



Pendampingan Implementasi Sistem Informasi Laboratorium untuk Penguatan dan Digitalisasi Laboratorium Klinik Pratama Semarang

Yanuangga Galahartlambang^{1*}, Titik Khotiah², Ilham Basri K.³, Masrur Anwar⁴, Bayu Malikhul Askhar⁵

¹⁻⁵ Institut Teknologi dan Bisnis Ahmad Dahlan Lamongan, Indonesia

email: yanuangga@ahmaddahlan.ac.id¹

Article Info :

Received:
22-07-2026
Revised:
10-08-2026
Accepted:
15-08-2026

Abstract

The management of clinical laboratories that relies on forms and repetitive record-keeping can complicate data traceability and document control. This community service activity aimed to assist the implementation of a Laboratory Information System (LIS) at a Primary Clinical Laboratory in Semarang. A participatory approach was applied through needs assessment, digital workflow arrangement, system configuration, SOP development, workshops, assistance, and evaluation. A total of 12 participants completed the pre-test and post-test. The mean score increased from 59.75 to 79.50, representing a difference of 19.75 points or 33.1%. All participants experienced an increase in scores; nine participants achieved an increase of at least 30%, while six participants obtained a final score of at least 80. The Wilcoxon test indicated a significant difference between scores before and after the activity ($W = 0$; $p < 0.001$). The assistance resulted in a digital workflow covering registration, test requests, specimen identification, result recording, validation, and reporting, supported by access-right management and document control. User capacity strengthening was an important component for supporting the sustainability of LIS implementation after the assistance period ended. The findings indicate changes in participants' understanding and work-process organization. The effects on service time, transcription errors, and continued system use require further monitoring.

Keywords: Assistance, Electronic Medical Records, Laboratory Digitalization, Laboratory Information System, Quality Management.

Akbsrak

Pengelolaan laboratorium klinik yang bergantung pada formulir dan pencatatan berulang dapat menyulitkan keterlacakan data dan pengendalian dokumen. Kegiatan pengabdian ini bertujuan mendampingi penerapan Sistem Informasi Laboratorium (SIL) pada Laboratorium Klinik Pratama di Semarang. Pendekatan partisipatif diterapkan melalui asesmen kebutuhan, penataan alur digital, konfigurasi sistem, penyusunan SOP, workshop, pendampingan, dan evaluasi. Sebanyak 12 peserta menyelesaikan *pre-test* dan *post-test*. Rerata skor meningkat dari 59,75 menjadi 79,50, dengan selisih 19,75 poin atau 33,1%. Seluruh peserta mengalami kenaikan skor; sembilan peserta mencapai kenaikan sekurang-kurangnya 30%, sedangkan enam peserta memperoleh skor akhir minimal 80. Uji Wilcoxon menunjukkan perbedaan skor sebelum dan sesudah kegiatan ($W = 0$; $p < 0,001$). Pendampingan menghasilkan alur kerja digital meliputi registrasi, permintaan pemeriksaan, identifikasi spesimen, pencatatan hasil, validasi, dan pelaporan, disertai pengaturan hak akses dan pengendalian dokumen. Penguatan kapasitas pengguna menjadi komponen penting untuk mendukung keberlanjutan implementasi SIL setelah pendampingan berakhir. Hasil menunjukkan perubahan pemahaman peserta dan penataan proses kerja. Dampak terhadap waktu pelayanan, kesalahan transkripsi, dan keberlanjutan penggunaan masih perlu dinilai melalui pemantauan.

Kata Kunci: Digitalisasi Laboratorium, Manajemen Mutu, Pendampingan, Sistem Informasi Laboratorium, Rekam Medis Elektronik.



©2026 Authors.. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Transformasi digital di bidang kesehatan diarahkan untuk memperbaiki kesinambungan informasi, mengurangi pencatatan yang terpisah, dan menyediakan data yang dapat digunakan kembali untuk pelayanan maupun pengelolaan mutu. Arah tersebut sejalan dengan strategi kesehatan digital yang menempatkan interoperabilitas, akses, integrasi data, dan penguatan sistem sebagai bagian penting dari transformasi pelayanan kesehatan modern (Dhingra & Dabas, 2020). Di Indonesia, Cetak Biru

Strategi Transformasi Digital Kesehatan 2024 menempatkan pemanfaatan teknologi dan data sebagai instrumen untuk memperkuat integrasi layanan serta meningkatkan efektivitas tata kelola kesehatan (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2024). Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 24 Tahun 2022 juga mengatur penyelenggaraan rekam medis elektronik, sementara pengelolaan informasi pasien perlu memperhatikan prinsip perlindungan data dalam kerangka regulasi nasional. Bagi fasilitas pelayanan kesehatan, digitalisasi karena itu tidak hanya berkaitan dengan penggantian media pencatatan, tetapi juga dengan ketepatan identitas, keamanan informasi, pembatasan hak akses, dan keterlacakan perubahan data. Perubahan tersebut menjadi semakin penting pada laboratorium klinik karena informasi hasil pemeriksaan merupakan bagian integral dari proses pengambilan keputusan pelayanan pasien. Keberhasilan transformasi digital pada tingkat fasilitas pelayanan akhirnya sangat bergantung pada kemampuan menghubungkan teknologi dengan proses kerja, kompetensi pengguna, dan mekanisme pengendalian mutu yang berjalan secara nyata.

Laboratorium klinik memiliki alur kerja yang melibatkan beberapa titik serah terima informasi, sehingga setiap ketidaktepatan pada satu tahapan dapat memengaruhi kualitas proses pada tahapan berikutnya. Proses dimulai dari registrasi pasien, permintaan pemeriksaan, identifikasi dan penerimaan spesimen, pemeriksaan, pencatatan hasil, verifikasi, validasi, hingga pelaporan, yang secara keseluruhan membutuhkan pengendalian informasi dan dokumen secara konsisten (World Health Organization, 2011). Kajian mutakhir menunjukkan bahwa kesalahan pada fase praanalitik masih mencakup proporsi terbesar dari kesalahan dalam pemeriksaan laboratorium klinik, sehingga penguatan identifikasi pasien, spesimen, permintaan pemeriksaan, dan aliran informasi sebelum pemeriksaan menjadi persoalan penting dalam pengendalian mutu (Lin et al., 2025). Ketika data yang sama disalin ke beberapa formulir atau buku kerja, peluang terjadinya ketidaksesuaian identitas, kekeliruan transkripsi, duplikasi, dan keterlambatan penelusuran menjadi lebih besar. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kualitas laboratorium tidak hanya ditentukan oleh ketepatan instrumen analitik, tetapi juga oleh kemampuan sistem mengendalikan informasi pada seluruh rangkaian proses. ISO 15189:2022 menempatkan pengelolaan proses, kompetensi, dokumentasi, dan sistem manajemen mutu sebagai komponen yang saling berkaitan dalam pemenuhan persyaratan laboratorium medis (International Organization for Standardization, 2022). Persoalannya bukan semata-mata apakah pencatatan telah dilakukan secara digital, melainkan apakah sistem mampu mempertahankan keterhubungan antara identitas pasien, order pemeriksaan, spesimen, hasil, pengguna, dan waktu tindakan secara konsisten.

Sistem Informasi Laboratorium (SIL) dapat digunakan untuk menghubungkan tahapan pelayanan tersebut dalam satu alur data sehingga informasi tidak perlu terus-menerus dipindahkan secara manual antar-media. Fungsinya tidak berhenti pada penyimpanan hasil, tetapi dapat mencakup pemberian identitas unik, pengelolaan permintaan pemeriksaan, pengendalian informasi spesimen, verifikasi hasil, pelaporan, serta pencatatan aktivitas pengguna sesuai kebutuhan tata kelola laboratorium (International Organization for Standardization, 2023). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan sistem informasi laboratorium dapat meningkatkan ketepatan waktu dan kelengkapan data pelayanan, tetapi manfaat tersebut sangat dipengaruhi oleh integrasi sistem dengan proses kerja yang berlangsung di fasilitas kesehatan (Yao He et al., 2024). Temuan pada layanan kesehatan primer di Indonesia juga memperlihatkan adanya hubungan antara penggunaan sistem informasi laboratorium dengan waktu pelayanan dan kepuasan pengguna, yang menunjukkan bahwa keberhasilan sistem perlu dinilai dari konsekuensinya terhadap pengalaman dan efisiensi kerja, bukan hanya dari keberadaan fitur teknologi (Dinutanayo & Sariyanto, 2022). Penerapannya tetap perlu disesuaikan dengan kemampuan perangkat, jaringan, kebiasaan kerja, struktur tanggung jawab, dan karakteristik pengguna di laboratorium. Sistem yang tidak mengikuti proses aktual berisiko menambah pekerjaan baru tanpa mengurangi pencatatan lama, sedangkan sistem yang terlalu kompleks dapat meningkatkan beban kognitif pengguna dan menghambat penerimaan teknologi. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa digitalisasi laboratorium membutuhkan pendekatan implementasi yang mempertemukan kebutuhan teknis sistem dengan realitas operasional pengguna.

