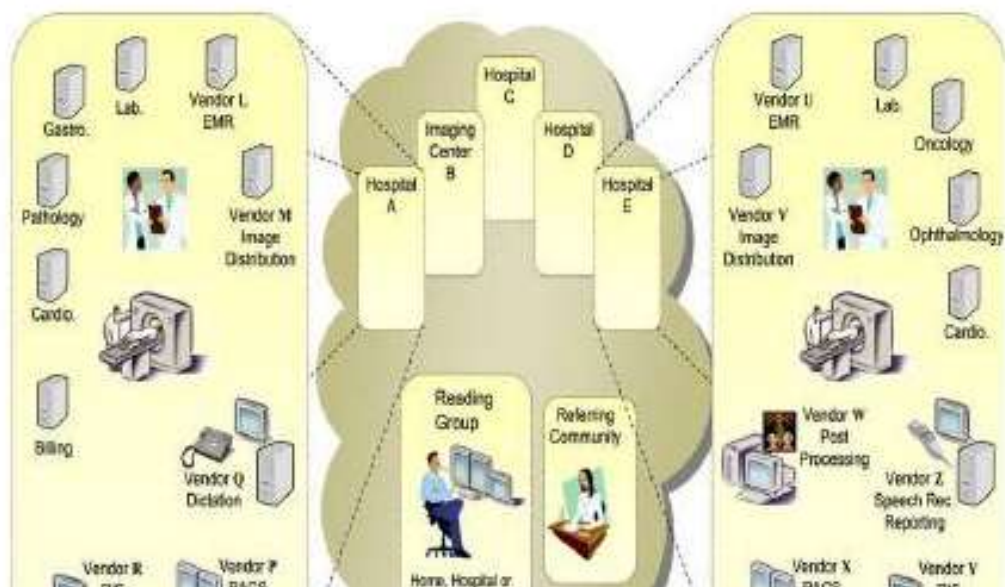


Gambar 4. PACS will be the hub for the 'vertical' and 'horizontal' integration of healthcare systems (Faggioni et al. 2011)



Gambar 5. NHS GGC electronic clinical portal & eHealth systems architecture (Bouamrane & Mair 2014)

Dalam melakukan integrasi sistem yang berbeda, hal yang sangat penting harus diperhatikan adalah standar dan protokol yang dimiliki oleh sebuah sistem. Sebuah sistem informasi pasti memiliki standar dan protokol yang unik dan berbeda, karena didalamnya juga terdapat unsur database, bahasa, algoritma pemrograman dan pola perancangan yang berbeda.



Gambar 6. Arsitektur Integrated Radiology Information System (Benjamin et al. 2010)

Standarisasi Protocol dan Komunikasi OSI

OSI Model adalah model atau acuan arsitektural utama untuk network yang mendeskripsikan bagaimana data dan informasi network dikomunikasikan dari sebuah aplikasi komputer ke aplikasi komputer lain melalui sebuah media transmisi. OSI berupaya membentuk standar umum jaringan komputer untuk menunjang interoperabilitas antar sistem yang berbeda. Dalam suatu jaringan yang besar biasanya terdapat banyak protokol jaringan yang berbeda. Tidak adanya suatu protokol yang sama, membuat banyak perangkat tidak bisa saling

berkomunikasi. OSI Reference Model pun akhirnya dilihat sebagai sebuah model ideal dari koneksi logis yang harus terjadi agar komunikasi data dalam jaringan dapat berlangsung (Hakam 2016).