Asesmen awal pada mitra menunjukkan bahwa beberapa tahapan pelayanan masih bergantung pada formulir dan buku kerja yang terpisah. Petugas perlu menyalin informasi dari registrasi ke permintaan pemeriksaan, lembar kerja, dan laporan hasil, sementara SOP prioritas belum seluruhnya dikelola dalam format digital dengan pengendalian versi dan riwayat pengesahan. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan pekerjaan administratif sekaligus menyulitkan penelusuran ketika terjadi

ketidaksesuaian data atau perubahan informasi selama proses pelayanan. Pengalaman pengembangan sistem informasi laboratorium pada fasilitas kesehatan di Indonesia menunjukkan bahwa sistem perlu dirancang berdasarkan kebutuhan proses dan pengguna agar fungsi teknologi dapat mendukung aktivitas operasional secara nyata (Susanto et al., 2021). Persoalan pada mitra juga tidak terbatas pada pencatatan hasil karena keterhubungan order, spesimen, hasil, dokumen SOP, hak akses, audit trail, serta kesiapan perangkat dan pencadangan belum sepenuhnya terintegrasi. Kondisi awal tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara kebutuhan pengelolaan informasi laboratorium yang terstruktur dengan praktik pencatatan yang masih tersebar pada berbagai media. Tabel 1 merangkum kondisi awal mitra, risiko atau implikasi yang muncul, serta kebutuhan prioritas yang digunakan sebagai dasar dalam pendampingan implementasi SIL.

Tabel 1. Kondisi Awal Mitra dan Kebutuhan Prioritas Implementasi SIL

Aspek	Kondisi awal	Risiko/implikasi	Prioritas kegiatan
Registrasi dan Permintaan Pemeriksaan	Data dicatat pada formulir dan media yang terpisah.	Penyalinan berulang, duplikasi data, dan waktu penelusuran lebih panjang.	Satu nomor registrasi dan order pemeriksaan pada SIL.
Identifikasi Spesimen	Identitas spesimen belum selalu terhubung langsung dengan order digital.	Ketidaksesuaian pasien, spesimen, dan jenis pemeriksaan.	Identitas unik, label spesimen, serta verifikasi kesesuaian.
Pencatatan dan Validasi Hasil	Hasil alat atau catatan kerja masih perlu disalin ke laporan.	Kesalahan transkripsi dan keterlambatan validasi.	Formulir hasil terstruktur, verifikasi, validasi, dan status pemeriksaan.
Pengendalian Dokumen	SOP prioritas belum seluruhnya memiliki nomor versi dan riwayat pengesahan.	Dokumen lama dapat digunakan kembali dan bukti audit sulit ditelusuri.	SOP digital dengan nomor, versi, tanggal berlaku, dan pengesahan.
Hak Akses dan Audit Trail	Kewenangan pengguna dan riwayat perubahan belum terdokumentasi secara konsisten.	Perubahan data sulit dikaitkan dengan pengguna dan waktu tindakan.	Hak akses berbasis peran dan pencatatan riwayat aktivitas.
Infrastruktur dan Keberlangsungan	Kesiapan perangkat, jaringan, printer, dan pencadangan belum seragam.	Gangguan sistem dapat menghentikan alur dan menimbulkan pencatatan ganda.	Uji perangkat, jadwal backup, dan uji pemulihan.

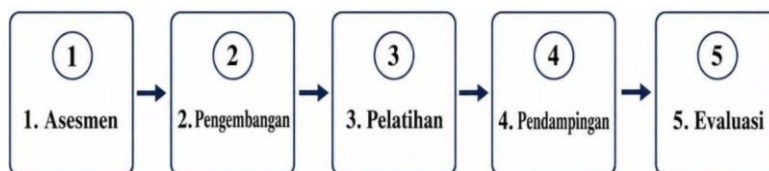
Kebutuhan mitra tidak hanya berupa aplikasi, melainkan penataan ulang proses kerja dan penguatan kemampuan pengguna agar teknologi dapat diterima, digunakan, dan dipertahankan dalam praktik pelayanan sehari-hari. Literatur implementasi kesehatan menegaskan bahwa keberhasilan suatu inovasi dipengaruhi oleh karakteristik inovasi, konteks organisasi, kebutuhan pengguna, proses implementasi, serta faktor yang menentukan keberlanjutan setelah adopsi awal (Damschroder, 2022). Kerangka tersebut penting karena implementasi SIL pada laboratorium tidak dapat dipahami sebagai kegiatan instalasi perangkat lunak yang selesai ketika sistem mulai digunakan, melainkan sebagai proses perubahan yang membutuhkan penyesuaian antara teknologi, organisasi, individu, dan lingkungan kerja. Kompetensi digital tenaga kesehatan menjadi salah satu faktor penting karena kemampuan pengguna dalam memahami dan mengoperasikan teknologi menentukan sejauh mana sistem dapat diintegrasikan ke dalam pekerjaan rutin (Longhini, 2022). Pendampingan partisipatif relevan dalam konteks tersebut karena pengguna dapat dilibatkan dalam pemetaan masalah, pengujian konfigurasi, penyusunan prosedur, dan evaluasi perubahan sehingga sistem yang diterapkan memiliki kesesuaian lebih kuat dengan kebutuhan lapangan (Cornish et al., 2023). Evaluasi kegiatan juga perlu mempertimbangkan perubahan pengetahuan dan kemampuan peserta setelah pelatihan serta penerapannya dalam pekerjaan, bukan hanya mengukur keterlaksanaan kegiatan pelatihan (Kirkpatrick, 2016). Pendekatan tersebut memberikan dasar untuk mengatasi kesenjangan yang selama ini cenderung

memisahkan pengembangan teknologi, peningkatan kompetensi pengguna, dan penguatan tata kelola proses laboratorium.

Kegiatan pengabdian ini bertujuan mendampingi implementasi SIL untuk memperkuat manajemen mutu dan mendigitalisasi alur kerja Laboratorium Klinik Pratama di Semarang. Tujuan khususnya adalah meningkatkan pemahaman peserta mengenai manajemen informasi laboratorium, menata alur registrasi sampai pelaporan, menyusun SOP prioritas dan pembagian hak akses, serta menyiapkan mekanisme pendampingan dan pemeliharaan setelah sistem digunakan. Kegiatan ini menempatkan mitra sebagai bagian aktif dalam proses perubahan sehingga implementasi tidak hanya diarahkan untuk menghasilkan sistem yang dapat digunakan, tetapi juga membangun kapasitas organisasi dalam mengelola sistem secara berkelanjutan. Secara teoretis, penelitian ini berkontribusi memperluas pemahaman mengenai implementasi digitalisasi laboratorium pada konteks fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama dengan menghubungkan dimensi teknologi, proses kerja, kompetensi pengguna, dan tata kelola mutu dalam satu rangkaian pendampingan. Secara metodologis, penelitian ini menawarkan pendekatan pendampingan yang mengintegrasikan pemetaan kondisi awal, penataan proses, implementasi sistem, penguatan kompetensi, dan evaluasi penggunaan sebagai tahapan yang saling berkaitan. Secara praktis, kegiatan ini diharapkan menghasilkan pola implementasi yang dapat membantu mitra memperkuat keterlacakan data, mengurangi ketergantungan pada pencatatan terpisah, memperjelas tanggung jawab pengguna, dan meningkatkan keberlanjutan penggunaan SIL setelah kegiatan pengabdian selesai.

METODE

Kegiatan pengabdian dilaksanakan pada satu Laboratorium Klinik Pratama di Semarang dengan melibatkan 12 peserta yang terlibat dalam kegiatan operasional laboratorium sebagai komunitas sasaran program. Evaluasi pembelajaran melibatkan seluruh peserta yang mengikuti kegiatan dan menyelesaikan *pre-test* serta *post-test*, sedangkan identitas peserta disamarkan menggunakan kode P01 sampai P12 untuk menjaga kerahasiaan data evaluasi. Pendekatan kegiatan bersifat partisipatif dengan menerapkan prinsip *Participatory Action Research*, sehingga mitra tidak ditempatkan sebagai penerima aplikasi, tetapi dilibatkan dalam pemetaan alur kerja, penentuan kebutuhan, pengujian fungsi, penyusunan SOP, dan refleksi setelah simulasi (Cornish et al., 2023). Secara operasional, kegiatan dibagi ke dalam tiga rangkaian utama, yaitu *assessing*, *building*, dan *coaching*, yang mencakup asesmen kondisi awal, pengembangan dan penyesuaian SIL, pelatihan, uji fungsi, uji penerimaan pengguna, *pilot*, serta pendampingan pada masa awal penggunaan. Tahap asesmen dilakukan melalui observasi alur pelayanan, wawancara dengan pengelola dan petugas, serta telaah formulir dan SOP untuk memetakan titik penyalinan data, identifikasi spesimen, validasi hasil, pelaporan, sarana komputer dan jaringan, pengelolaan akun, serta prosedur pencadangan, kemudian hasilnya dibahas bersama mitra untuk menentukan prioritas digitalisasi. Tahap pengembangan dan pelatihan mencakup penyesuaian *master* pemeriksaan, nilai rujukan, peran pengguna, status pemeriksaan, format laporan, hak akses, *audit trail*, pencadangan, penyusunan SOP prioritas, demonstrasi, latihan terbimbing, simulasi kasus, uji fungsi, uji penerimaan pengguna, *pilot*, dan pendampingan hingga petugas mampu menjalankan fungsi dasar SIL secara mandiri (International Organization for Standardization, 2022; World Health Organization, 2020).