Tabel 1. Lapisan OSI (Hakam 2017)

Lapisan	Fungsi
Lapisan 1 (Physical)	Lapisan terendah ini mengatur sinkronisasi pengirim dan penerima data, spesifikasi, mekanik, elektrik, dan interface antar terminal, seperti: besar tegangan, frekuensi, impedansi, koneksi pin, dan jenis kabel.
Lapisan 2 (Data Link)	Pada lapisan ini data diubah dalam bentuk paket, sinkronisasi paket yang dikirim maupun yang diterima, persiapan saluran antar terminal, pendeteksian kesalahan yang terjadi saat pengiriman data dan pengendalian akses saluran.
Lapisan 3 (Network)	Lapisan ini menentukan rute pengirim dan mengendalikan kemacetan agar data sampai di tempat tujuan dengan benar.
Lapisan 4 (Transport)	Lapisan ini mengatur keutuhan data, menerima data dari lapisan session dan meneruskannya ke lapisan network. Lapisan ini juga memeriksa apakah data telah sampai di alamat yang dituju.
Lapisan 5 (Session)	Lapisan ini menyiapkan saluran komunikasi dan terminal dalam hubungan antar terminal, mengkoordinasikan proses pengiriman serta mengatur pertukaran data.
Lapisan 6 (Presentation)	Pada lapisan ini dilakukan konversi data agar data yang dikirim dapat dimengerti oleh penerima, kompresi teks dan penyandian data.
Lapisan 7 (Application)	Lapisan paling tinggi ini mengatur interaksi pengguna komputer dengan program aplikasi yang dipakai. Lapisan ini juga mengatur pemakaian bersama data dan peralatan pengiriman file dan pemakaian database.

Standarisasi Terminologi dan Kode Klinis

Selain standar pesan dan pencitraan, *bridging* EMR–LIS–PACS juga membutuhkan keseragaman terminologi klinis agar makna data tidak berubah ketika dipertukarkan antarsistem. *Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC)* merupakan basis data dan standar universal untuk mengidentifikasi hasil pengamatan laboratorium maupun klinis, yang dikembangkan dan dikelola oleh Regenstrief Institute sejak 1994. Cakupan LOINC kini meluas dari sekadar nama dan kode laboratorium menjadi diagnosis keperawatan, intervensi keperawatan, klasifikasi luaran, hingga data perawatan pasien, dengan tujuan mendukung pertukaran elektronik dan pengumpulan hasil klinis seperti tes laboratorium, pengamatan klinis, dan manajemen hasil penelitian (LOINC, 2018).

SNOMED CT (*Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms*) merupakan kumpulan istilah medis yang tersusun secara sistematis dan dapat diproses oleh komputer, mencakup kode, istilah, sinonim, dan definisi untuk penyakit, temuan klinis, prosedur, terapi, obat-obatan, mikroorganisme, dan zat lainnya. Standar ini memungkinkan cara yang konsisten untuk mengindeks, menyimpan, mengambil, dan mengagregasi data klinis lintas spesialisasi dan lokasi layanan, sekaligus membantu mengurangi variabilitas data yang direkam untuk kebutuhan perawatan pasien dan penelitian (Allones et al., 2014). Selain LOINC dan SNOMED CT, sejumlah sistem klasifikasi lain juga digunakan sebagai alternatif kode, antara lain ICD-10, ICD-9-CM, ICOPIM, MeSH, dan NIC-NOC, tergantung kebutuhan domain klinis masing-masing sistem.

Model Bridging SATUSEHAT

Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 24 Tahun 2022 tentang Rekam Medis mewajibkan seluruh fasilitas pelayanan kesehatan di Indonesia, termasuk rumah sakit, klinik, laboratorium, dan tempat praktik mandiri, menyelenggarakan rekam medis secara elektronik, dan

menegaskan bahwa sistem elektronik yang digunakan harus memiliki kemampuan kompatibilitas serta interoperabilitas dengan sistem elektronik lain (Kementerian Kesehatan RI, 2022).