Gambar 1. Tahapan Kegiatan Asesmen, Pengembangan, Pelatihan, Pendampingan, dan Evaluasi

Data Item Laboratorium

Import Export + Buat Item Laboratorium Baru

Status: -- Semua -- Laboratorium: LAB084 - Darah Lengkap Otom... x Cari: Pencarian Tampil: 10 Baris

X Hapus Dipilih Set Aktif Dipilih Set Nonaktif Dipilih

☐	NAMA ITEM	LABORATORIUM	SATUAN & NILAI	STATUS	TINDAKAN
☐	Eritrosit	Darah Lengkap Otomatis Group Lab : HEMATOLOGI	10 6/uL P= 3,5-5,0 / L=4,0-5,5	Aktif	☒ Edit ☒
☐	Hematokrit	Darah Lengkap Otomatis Group Lab : HEMATOLOGI	% 35-50	Aktif	☒ Edit ☒
☐	Hemoglobin	Darah Lengkap Otomatis Group Lab : HEMATOLOGI	gr/dL P= 12-15 / L=12-16	Aktif	☒ Edit ☒
☐	Leukosit	Darah Lengkap Otomatis Group Lab : HEMATOLOGI	10 3/uL 4-Oct	Aktif	☒ Edit ☒
☐	MCH	Darah Lengkap Otomatis Group Lab : HEMATOLOGI	pg 27-34	Aktif	☒ Edit ☒
☐	MCHC	Darah Lengkap Otomatis Group Lab : HEMATOLOGI	g/dL 32-36	Aktif	☒ Edit ☒

Gambar 2. Simulasi Penggunaan Modul SIL dalam Workshop



Gambar 3. Pendampingan Penggunaan SIL oleh Tim dan Petugas Laboratorium

Data evaluasi dikumpulkan menggunakan instrumen *pre-test* dan *post-test* berskala 0–100 yang mencakup pengetahuan mengenai manajemen mutu, dokumentasi digital, dan operasional SIL, sedangkan data proses diperoleh melalui observasi, dokumen SOP, konfigurasi sistem, serta catatan masalah dan tindakan korektif selama pendampingan. Perubahan pengetahuan dianalisis dengan membandingkan skor *pre-test* dan *post-test* serta menghitung kenaikan relatif menggunakan rumus $(\text{skor } \textit{post-test} - \text{skor } \textit{pre-test}) / \text{skor } \textit{pre-test} \times 100\%$, kemudian hasil disajikan dalam bentuk rerata, simpangan baku, selisih skor, jumlah peserta yang mencapai kenaikan relatif minimal 30%, dan jumlah peserta yang memperoleh skor akhir minimal 80. Indikator keberhasilan pembelajaran ditetapkan melalui dua kriteria, yaitu peserta mencapai kenaikan relatif sekurang-kurangnya 30% dan memperoleh skor *post-test* minimal 80, sedangkan evaluasi pembelajaran diposisikan sebagai ukuran perubahan pengetahuan dan bukan sebagai satu-satunya bukti perubahan perilaku kerja (Kirkpatrick, 2016). Evaluasi proses dilakukan secara deskriptif untuk mengidentifikasi fitur SIL yang telah digunakan, fitur yang masih diuji, serta komponen yang masih berada pada tahap pengembangan dengan menggunakan bukti operasional yang dapat ditelusuri (World Health Organization, 2016). Tingkat penggunaan SIL, *turnaround time*, kesalahan transkripsi, dan skor *System Usability Scale* tidak dianalisis secara kuantitatif karena rekam transaksi, *timestamp*, log insiden, dan kuesioner SUS belum tersedia dalam sumber kegiatan, sehingga analisis dibatasi pada data yang benar-benar terdokumentasi. Data pasien tidak digunakan dalam latihan maupun simulasi karena seluruh konfigurasi dan pengujian menggunakan data uji, sedangkan keberlanjutan implementasi dipersiapkan melalui penunjukan *super-user*, dokumentasi konfigurasi, daftar masalah dan tindakan korektif, jadwal pencadangan, uji pemulihan data, serta rencana pelatihan bagi pegawai baru.

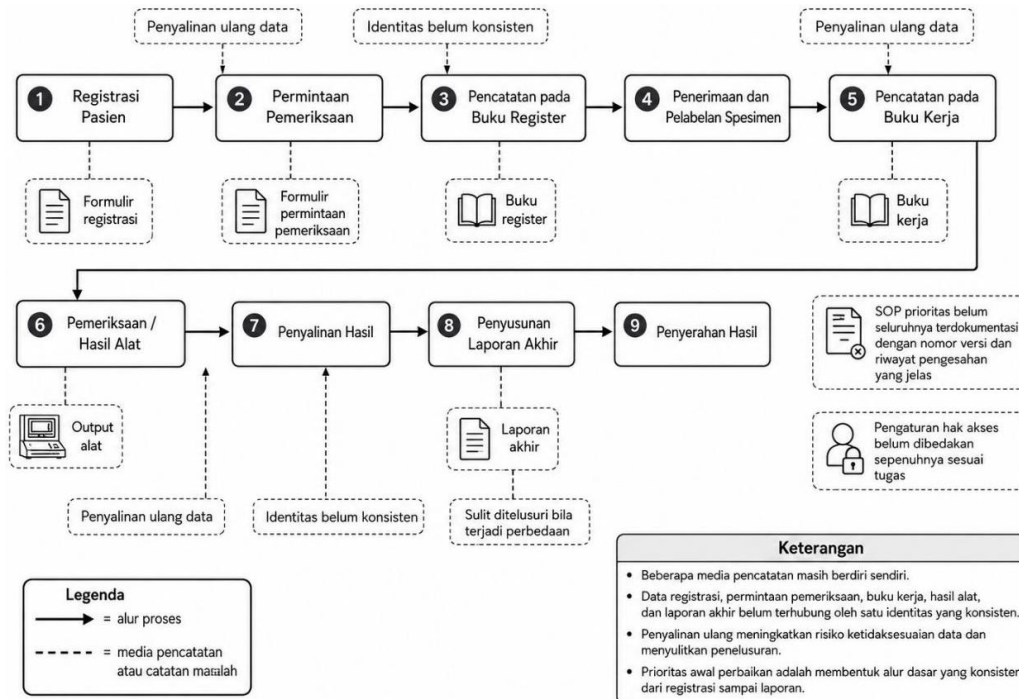
Tabel 2. Definisi Operasional dan Sumber Data Evaluasi Kegiatan

Indikator	Definisi operasional	Sumber data	Status data
Skor Pengetahuan	Nilai <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> pada skala 0–100.	Lembar evaluasi peserta	Tersedia untuk 12 peserta
Kenaikan Relatif	$(Post-test - pre-test) / pre-test \times 100\%$.	Perhitungan dari skor peserta	Tersedia
Target Peningkatan	Peserta mencapai kenaikan relatif sekurang-kurangnya 30%.	Perhitungan individual	Tersedia
Skor Akhir	Peserta memperoleh skor <i>post-test</i> sekurang-kurangnya 80.	Lembar evaluasi peserta	Tersedia
Tingkat Penggunaan SIL	Transaksi melalui SIL / transaksi yang memenuhi kriteria digitalisasi $\times 100\%$.	Log transaksi SIL	Belum tersedia dalam draf sumber
Turnaround Time	Waktu dari registrasi/order sampai hasil tervalidasi pada periode yang setara.	<i>Timestamp</i> sistem dan catatan baseline	Belum tersedia
Kesalahan Transkripsi	Jumlah ketidaksesuaian penyalinan hasil yang terverifikasi.	Log insiden dan audit dokumen	Belum tersedia
Usabilitas	Skor <i>System Usability Scale</i> sesuai prosedur perhitungan instrumen.	Kuesioner SUS	Belum tersedia

HASIL DAN PEMEBAHASAN

Kondisi Awal dan Penetapan Prioritas Digitalisasi

Hasil asesmen awal pada Laboratorium Klinik Pratama di Semarang menunjukkan bahwa proses pelayanan sebelum implementasi Sistem Informasi Laboratorium (SIL) masih berlangsung melalui beberapa media pencatatan yang belum terintegrasi dalam satu alur informasi. Data registrasi pasien, permintaan pemeriksaan, pencatatan pada buku kerja, hasil pemeriksaan, dan laporan akhir belum sepenuhnya menggunakan identitas yang konsisten sebagai penghubung antartahap. Kondisi tersebut menyebabkan petugas melakukan penyalinan informasi secara berulang sehingga peluang terjadinya ketidaksesuaian antara identitas pasien, spesimen, permintaan pemeriksaan, dan hasil menjadi lebih besar. Literatur mengenai mutu laboratorium menempatkan pengelolaan informasi, dokumentasi, pengendalian proses, dan keterlacakan sebagai komponen penting dalam menjaga konsistensi pelayanan laboratorium (World Health Organization, 2011). Temuan lapangan memperlihatkan bahwa persoalan utama mitra bukan semata-mata ketiadaan aplikasi, melainkan belum terbentuknya mekanisme pengelolaan informasi yang mampu menghubungkan setiap tahapan pelayanan secara konsisten. Pola tersebut menjadi dasar bagi tim dan mitra untuk memandang digitalisasi sebagai intervensi terhadap proses kerja, bukan sekadar pengadaan perangkat lunak.



Gambar 4. Alur Kerja Laboratorium Sebelum Implementasi SIL

Gambar 4 memperlihatkan bahwa alur pelayanan sebelum implementasi SIL memiliki beberapa titik perpindahan informasi yang berpotensi menghasilkan pencatatan berulang. Registrasi menjadi salah satu sumber informasi awal, tetapi informasi yang sama masih perlu dipindahkan ke permintaan pemeriksaan, lembar kerja, pencatatan hasil, dan laporan akhir sehingga keterhubungan antardokumen sangat bergantung pada ketelitian petugas. Temuan tersebut relevan dengan kajian Lin et al. (2025) yang menunjukkan bahwa kesalahan pada fase praanalitik merupakan bagian dominan dari kesalahan dalam proses pemeriksaan laboratorium dan dapat berkaitan dengan proses identifikasi serta pengelolaan spesimen. Pada konteks mitra, risiko tersebut belum diterjemahkan sebagai angka insiden karena data kesalahan transkripsi dan audit insiden belum tersedia secara kuantitatif, tetapi keberadaan titik penyalinan berulang dapat diidentifikasi secara konsisten melalui observasi dan telaah dokumen. Kondisi tersebut juga memperlihatkan bahwa digitalisasi perlu diarahkan pada pengurangan titik input yang tidak diperlukan, bukan sekadar memindahkan formulir manual ke dalam tampilan elektronik. Prioritas intervensi akhirnya diarahkan pada pembentukan satu alur informasi yang mampu mempertahankan hubungan antara pasien, order pemeriksaan, spesimen, hasil, dan laporan.

Kesenjangan berikutnya ditemukan pada pengendalian dokumen, khususnya SOP yang belum seluruhnya memiliki nomor versi, tanggal berlaku, serta riwayat pengesahan yang terdokumentasi secara konsisten. Situasi tersebut dapat menyulitkan petugas menentukan dokumen yang berlaku ketika terdapat perubahan prosedur dan dapat mengurangi keterlacakan bukti pada saat evaluasi mutu. ISO 15189:2022 menempatkan pengelolaan informasi, dokumentasi, kompetensi, dan pengendalian proses sebagai bagian dari persyaratan mutu dan kompetensi laboratorium (International Organization for Standardization, 2022). Pada tingkat operasional, persoalan dokumen juga berkaitan dengan pengaturan kewenangan karena akses untuk registrasi, input hasil, validasi, dan administrasi sistem tidak semestinya diberikan pada tingkat yang sama kepada setiap pengguna. Mitra dan tim pendamping mengidentifikasi kebutuhan untuk membedakan fungsi pengguna berdasarkan tugas sekaligus memastikan aktivitas dalam sistem dapat ditelusuri melalui akun dan waktu tindakan. Penetapan tersebut memperluas fokus digitalisasi dari pencatatan elektronik menuju tata kelola informasi yang mendukung akuntabilitas proses.

Prioritas implementasi kemudian ditentukan melalui diskusi antara tim pendamping dan petugas laboratorium dengan mempertimbangkan urgensi masalah, kesiapan sumber daya, dan kemampuan sistem untuk diterapkan pada alur pelayanan yang telah berjalan. Registrasi, permintaan pemeriksaan, identifikasi spesimen, pencatatan hasil, validasi, pelaporan, pengaturan hak akses, audit trail, dan pengendalian dokumen ditempatkan sebagai komponen awal karena memiliki hubungan

langsung dengan kesinambungan informasi antarproses. Pendekatan tersebut sejalan dengan prinsip implementasi intervensi digital yang menempatkan kesiapan konteks, kebutuhan pengguna, sumber daya, dan proses kerja sebagai pertimbangan sebelum teknologi diterapkan secara lebih luas (World Health Organization, 2020). Integrasi langsung dengan seluruh perangkat diagnostik dan Rekam Medis Elektronik belum dijadikan sasaran utama karena kesiapan teknis dan bukti operasional untuk mendukung integrasi tersebut belum tersedia. Pilihan bertahap ini memungkinkan mitra menguji fungsi inti SIL terlebih dahulu sambil mengidentifikasi kebutuhan pengembangan pada tahap berikutnya. Penetapan prioritas melalui proses bersama juga mempertahankan karakter partisipatif kegiatan karena keputusan teknis tidak sepenuhnya ditentukan oleh tim eksternal.

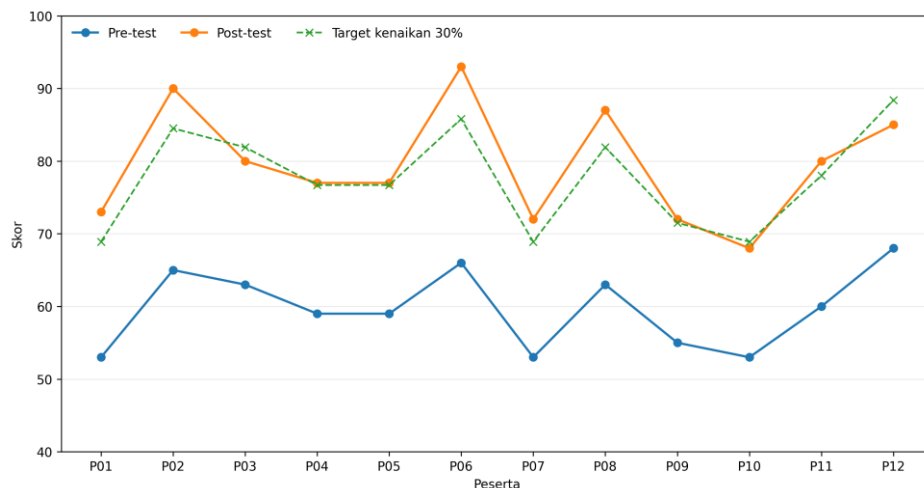
Hasil asesmen memperlihatkan bahwa kebutuhan digitalisasi mitra berada pada persilangan antara persoalan teknis, prosedural, dan kapasitas sumber daya manusia. Aplikasi yang mampu mencatat data secara elektronik tidak akan memberikan perubahan proses yang berarti apabila petugas masih harus mempertahankan pencatatan manual yang sama karena prosedur, pembagian kewenangan, atau konfigurasi sistem belum disesuaikan. Temuan tersebut konsisten dengan studi Musawir et al. (2024) yang menunjukkan bahwa penerapan laboratory information system membutuhkan perhatian terhadap aspek manusia, organisasi, dan teknologi agar penggunaan sistem dapat berlangsung secara efektif. Pada kegiatan ini, identifikasi masalah dilakukan bersama pengguna sehingga kebutuhan yang muncul tidak hanya berasal dari spesifikasi sistem, tetapi juga dari pengalaman petugas ketika menjalankan registrasi, menerima spesimen, memasukkan hasil, dan melakukan validasi. Pola tersebut memberikan dasar untuk menyusun konfigurasi SIL yang mengikuti proses aktual sekaligus mengurangi potensi munculnya pekerjaan administratif baru. Posisi pengguna sebagai bagian dari proses perancangan juga memperkuat peluang penerimaan sistem ketika tahap implementasi dilanjutkan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penetapan prioritas tidak diarahkan pada klaim bahwa seluruh proses laboratorium telah terdigitalisasi, tetapi pada pembentukan fondasi operasional yang dapat dikembangkan secara bertahap. Fondasi tersebut mencakup identitas data yang konsisten, alur order dan spesimen yang terhubung, pencatatan hasil secara terstruktur, mekanisme verifikasi dan validasi, pengendalian dokumen, pembatasan hak akses, serta keterlacakan aktivitas pengguna. Pendekatan bertahap memiliki relevansi karena implementasi teknologi kesehatan dipengaruhi oleh kesesuaian inovasi dengan kebutuhan organisasi dan kemampuan pengguna untuk mempertahankan penggunaannya dalam praktik (Greenhalgh et al., 2017). Hasil asesmen juga menjadi dasar untuk memisahkan fitur yang dapat langsung diterapkan dari fitur yang memerlukan kesiapan infrastruktur atau pengembangan lebih lanjut. Secara praktis, pemetaan tersebut mengurangi risiko bahwa proses digital justru menciptakan duplikasi pencatatan ketika sistem belum mampu menangani seluruh kebutuhan pelayanan. Tahap berikutnya kemudian diarahkan pada workshop, simulasi, dan pendampingan agar prioritas yang telah ditetapkan dapat diterjemahkan menjadi perubahan pengetahuan dan praktik kerja petugas.