Sebagai instrumen teknis untuk mewujudkan amanat tersebut, Kementerian Kesehatan RI mengembangkan platform SATUSEHAT, yaitu ekosistem pertukaran data kesehatan (*health information exchange*) yang menghubungkan Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS), sistem laboratorium, sistem informasi radiologi/PACS, serta ratusan aplikasi kesehatan lain milik pemerintah maupun fasilitas pelayanan kesehatan, yang sebelumnya berjalan sendiri-sendiri dan menggunakan format metadata yang tidak seragam (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

Seluruh pertukaran data antara sistem informasi fasilitas pelayanan kesehatan dan SATUSEHAT menggunakan standar global HL7 FHIR yang diakses melalui HTTPS REST API, dengan setiap entitas data klinis

maupun administratif direpresentasikan sebagai satu *resource* FHIR yang memiliki struktur baku dan dapat saling terhubung. SATUSEHAT juga menerbitkan nomor identitas kesehatan tunggal (*single identifier*) bagi setiap individu, sehingga data pemeriksaan laboratorium maupun hasil pencitraan dari fasilitas berbeda dapat dirujuk pada satu identitas pasien yang konsisten.

Dengan pendekatan ini, SATUSEHAT pada dasarnya mengoperasionalkan prinsip-prinsip bridging dan standarisasi protokol yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya standar pesan HL7 FHIR, standar terminologi klinis, dan tata kelola keamanan data pada skala sistem kesehatan nasional, dan berfungsi sebagai “jembatan” yang menyatukan data dari ribuan fasilitas pelayanan kesehatan di seluruh Indonesia, tanpa menggantikan peran SIMRS, LIS, maupun PACS yang sudah berjalan di masing-masing fasilitas.

3.2 ANALISIS

1. **Human and User** : Meskipun banyak manfaat yang bisa didapatkan oleh dokter, melalui implementasi *electronic medical record* (EMR) yang terintegrasi dengan PACS dan LIS, bukan berarti dokter/tenaga kesehatan lainnya bisa menerima teknologi yang ada dengan mudah. Karena beberapa, ternyata kurang familiar dengan teknologi komputer, sehingga kondisi tersebut akan menghambat penerimaan user terhadap sistem yang ada. Selain itu dalam proses melakukan integrasi, terkadang terjadi banyak hambatan dan kurang keterbukaan, antara pengguna, **developer**, unit IT, perusahaan pemegang lisensi, dan pihak terkait lainnya (Hurten, et al., 2011).
2. **Management** : Kurangnya dukungan dari pihak manajemen, juga merupakan tantangan yang dihadapi dalam implementasi dan integrasi sebuah sistem informasi (Pynoo et al. 2011). Untuk itu diperlukan dukungan dan komitmen dari manajemen yang kuat, termasuk memfasilitasi pelatihan sistem informasi dan teknologi kepada user (Fridell, et al., 2009).
3. **Integrasi Dengan Berbagai Platform Berbeda** : Salah satu tantangan melakukan integrasi EMR dengan PACS dan LIS atau sistem lainnya, adalah bagaimana mengintegrasikan berbagai platform dari beberapa sistem yang sudah ada, namun tetap dapat mengakomodasi fitur-fitur yang ada di dalam PACS dan LIS (Sutton 2011). Hal tersebut menjadi sebuah tantangan tersendiri, karena semakin banyak platform yang harus diintegrasikan, semakin banyak pula kepentingan yang harus bisa diakomodasi.

4. **Standarisasi Data dan Klasifikasi yang Digunakan** : Dalam integrasi sistem dengan protokol dan standar data yang berbeda, memerlukan proses yang cukup rumit dan memakan waktu. Karena kita harus memahami terlebih dulu protokol sistem dan melakukan standarisasi data, baik data administratif maupun klinis.
5. **Manajemen Keamanan Data** : Keamanan data juga merupakan hal yang harus diperhatikan. Dengan platform aplikasi yang berbeda dan pengembangan masing-masing sistem juga dilakukan oleh *developer* yang berbeda pula. Manajemen harus tetap memperhatikan aspek keamanan data, saat terjadinya integrasi dan sharing data antar sub-sistem dengan standar protokol sistem yang berbeda.