Pelaksanaan Workshop dan Peningkatan Pengetahuan Peserta

Pelaksanaan workshop melibatkan 12 peserta yang merupakan petugas dan personel yang berkaitan dengan kegiatan operasional laboratorium, dengan seluruh peserta mengikuti pengukuran pengetahuan sebelum dan sesudah kegiatan. Materi tidak hanya memperkenalkan fungsi SIL, tetapi juga menghubungkan penggunaan sistem dengan identifikasi pasien dan spesimen, permintaan pemeriksaan, pencatatan hasil, verifikasi, validasi, pelaporan, pengelolaan akun, *audit trail*, serta pencadangan data. Pola pelatihan menggunakan penjelasan singkat, demonstrasi, latihan terbimbing, dan simulasi kasus sehingga peserta memperoleh kesempatan untuk menerapkan fungsi sistem pada kondisi yang menyerupai pekerjaan sehari-hari. Pendekatan berbasis praktik tersebut relevan dengan karakteristik pembelajaran tenaga kesehatan karena kompetensi digital tidak hanya mencakup kemampuan mengoperasikan perangkat, tetapi juga kemampuan menggunakan teknologi secara tepat dalam konteks pelayanan (Longhini, 2022). Peserta juga diberikan skenario yang mencakup duplikasi nomor registrasi, ketidaksesuaian identitas spesimen, hasil di luar rentang, kendala printer, dan gangguan jaringan agar kemampuan menggunakan sistem tidak berhenti pada penguasaan menu. Rangkaian kegiatan tersebut menghasilkan dasar evaluasi empiris melalui perbandingan skor *pre-test* dan *post-test* pada peserta yang sama.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa rerata skor *pre-test* sebesar 59,75 dengan simpangan baku 5,36 meningkat menjadi 79,50 dengan simpangan baku 7,86 pada *post-test*. Selisih rerata sebesar 19,75 poin menghasilkan kenaikan relatif sebesar 33,1%, yang menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan setelah peserta mengikuti workshop dan simulasi. Berdasarkan data individual, seluruh 12 peserta mengalami peningkatan skor, dengan selisih antara skor awal dan akhir berada pada rentang 15 sampai 27 poin. Sembilan peserta atau 75% dari kelompok mencapai kenaikan relatif minimal 30%, sedangkan enam peserta atau 50% memperoleh skor akhir minimal 80. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa peningkatan relatif kelompok telah melampaui kriteria program, tetapi pencapaian skor akhir belum merata pada seluruh peserta sehingga masih terdapat kebutuhan penguatan kompetensi. Pola tersebut memperkuat pentingnya membedakan antara peningkatan pengetahuan secara relatif dan pencapaian tingkat penguasaan absolut ketika keberhasilan pelatihan dievaluasi.



Gambar 5. Perbandingan Skor Pre-test dan Post-test Peserta

Perbedaan skor pada setiap peserta memperlihatkan variasi respons pembelajaran meskipun arah perubahannya konsisten meningkat. Peserta P06 menunjukkan peningkatan terbesar dari skor 66 menjadi 93 atau bertambah 27 poin, sedangkan P10 mengalami peningkatan terendah dari 53 menjadi 68 atau bertambah 15 poin. Variasi tersebut menunjukkan bahwa capaian pembelajaran tidak hanya dipengaruhi oleh materi yang diberikan, tetapi dapat berkaitan dengan tingkat pengetahuan awal dan kemampuan peserta dalam menghubungkan fungsi sistem dengan pekerjaan yang telah mereka lakukan sebelumnya. Tabel 3 memperlihatkan bahwa peserta dengan skor awal relatif lebih tinggi tidak selalu menghasilkan kenaikan relatif terbesar karena perhitungan persentase juga dipengaruhi oleh nilai awal setiap peserta. Kondisi tersebut penting dalam membaca hasil evaluasi karena kenaikan persentase tidak dapat diperlakukan sebagai ukuran tunggal penguasaan kompetensi. Evaluasi pelatihan yang memisahkan capaian pembelajaran dari perubahan perilaku juga menempatkan skor pengetahuan sebagai salah satu tingkat hasil yang perlu diikuti dengan pengamatan terhadap penerapan kompetensi di lingkungan kerja (Kirkpatrick, 2016).

Tabel 3. Ringkasan Hasil *Pre-test*, *Post-test*, dan Capaian Peserta

Peserta	Pre-test	Post-test	Selisih	Kenaikan (%)	≥30%	Post ≥80
P01	53	73	20	37.7	Ya	Tidak
P02	65	90	25	38.5	Ya	Ya
P03	63	80	17	27.0	Tidak	Ya
P04	59	77	18	30.5	Ya	Tidak
P05	59	77	18	30.5	Ya	Tidak
P06	66	93	27	40.9	Ya	Ya
P07	53	72	19	35.8	Ya	Tidak
P08	63	87	24	38.1	Ya	Ya
P09	55	72	17	30.9	Ya	Tidak

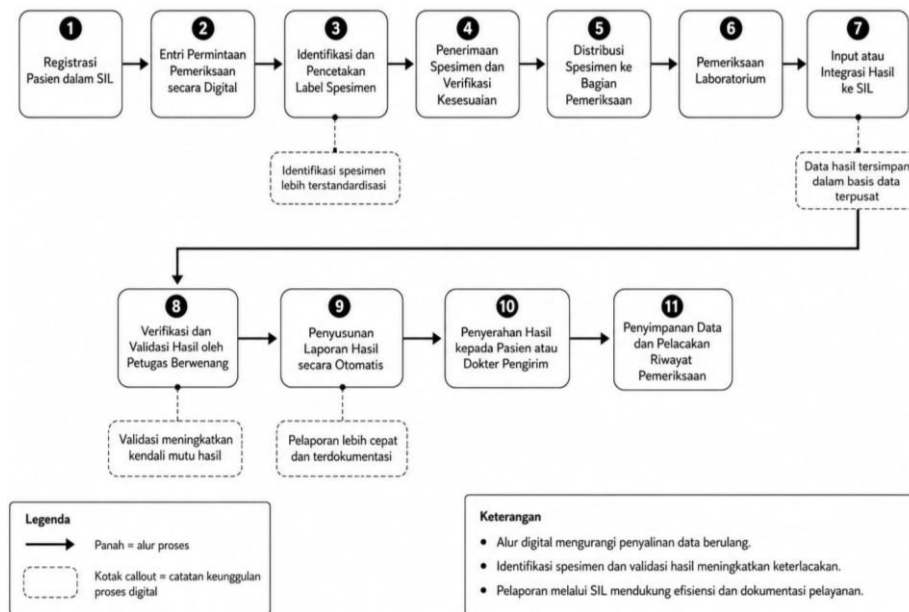
P10	53	68	15	28.3	Tidak	Tidak
P11	60	80	20	33.3	Ya	Ya
P12	68	85	17	25.0	Tidak	Ya
Rerata	59.75	79.50	19.75	33.1	9/12	6/12

Uji Wilcoxon terhadap skor berpasangan menghasilkan $W = 0$ dengan $p < 0,001$, sehingga terdapat perbedaan skor yang bermakna antara pengukuran sebelum dan sesudah workshop pada kelompok peserta yang sama. Temuan tersebut memberikan dukungan empiris bahwa kegiatan pelatihan berkaitan dengan peningkatan pengetahuan peserta dalam periode evaluasi yang dilakukan. Hasil tersebut juga sejalan dengan kebutuhan penguatan kompetensi digital tenaga kesehatan karena implementasi sistem informasi menuntut kemampuan pengguna untuk memahami fungsi teknologi sekaligus menempatkannya dalam proses pelayanan yang tepat (Longhini, 2022). Meskipun nilai statistik menunjukkan perubahan yang kuat, interpretasi kausal tetap perlu dibatasi karena desain kegiatan tidak menggunakan kelompok kontrol atau pembandingan. Kenaikan skor dapat dipengaruhi oleh paparan materi, latihan selama workshop, pengulangan instrumen, atau kombinasi beberapa faktor yang tidak dapat dipisahkan melalui desain satu kelompok. Bukti yang tersedia lebih tepat digunakan untuk menunjukkan keberhasilan pembelajaran jangka pendek daripada menyatakan bahwa workshop telah menghasilkan perubahan permanen pada perilaku operasional laboratorium.

Evaluasi pengetahuan juga perlu ditempatkan dalam konteks perubahan sistem kerja yang menjadi tujuan utama program. Nilai *post-test* yang meningkat belum memberikan bukti bahwa peserta secara konsisten menggunakan SIL, mengikuti SOP digital, atau mampu menangani gangguan operasional tanpa bantuan pendamping. Kerangka evaluasi intervensi digital menekankan perlunya menghubungkan indikator pembelajaran dengan bukti implementasi dan perubahan proses agar keberhasilan suatu intervensi tidak dinilai hanya dari hasil pelatihan (World Health Organization, 2016). Keterbatasan tersebut menjadi alasan mengapa kegiatan dilanjutkan melalui uji fungsi, *user acceptance*, *pilot*, dan pendampingan pada masa awal penggunaan SIL. Tahap lanjutan tersebut memungkinkan tim mengamati apakah pengetahuan yang diperoleh peserta dapat diterjemahkan menjadi tindakan operasional yang sesuai dengan konfigurasi sistem dan SOP. Bukti empiris pada tahap workshop akhirnya berfungsi sebagai indikator awal kesiapan pengguna, sedangkan perubahan pada alur kerja dan tata kelola informasi perlu dinilai melalui dokumentasi proses serta pemantauan penggunaan sistem.

Digitalisasi Alur Kerja dan Penguatan Tata Kelola Laboratorium

Implementasi SIL mengubah alur pelayanan dari pencatatan yang tersebar menuju proses yang menghubungkan registrasi, permintaan pemeriksaan, identifikasi spesimen, pencatatan hasil, verifikasi, validasi, dan pelaporan dalam satu rangkaian informasi. Nomor registrasi dan identitas spesimen digunakan sebagai penghubung antartahap sehingga informasi yang telah dimasukkan pada tahap sebelumnya dapat menjadi dasar bagi proses berikutnya tanpa harus dibuat ulang pada setiap media pencatatan. Perubahan tersebut diarahkan untuk mengurangi titik penyalinan yang sebelumnya menjadi bagian dari alur manual dan meningkatkan keterlacakan ketika terjadi ketidaksesuaian antara permintaan pemeriksaan, spesimen, dan hasil. Pengalaman implementasi sistem informasi laboratorium pada fasilitas pelayanan kesehatan menunjukkan bahwa digitalisasi dapat mendukung efisiensi pengelolaan informasi ketika fungsi sistem disesuaikan dengan kebutuhan operasional pengguna (Susanto et al., 2021). Pada kegiatan ini, penyesuaian tersebut dilakukan melalui konfigurasi *master* pemeriksaan, status pemeriksaan, format laporan, hak akses, serta alur verifikasi dan validasi sebelum sistem digunakan pada simulasi. Perubahan alur tidak diposisikan sebagai penghapusan seluruh pencatatan manual, karena mekanisme *downtime* tetap dipertahankan sebagai pengaman ketika terjadi gangguan perangkat atau jaringan.



Gambar 6. Alur Kerja Laboratorium Setelah Implementasi SIL

Gambar 6 memperlihatkan bahwa alur setelah implementasi SIL memiliki hubungan yang lebih terstruktur antara data pasien, order pemeriksaan, spesimen, hasil, dan laporan akhir. Pada tahap registrasi, data pasien menjadi dasar pembentukan order pemeriksaan sehingga proses berikutnya tidak memerlukan pembuatan identitas baru yang terpisah dari transaksi awal. Identitas spesimen kemudian dikaitkan dengan order untuk membantu memastikan bahwa spesimen yang diproses sesuai dengan pemeriksaan yang diminta. Pengaturan semacam ini memiliki relevansi terhadap mutu fase praanalitik karena identifikasi dan penanganan spesimen merupakan bagian penting dalam mencegah kesalahan sebelum pemeriksaan dilakukan (International Organization for Standardization, 2023). Hasil pemeriksaan dicatat melalui formulir terstruktur dan selanjutnya melewati proses verifikasi serta validasi sesuai kewenangan pengguna sebelum laporan diterbitkan. Struktur tersebut memberikan perubahan penting pada hubungan antarproses karena informasi tidak lagi hanya menjadi catatan administratif, tetapi menjadi data yang mengikuti perjalanan pelayanan dari awal hingga hasil akhir.

Digitalisasi yang diterapkan pada tahap awal belum dapat disamakan dengan otomatisasi penuh karena beberapa pemeriksaan masih membutuhkan input hasil oleh petugas ketika antarmuka langsung dengan instrumen diagnostik belum tersedia. Hasil dari perangkat atau sumber kerja yang belum terintegrasi dimasukkan secara terstruktur ke dalam SIL dan kemudian diperiksa sebelum dilakukan pengesahan. Perbedaan antara digitalisasi dan otomatisasi penting karena klaim mengenai efisiensi sistem harus didasarkan pada fungsi yang benar-benar telah berjalan, bukan pada arsitektur pengembangan yang masih direncanakan. Penelitian mengenai desain dan pengembangan instrumen diagnostik menunjukkan bahwa integrasi perangkat membutuhkan pengujian terhadap kompatibilitas, akurasi pertukaran data, serta kesesuaian antara instrumen dan sistem informasi yang menerima data (Wang et al., 2023). Pada konteks mitra, strategi bertahap memungkinkan fungsi inti SIL digunakan terlebih dahulu tanpa menunggu seluruh perangkat memiliki koneksi langsung dengan sistem. Pendekatan tersebut juga mengurangi risiko implementasi prematur yang dapat mengganggu pelayanan ketika infrastruktur integrasi belum siap.

Perubahan alur digital juga diikuti dengan penataan tata kelola data melalui pengaturan *master* pemeriksaan, satuan, nilai rujukan, status pemeriksaan, serta format laporan. Komponen tersebut perlu dikendalikan karena kesalahan konfigurasi dapat menghasilkan informasi yang tidak sesuai meskipun proses input dilakukan dengan benar. Standar mutu laboratorium menempatkan pengelolaan informasi dan pengendalian proses sebagai bagian dari sistem yang harus dipelihara secara konsisten, termasuk aspek keamanan, integritas, dan ketersediaan informasi (International Organization for Standardization, 2022). Pada pelaksanaan kegiatan, konfigurasi tidak langsung dianggap final setelah dibuat oleh tim, tetapi diuji menggunakan data uji dan dikonfirmasi bersama penanggung jawab laboratorium. Pola verifikasi tersebut memberikan ruang bagi petugas untuk menemukan ketidaksesuaian istilah pemeriksaan, rentang nilai, atau format keluaran sebelum sistem digunakan secara lebih luas. Penguatan

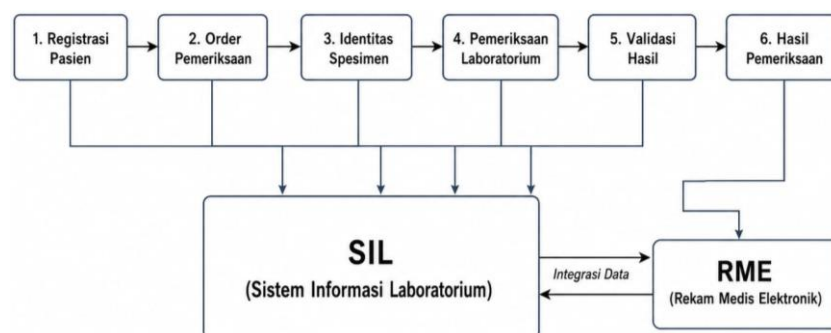
tata kelola pada tahap konfigurasi menjadi penting karena kualitas keluaran SIL sangat dipengaruhi oleh kualitas data master dan aturan yang membentuk proses pengolahan informasi.

Penguatan tata kelola juga dilakukan melalui pembagian hak akses berdasarkan fungsi kerja dan pencatatan aktivitas pengguna melalui *audit trail*. Petugas yang menjalankan registrasi, input hasil, validasi, dan administrasi sistem tidak diberikan kewenangan yang identik karena perbedaan fungsi membutuhkan tingkat akses dan tanggung jawab yang berbeda. Pembatasan tersebut memperjelas akuntabilitas setiap tindakan dan membantu penanggung jawab menelusuri pengguna serta waktu ketika perubahan tertentu dilakukan. Prinsip pengelolaan sistem informasi kesehatan menekankan bahwa intervensi digital perlu mempertimbangkan tata kelola, keamanan informasi, peran pengguna, dan mekanisme pengawasan agar teknologi dapat mendukung pelayanan secara berkelanjutan (World Health Organization, 2020). Dalam praktik pendampingan, *audit trail* tidak diperlakukan hanya sebagai fitur teknis, tetapi diperkenalkan sebagai bagian dari mekanisme pengendalian mutu yang perlu dibaca dan ditindaklanjuti ketika ditemukan ketidaksesuaian. Pendekatan tersebut memperkuat hubungan antara digitalisasi informasi dan praktik manajemen mutu laboratorium.

Aspek keberlangsungan juga diperkuat melalui penyusunan mekanisme pencadangan dan prosedur ketika sistem tidak dapat digunakan. Pencadangan data ditempatkan sebagai bagian dari tata kelola operasional karena kehilangan data atau ketidakmampuan memulihkan informasi dapat mengganggu kesinambungan pelayanan dan proses penelusuran. WHO menekankan bahwa implementasi teknologi kesehatan memerlukan perencanaan terhadap infrastruktur, proses operasional, risiko, serta keberlangsungan intervensi setelah tahap penerapan awal (World Health Organization, 2020). Pada kegiatan ini, mitra diarahkan untuk memiliki jadwal *backup*, dokumentasi konfigurasi, mekanisme uji pemulihan, dan prosedur manual untuk kondisi *downtime*. Kerangka tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan digitalisasi tidak cukup dinilai dari kemampuan sistem menghasilkan laporan, tetapi juga dari kemampuan laboratorium mempertahankan integritas informasi ketika terjadi gangguan. Hasil pendampingan pada tahap ini memberikan fondasi bagi pemantauan lanjutan terhadap penggunaan SIL, meskipun data kuantitatif mengenai *turnaround time*, tingkat transaksi digital, dan kesalahan transkripsi belum tersedia. Kondisi tersebut membuat capaian pada tahap ini lebih tepat dipahami sebagai perubahan struktural pada alur dan tata kelola kerja daripada sebagai bukti kuantitatif mengenai peningkatan efisiensi pelayanan.