4. KESIMPULAN

Integrasi Electronic Medical Record (EMR) dengan LIS dan PACS membutuhkan sejumlah persiapan dan aspek yang harus diperhatikan, meliputi: (1) kebutuhan terhadap standar data dan terminologi medis, (2) aspek privasi, kerahasiaan, dan keamanan data, (3) pelaksanaan entri data oleh pengguna, (4) analisis kesiapan dan kebutuhan teknologi/sistem informasi, (5) kebijakan dan dukungan pimpinan, (6) standar dan protokol sistem, (7) pola dan model integrasi sistem, serta (8) standarisasi protokol dan komunikasi mengacu pada model OSI. Secara khusus, tinjauan ini menegaskan bahwa bridging antara EMR, LIS, dan PACS pada lapisan teknis bertumpu pada tiga pilar standar yang saling melengkapi, yaitu standar pesan klinis (HL7 v2 dan HL7 FHIR), standar pencitraan medis (DICOM dan DICOMweb), serta profil integrasi yang telah diuji lintas vendor melalui inisiatif IHE, yang kesemuanya perlu didukung oleh standar terminologi klinis seperti LOINC dan SNOMED CT agar makna data klinis tetap konsisten ketika dipertukarkan antarsistem.

Pada konteks Indonesia, terbitnya Permenkes Nomor 24 Tahun 2022 dan pengembangan platform SATUSEHAT berbasis HL7 FHIR memperlihatkan bahwa agenda *bridging* dan standarisasi protokol EMR–LIS–PACS semakin menjadi prioritas kebijakan nasional, bukan lagi sekadar wacana teknis di tingkat fasilitas pelayanan kesehatan. Namun demikian, keberhasilan bridging pada tingkat nasional maupun institusi tetap bergantung pada kesiapan teknologi, komitmen manajemen, kompetensi sumber daya manusia, serta konsistensi penerapan standar oleh seluruh pemangku kepentingan. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengevaluasi secara empiris tingkat kematangan interoperabilitas EMR–LIS–PACS pada fasilitas pelayanan kesehatan di Indonesia pascaimplementasi SATUSEHAT, termasuk kendala teknis dan organisasional yang dihadapi oleh fasilitas dengan sumber daya terbatas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aldosari, B. (2014). Rates, levels, and determinants of electronic health record system adoption: A study of hospitals in Riyadh, Saudi Arabia. *International Journal of Medical Informatics*, 83(5), 330–342.
- [2] Allones, J.L., Martinez, D., & Taboada, M. (2014). Automated mapping of clinical terms into SNOMED-CT: An application to codify procedures in pathology. *Journal of Medical Systems*, 38(10).
- [3] Ayaz, M., Pasha, M.F., Alzahrani, M.Y., Budiarto, R., & Stiawan, D. (2021). The Fast Health Interoperability Resources (FHIR) standard. *Applied Clinical Informatics*, 12(4), 855–870.

- [4] Bellon, E., et al. (2011). Trends in PACS architecture. *European Journal of Radiology*, 78, 199–204.
- [5] Benjamin, M., Aradi, Y., & Shreiber, R. (2010). From shared data to sharing workflow: Merging PACS and teleradiology. *European Journal of Radiology*, 73, 3–9.
- [6] Berg, M. (2004). *Health Information Management: Integrating Information Technology in Health Care Work*. London: Routledge.
- [7] Bouamrane, M., & Mair, F.S. (2014). Implementation of an integrated preoperative care pathway and regional electronic clinical portal for preoperative assessment. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 14, 1–19.
- [8] Çağındı, Ö., & Ötleş, S. (2004). Importance of laboratory information management systems (LIMS) software for food processing factories. *Journal of Food Engineering*, 65(4), 565–568.
- [9] Dash, R.C., Jones, N., Merrick, R., Haroske, G., Harrison, J., Sayers, C., Haarselhorst, N., Wintell, M., Herrmann, M.D., & Macary, F. (2021). Integrating the Health-care Enterprise Pathology and Laboratory Medicine guideline for digital pathology interoperability. *Journal of Pathology Informatics*, 12, 16.
- [10] Faggioni, L., et al. (2011). The future of PACS in healthcare enterprises. *European Journal of Radiology*, 78, 253–258.
- [11] Fridell, K., et al. (2009). PACS influence the radiographer's work.
- [12] Hakam, F. (2016a). *Analisis, Perancangan dan Evaluasi Sistem Informasi Kesehatan*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- [13] Hakam, F. (2016b). *Implementasi Electronic Medical Record (EMR) di Sarana Pelayanan Kesehatan*. Malang.
- [14] Hakam, F. (2017). *Rencana Strategis Sistem Informasi dan Teknologi Informasi (RENSTRA SI-TI) Rumah Sakit*. Yogyakarta: TEKNOSAIN (CV Graha Ilmu).
- [15] Heinzer, M. (2010). *Electronic medical records: Concept, benefits, and implementation in health care organizations*.
- [16] HL7. (2018). *Introduction to HL7 Standards*. Health Level Seven International. Tersedia pada: <http://www.hl7.org/implement/standards/>
- [17] Hsieh, J.C., & Lo, H.C. (2010). The clinical application of a PACS-dependent 12-lead ECG and image information system in E-medicine and telemedicine. *Journal of Digital Imaging*, 23(4), 501–513.
- [18] Huang, H.K. (2008). Utilization of medical imaging informatics and biometrics technologies in healthcare delivery. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 3, 27–39.
- [19] Hurlen, P., et al. (2012). Does PACS improve diagnostic accuracy in chest radiograph interpretations in clinical practice? *European Journal of Radiology*, 81(1), 173–177.
- [20] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2022 tentang Rekam Medis*. Jakarta: Kemenkes RI.
- [21] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *SATUSEHAT Platform: Panduan Interoperabilitas dan Standar HL7 FHIR*. Tersedia pada: <https://satusihat.kemkes.go.id/platform/docs/id/interoperability/>
- [22] Kruse, C.S., Stein, A., Thomas, H., & Kaur, H. (2018). The use of electronic health records to support population health: A systematic review of the literature. *Journal of Medical Systems*, 42(11), 214.
- [23] Le, A.H.T., & Liu, B. (2009). Integration of computer-aided diagnosis/detection (CAD) results in a PACS environment using CAD–PACS toolkit and DICOM SR – Integrating the Healthcare Enterprise, 317–329.

- [24] LOINC. (2018). Logical Observation Identifiers Names and Codes. Regenstrief Institute.
- [25] Nolden, M., et al. (2013). The Medical Imaging Interaction Toolkit: Challenges and advances – 10 years of open-source development. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 8, 607–620.
- [26] Pynoo, B., et al. (2011). Do hospital physicians' attitudes change during PACS implementation? A cross-sectional acceptance study. *International Journal of Medical Informatics*, 81(2), 88–97.
- [27] Raharja, P.U. (2011). Penerapan Health Level 7 (HL7) pada Radiology Information System (RIS). Surabaya.
- [28] Russom, D., et al. (2012). Implementation of a configurable laboratory information management system for use in cellular process development and manufacturing. *Cytotherapy*, 14(1), 114–121.
- [29] Sutton, L.N. (2011). PACS and diagnostic imaging service delivery – a UK perspective. *European Journal of Radiology*, 78, 243–249.
- [30] Turner, E., et al. (n.d.). Implementing a Laboratory Information Management System (LIMS) in an Army Corps of Engineers' Water Quality Testing Laboratory.
- [31] Vorisek, C.N., Lehne, M., Klopfenstein, S.A.I., Mayer, P.J., Bartschke, A., Haese, T., & Thun, S. (2022). Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) for interoperability in health research: Systematic review. *JMIR Medical Informatics*, 10(7), e35724.
- [32] World Health Organization. (2021). *Global Strategy on Digital Health 2020–2025*. Geneva: WHO.
- [33] WHO Executive Board. (2024). *Global Strategy on Digital Health 2020–2025: Progress Update*. Geneva: WHO