Integrasi Data, Mitigasi Kendala, dan Keberlanjutan Implementasi

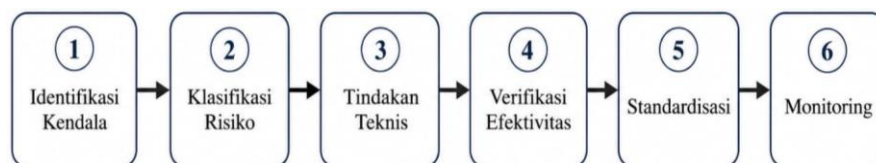
Implementasi SIL pada tahap kegiatan ini diarahkan tidak hanya untuk membentuk alur kerja digital internal, tetapi juga menyiapkan struktur data yang memungkinkan pengembangan integrasi dengan Rekam Medis Elektronik (RME). Data registrasi, permintaan pemeriksaan, identitas spesimen, status pemeriksaan, hasil, dan validasi perlu memiliki identitas serta format yang konsisten agar dapat dipertukarkan tanpa menimbulkan ketidaksesuaian informasi. Kebijakan rekam medis elektronik di Indonesia menempatkan pengelolaan informasi kesehatan sebagai bagian dari transformasi pelayanan yang membutuhkan pengaturan akses, keamanan, dan pengelolaan data secara terstruktur (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2022b). Pada kegiatan ini, integrasi SIL–RME belum dinyatakan sebagai fitur yang telah beroperasi karena bukti koneksi langsung dengan sistem RME tidak tersedia dalam dokumentasi kegiatan. Arsitektur integrasi ditempatkan sebagai sasaran pengembangan setelah fungsi dasar SIL stabil dan kesiapan teknis mitra memenuhi persyaratan. Posisi tersebut menjaga batas antara capaian implementasi aktual dan rancangan pengembangan sistem berikutnya.



Gambar 7. Arsitektur Target Integrasi Data SIL–RME

Gambar 7 memperlihatkan hubungan target antara SIL dan RME melalui pertukaran data yang terstruktur dari registrasi hingga hasil pemeriksaan. Arsitektur tersebut menempatkan SIL sebagai sumber data pelayanan laboratorium yang menghasilkan informasi pemeriksaan, sedangkan RME menjadi lingkungan yang menerima dan menggunakan informasi tersebut dalam konteks pelayanan pasien yang lebih luas. Pertukaran data membutuhkan pengujian terhadap identitas pasien, nomor pemeriksaan, jenis pemeriksaan, satuan, nilai rujukan, status hasil, dan mekanisme penanganan pesan yang gagal. Prinsip interoperabilitas menjadi penting karena fragmentasi sistem dapat menyebabkan informasi kembali dicatat secara manual meskipun sistem digital telah tersedia (Dhingra & Dabas, 2020). Pada kondisi mitra, rancangan integrasi dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan kebutuhan antarmuka, pemetaan data, pengujian keamanan, dan prosedur validasi sebelum koneksi operasional diterapkan. Pendekatan bertahap tersebut memberikan ruang bagi laboratorium untuk memperkuat kualitas data internal sebelum menambah kompleksitas pertukaran informasi eksternal.

Kendala implementasi yang ditemukan selama pendampingan berkaitan dengan kesiapan perangkat, kestabilan jaringan, ketersediaan printer, kesesuaian sistem operasi, sinkronisasi waktu, serta kemampuan pengguna menyesuaikan kebiasaan kerja dengan alur digital. Sebagian petugas masih membutuhkan waktu untuk berpindah dari pencatatan pada buku menuju penggunaan status pemeriksaan dan formulir terstruktur dalam SIL. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa hambatan implementasi tidak hanya berasal dari aspek teknis, tetapi juga dari interaksi antara teknologi, organisasi, pengguna, dan proses kerja. Kerangka implementasi CFIR menempatkan karakteristik intervensi, konteks internal, karakteristik individu, serta proses implementasi sebagai unsur yang perlu diperhatikan ketika teknologi diterapkan pada lingkungan pelayanan nyata (Damschroder, 2022). Tindakan korektif dilakukan melalui penyesuaian konfigurasi, latihan ulang pada kasus yang sering muncul, penyusunan panduan ringkas, dan pendampingan terhadap *super-user*. Masalah yang ditemukan juga dicatat agar penyelesaiannya dapat menjadi pengetahuan organisasi dan tidak bergantung pada ingatan individu.



Gambar 8. Strategi Mitigasi Kendala Implementasi SIL

Strategi mitigasi pada Gambar 8 menunjukkan bahwa penyelesaian kendala dilakukan melalui hubungan antara identifikasi masalah, tindakan korektif, pengujian, dan penguatan kapasitas pengguna. Pendekatan tersebut membuat proses pendampingan tidak berhenti pada penyelesaian gangguan sesaat, tetapi diarahkan untuk membentuk kemampuan mitra dalam mengenali dan menangani permasalahan dasar secara mandiri. Penunjukan *super-user* menjadi salah satu mekanisme penting karena pengguna lokal dapat membantu pengelolaan akun, pembaruan *master*, penelusuran log, serta komunikasi dengan pengembang. Keberlanjutan teknologi kesehatan dipengaruhi oleh kemampuan organisasi mempertahankan penggunaan sekaligus melakukan adaptasi terhadap perubahan kebutuhan dan kondisi implementasi (Greenhalgh et al., 2017). Dokumentasi konfigurasi, daftar masalah, tindakan korektif, jadwal *backup*, dan uji pemulihan data melengkapi mekanisme tersebut sebagai bagian dari kesiapan operasional. Pola ini memperlihatkan bahwa penguatan laboratorium melalui digitalisasi membutuhkan pembangunan kapasitas organisasi, bukan sekadar penyediaan perangkat lunak.

Capaian program dan kebutuhan pemantauan lanjutan dirangkum pada Tabel 4 untuk membedakan indikator yang telah memiliki bukti empiris dengan indikator yang masih membutuhkan pengumpulan data berikutnya. Data evaluasi menunjukkan bahwa 12 peserta mengikuti *pre-test* dan *post-test*, dengan peningkatan rerata sebesar 19,75 poin atau 33,1%, sedangkan sembilan peserta mencapai kenaikan relatif minimal 30% dan enam peserta memperoleh skor akhir minimal 80. Data tersebut memberikan bukti langsung mengenai perubahan pengetahuan setelah workshop, tetapi belum cukup untuk menyatakan adanya peningkatan efisiensi pelayanan karena indikator operasional belum memiliki rekap kuantitatif. Tabel 4 juga menunjukkan bahwa tingkat penggunaan SIL, *turnaround time*, kesalahan transkripsi, serta usability masih memerlukan data dari log transaksi, *timestamp*, catatan

insiden, dan kuesioner SUS. Pemisahan status bukti tersebut penting dalam evaluasi intervensi digital karena indikator keberhasilan perlu ditentukan berdasarkan data yang dapat ditelusuri dan dibandingkan secara konsisten (World Health Organization, 2016).

Tabel 4. Capaian Indikator Program dan Data yang Memerlukan Pemantauan Lanjutan

Indikator/Komponen	Hasil yang dapat ditulis	Bukti yang diperlukan	Status
Peserta Workshop	12 peserta menyelesaikan <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> .	Grafik/evaluasi peserta	Tercatat
Peningkatan Pengetahuan	Rerata meningkat 19,75 poin atau 33,1%.	Perhitungan skor	Tercapai pada rerata
Target Kenaikan $\geq 30\%$	9 dari 12 peserta mencapai target.	Perhitungan individual	Sebagian besar peserta
Skor Akhir ≥ 80	6 dari 12 peserta mencapai skor akhir minimal 80.	Skor <i>post-test</i>	Belum seluruh peserta
Alur Digital Dasar	Registrasi, order, identifikasi spesimen, input hasil, validasi, dan pelaporan dikonfigurasi/dilatihkan.	Dokumentasi kegiatan dan konfigurasi	Didukung secara deskriptif
SOP Prioritas	SOP dibahas dan disusun; jumlah dokumen yang disahkan belum direkap.	Dokumen SOP	Perlu verifikasi jumlah
Penggunaan SIL	Proporsi transaksi melalui SIL belum dihitung.	Log transaksi	Data belum tersedia
<i>Turnaround Time</i>	Perubahan sebelum dan sesudah belum dihitung pada periode setara.	<i>Timestamp</i> /log pelayanan	Data belum tersedia
Kesalahan Transkripsi	Jumlah kejadian sebelum dan sesudah belum direkap.	Log insiden/audit	Data belum tersedia
Usabilitas dan <i>Backup–Restore</i>	Skor SUS dan hasil uji pemulihan belum dilaporkan.	Kuesioner dan berita acara uji	Data belum tersedia

Keterbatasan ketersediaan data operasional membuat capaian kegiatan lebih tepat diposisikan sebagai bukti perubahan pengetahuan, penataan proses, dan kesiapan implementasi daripada sebagai bukti kuantitatif peningkatan kinerja pelayanan laboratorium. Kegiatan hanya melibatkan satu laboratorium dengan 12 peserta sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasi secara langsung pada fasilitas dengan karakteristik layanan, volume pemeriksaan, infrastruktur, dan struktur organisasi yang berbeda. Evaluasi lanjutan perlu menggunakan periode *baseline* dan pascaimplementasi yang setara serta indikator yang sama agar perubahan penggunaan sistem, waktu pelayanan, kesalahan transkripsi, dan kepatuhan terhadap prosedur dapat dibandingkan secara objektif. Kerangka RE-AIM dapat digunakan untuk memperluas evaluasi dari capaian individual menuju jangkauan, efektivitas, adopsi, implementasi, dan pemeliharaan intervensi (Glasgow, 2019). Keberlanjutan program selanjutnya diarahkan pada kemampuan mitra mengelola akun, memperbarui SOP, melakukan *backup–restore*, melatih pengguna baru, dan memantau indikator mutu tanpa ketergantungan penuh pada tim pendamping. Posisi tersebut menempatkan pendampingan sebagai tahap penguatan kapasitas yang membuka ruang bagi evaluasi implementasi jangka lebih panjang.

KESIMPULAN

Pendampingan implementasi Sistem Informasi Laboratorium (SIL) pada Laboratorium Klinik Pratama di Semarang menghasilkan penataan alur digital mulai dari registrasi, permintaan pemeriksaan, identifikasi spesimen, pencatatan hasil, validasi, hingga pelaporan. Kegiatan juga menghasilkan penguatan tata kelola melalui penyusunan SOP prioritas, pembagian hak akses, *audit trail*, pencadangan

data, serta pendampingan pengguna dalam menjalankan fungsi dasar sistem. Evaluasi terhadap 12 peserta menunjukkan bahwa rerata skor pengetahuan meningkat dari 59,75 pada *pre-test* menjadi 79,50 pada *post-test*, dengan kenaikan relatif sebesar 33,1%. Sebanyak sembilan peserta mencapai kenaikan relatif minimal 30%, sedangkan enam peserta memperoleh skor akhir sekurang-kurangnya 80. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta sekaligus kesiapan proses kerja selama periode implementasi dan pendampingan. Capaian tersebut belum dapat digunakan untuk menyimpulkan dampak jangka panjang terhadap waktu pelayanan, kesalahan transkripsi, keselamatan pasien, maupun capaian akreditasi karena indikator operasional tersebut belum memiliki data pembandingan yang memadai.

Keberlanjutan implementasi SIL memerlukan penguatan kapasitas internal melalui peran *super-user*, pemutakhiran SOP, pengelolaan akun, pencadangan dan uji pemulihan data, pemeliharaan perangkat, serta pelatihan bagi pegawai baru. Pemantauan lanjutan perlu dilengkapi dengan log penggunaan sistem, data operasional sebelum dan sesudah implementasi, *turnaround time*, kesalahan transkripsi, serta indikator usabilitas agar perubahan kinerja dapat dinilai secara lebih objektif. Integrasi SIL dengan alat diagnostik, RME, dan sistem pertukaran data kesehatan perlu dikembangkan secara bertahap setelah alur dasar stabil dan setiap antarmuka melewati pengujian teknis serta validasi operasional. Pendekatan bertahap tersebut memungkinkan mitra mempertahankan manfaat digitalisasi tanpa meningkatkan kompleksitas sistem sebelum kesiapan organisasi dan infrastrukturnya terpenuhi. Kegiatan ini menegaskan bahwa penguatan laboratorium melalui SIL tidak hanya bergantung pada ketersediaan aplikasi, tetapi juga pada kesesuaian proses, kompetensi pengguna, tata kelola informasi, dan mekanisme keberlanjutan. Model pendampingan partisipatif yang diterapkan dapat menjadi dasar pengembangan program serupa pada fasilitas laboratorium lain dengan penyesuaian terhadap karakteristik layanan, kapasitas sumber daya, dan kebutuhan digital masing-masing mitra.

DAFTAR PUSTAKA

- Damschroder, L. (2022). The Updated Consolidated Framework for Implementation Research Based on User Feedback. *Implementation Science*. Springer Nature Link, 17(75). <https://doi.org/10.1186/s13012-022-01245-0>
- Dhingra, D., & Dabas, A. (2020). Global Strategy on Digital Health. In *Indian Pediatrics* (Vol. 57, Issue 4). <https://doi.org/10.1007/s13312-020-1789-7>
- Dinutanayo, W. W., & Sariyanto, I. (2022). Evaluasi waktu layanan dan kepuasan pengguna terhadap penggunaan Orange Sistem Informasi Laboratorium di Puskesmas Sukaraja. *Jurnal Analis Kesehatan*, 11(2), 79–88. <https://doi.org/10.26630/jak.v11i2.3637>
- Flora Cornish, et al. (2023). Participatory action research. *Nature Reviews Methods Primers*. <https://doi.org/10.1038/s43586-023-00214-1>
- Glasgow, R. E. (2019). RE-AIM Planning and Evaluation Framework: Adapting to New Science and Practice with a 20-Year Review. *Frontiers in Public Health*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00064>
- International Organization for Standardization. (2023). *Requirements for the Collection and Transport of Samples for Medical Laboratory Examinations*. (ISO Standard 20658:2023). <https://www.iso.org/standard/68763.html>
- International Organization for Standardization. (2022). *Medical Laboratories—Requirements for Quality and Competence* (ISO Standard 15189:2022). <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:15189:ed-4:v1:en>
- James D. Kirkpatrick. (2016). *Kirkpatrick's Four Levels of Training Evaluation*. ATD Press.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022a). *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/MENKES/2011/2022*.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022b). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2022 tentang Rekam Medis*.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022c). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2022*.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2024). *Cetak biru strategi transformasi digital kesehatan 2024*.

- Susanto, A., Choirozaq, A., Hakim, M. M., & Rismiyati, R. (2021). Perancangan Sistem Informasi Laboratorium (Studi Kasus Puskesmas Dersalam, Kudus). *Jurnal Masyarakat Informatika*, 12(2), 114-122. <https://doi.org/10.14710/jmasif.12.2.42333>
- Lewis, J. R. (2018). The System Usability Scale: Past, Present, and Future. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34(7). <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1455307>
- Lin, Y., Spies, N. C., Zohner, K., McCoy, D., Zaydman, M. A., & Farnsworth, C. W. (2025). Pre-Analytical Phase Errors Constitute the Vast Majority of Errors in Clinical Laboratory Testing. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 63(9), 1709-1715. <https://doi.org/10.1515/cclm-2025-0190>
- Longhini, J. (2022). Digital Health Competencies Among Health Care Professionals: Systematic Review. *JMIR*, 24(8). <https://doi.org/10.2196/36414>
- Malcolm S. Knowles. (2020). *The Adult Learner: The Definitive Classic in Adult Education and Human Resource Development*. Routledge.
- Musawir, S., Kadir, S., & Tuloli, T. S. (2024). Penerapan laboratory information system memerlukan upaya komprehensif untuk meningkatkan penggunaan terhadap sistem informasi laboratorium: Evaluasi LIS dengan metode HOT-Fit di Maxima laboratorium klinik. *Kisi Berkelanjutan: Sains Medis dan Kesehatan*, 1(3). <https://kisiberkelanjutan.com/index.php/smk/article/view/17>
- Norah Alotaibi. (2025). Enhancing Digital Readiness and Capability in Healthcare: A Systematic Review of Interventions, Barriers, and Facilitators. *BMC Health Services Research*, 25. <https://doi.org/10.1186/s12913-025-12663-3>
- Sutrisno, S., Hidayat, R., & Rubini, R. (2025). Efektivitas digitalisasi pada transformasi laboratorium klinik melalui sistem informasi laboratorium. *Jurnal Ilmu dan Riset Kesehatan*, 4(7). <https://doi.org/10.53625/jirk.v4i7.9084>
- Trisha Greenhalgh, et al. (2017). Beyond Adoption: A New Framework for Theorizing and Evaluating Nonadoption, Abandonment, and Challenges to the Scale-Up, Spread, and Sustainability of Health and Care Technologies. *JMIR*, 19(11). <https://doi.org/10.2196/jmir.8775>
- Wang, L., Xu, W., Wang, B., Si, X., & Li, S. (2023). Methods and Advances in the Design, Testing and Development of in Vitro Diagnostic Instruments. *Processes*, 11(2), 403. <https://doi.org/10.3390/pr11020403>
- Wardiah, I., Fauzan, R., & Sholihin, F. (2024). Implementasi Sistem Informasi Pengelolaan Laboratorium untuk Meningkatkan Efisiensi Kinerja Uptd Laboratorium Lingkungan. *J-COSCI: Journal of Computer Science Community Service*, 4(1), 62-71. <https://doi.org/10.31849/jcscis.v4i1.16268>
- Widharma, I. S., Sukarata, P. G., Sajayasa, I. M., Sangka, I. N. G., & Sunaya, I. N. (2022). Perancangan Sistem Informasi Manajemenlaboratorium Otomasi Berbasis Web dengan Metodeprototype. *Jurnal Ilmiah Vastuwidya*, 5(2), 10-16. <https://doi.org/10.47532/jiv.v5i2.664>
- Widyastuti, R., Saputri, M. J., AK, S. T., Imun, M., Siswoyo, I. A., Imaniar, N., ... & KM, S. (2025). *Teknologi Laboratorium Medis: Konsep dan Implementasi*. PT Bukuloka Literasi Bangsa.
- World Health Organization. (2011). *Laboratory Quality Management System: Handbook*.
- World Health Organization. (2016). *Monitoring and Evaluating Digital Health Interventions: A Practical Guide to Conducting Research and Assessment*.
- World Health Organization. (2020). *Digital Implementation Investment Guide (DIIG): Integrating Digital Interventions Into Health Programmes*.
- Yao He, et al. (2024). Laboratory Data Timeliness and Completeness Improves Following Implementation of an Electronic Laboratory Information System in Côte d'Ivoire: Quasi-Experimental Study on 21 Clinical Laboratories From 2014 to 2020. *JMIR*, 10. <https://doi.org/10.2196/50407>