

Sistem Maklumat Makmal bagi Pengurusan Ujian Makmal Bersepadu

Muhammad Shahmi Rosman, Maryati Mohd. Yusof*

Faculty of Information Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia, Malaysia

*Pengarang koresponden: Maryati Mohd. Yusof (e-mel: Maryati.Yusof@ukm.edu.my)

ABSTRAK

Kecekapan pengurusan proses ujian makmal di fasiliti kesihatan adalah kritikal bagi menjamin rawatan yang berkualiti. Kesilapan kemasukan data rawatan pesakit dan kelewatan menerima keputusan ujian makmal boleh memberi risiko terhadap keselamatan pesakit. Oleh itu, sistem maklumat makmal berasaskan web dibangunkan untuk menyokong proses pengurusan ujian makmal di pusat kesihatan Universiti Kebangsaan Malaysia dengan lebih cekap dan sistematik. Sistem ini memudahkan juruteknologi makmal, doktor, dan kakitangan mendaftar pesakit, memesan ujian makmal, mengurus keputusan ujian, memantau inventori makmal, serta menjana laporan dan analitik. Pendekatan Agile digunakan bagi mengurus perubahan keperluan pengguna secara lebih fleksibel dalam pembangunan sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahawa sistem ini berfungsi dengan baik dan diterima oleh pengguna, dengan antaramuka yang mesra pengguna serta prestasi sistem yang stabil. Sistem ini meningkatkan ketepatan dan kelajuan pemprosesan data makmal serta membantu pengguna mendapatkan maklumat pesakit dengan lebih cepat untuk diagnosis dan rawatan yang berkesan.

Kata kunci: Kaedah Agile, keselamatan pesakit, sistem maklumat makmal, ujian makmal

PENGENALAN

Pengurusan pengujian makmal yang merangkumi pesanan sehingga penghantaran ujian makmal mesti dikendalikan dengan teliti. Aspek penting prosedur diagnostik termasuk jenis ujian makmal, waktu mengumpul, kaedah mengambil, menyimpan dan memindahkan sampel (Sánchez-Romero & Manuel 2019). Kesilapan pelabelan, spesimen dan kemasukan data serta kelewatan keputusan makmal (Le 2023) boleh menjejaskan kecekapan dan keselamatan proses. Sistem Maklumat Makmal (Laboratory Information Systems) (LIS) mengurus aliran kerja makmal dan menjana laporan keputusan ujian (Doherty 2024). LIS meningkatkan kecekapan pengurusan data dan memastikan ketepatan pengurusan ujian makmal. Sistem ini memantau ujian makmal dalam masa nyata, pemprosesan data makmal secara automatik, serta berintegrasi dengan rekod perubatan elektronik untuk mengurangkan kesilapan. LIS bersepadu pula memanfaatkan pengesanan automatik dan analisis pintar untuk menguruskan data ujian makmal, meningkatkan kecekapan proses, mengurangkan kesilapan manusia, dan menjimatkan kos (Yusof & Rohani 2026; Camacho-Cogollo 2020). Oleh itu, LIS dibangunkan di pusat kesihatan UKM (PKUKM) bagi meningkatkan kecekapan pengurusan ujian makmal dan mengatasi masalah di atas.

SISTEM MAKLUMAT MAKMAL

Penglibatan pelbagai unit dalam aliran kerja pengujian makmal memerlukan penggunaan LIS yang berkesan untuk memantau prestasi tugas, memastikan proses yang lancar dan mengenal pasti ralat dengan mudah. Pengujian makmal melibatkan beberapa fasa termasuk pra-pra-analitik, pra-analitik, analitik, pasca-analitik, dan pasca-pasca-analitik (Arifin 2022, 2016). Sistem perlu menyokong setiap proses tersebut supaya tidak berlaku kesilapan dalam pengumpulan data dan penghantaran ujian makmal. Fasa pra-pra-analitik melibatkan pesanan ujian oleh doktor berdasarkan keperluan klinikal pesakit. Dalam fasa pra-analitik, sampel biologi pesakit seperti darah diambil oleh juruteknik makmal, kemudian dilabelkan dengan nombor rujukan atau kod bar untuk memastikan identifikasi tepat. Sampel disimpan dalam keadaan yang sesuai, seperti suhu terkawal, sebelum dihantar ke makmal untuk dianalisis, bagi mengelakkan kerosakan sampel. Fasa analitik bermula apabila sampel diterima di makmal, direkodkan, dan disediakan untuk analisis berdasarkan aliran kerja makmal (Doherty 2024). Keputusan ujian diperiksa oleh juruteknik makmal untuk memastikan ketepatan dan kebolehpercayaan sebelum direkodkan dalam LIS dan dihantar kepada doktor untuk membantu diagnosis atau rawatan

pesakit dengan lebih tepat. Akhir sekali, dalam fasa pasca-pasca-analitik, semua data keputusan ujian disimpan untuk rujukan atau digunakan dalam analisis statistik bagi pemantauan trend kesihatan. Makmal juga menjalankan audit kualiti untuk menilai keberkesanan proses dan memberikan maklum balas kepada doktor sekiranya terdapat sebarang penemuan tambahan yang memerlukan perhatian.

METODOLOGI

Pendekatan kaedah Agile membolehkan LIS dibangunkan secara berperingkat dan fleksibel mengikut perubahan keperluan pengguna. Metodologi ini merangkumi beberapa fasa utama iaitu analisis keperluan, reka bentuk sistem, pembangunan, pengujian dan penambahbaikan. Kaedah temubual, perbincangan, pemerhatian aliran kerja dan tugas harian pengguna serta lakaran antaramuka membantu pengguna mengenalpasti keperluan fungsian dan bukan fungsian sistem. Sistem sedia ada di institusi luar seperti HCLAB (sysmex-ap.com 2023) dan LabVantage (2023) dianalisis untuk mengenal pasti fungsi dan ciri LIS yang lazim. Kebanyakan sistem bersifat generik dan tidak sejajar dengan proses PKUKM. Oleh itu, LIS direka bentuk khusus mengikut proses kerja sebenar, kapasiti pengguna, dan infrastruktur PKUKM. Pengujian reka bentuk sistem merangkumi pembangunan model pangkalan data, lakaran antara muka pengguna, serta aliran proses bagi setiap kes guna. Rajah Hubungan Entiti digunakan bagi merancang struktur pangkalan data. Model aliran sistem seperti carta alir, rajah jujukan dan rajah kelas dibangunkan untuk menggambarkan interaksi pengguna-sistem. Setiap modul sistem direka secara modular dan bebas supaya mudah diuji dan ditambah baik. Bagi komponen pendaftaran, jenis interaksi adalah arahan, di mana sistem memaparkan borang digital untuk diisi oleh pengguna baharu. Proses ini membolehkan data pengguna disimpan ke dalam pangkalan data MySQL melalui antara muka input yang ringkas. Modul permohonan ujian makmal, pengurusan keputusan ujian, pengurusan inventori dan penjaan laporan juga menggunakan interaksi jenis arahan. Dalam pesanan ujian, doktor memilih pesakit dan jenis ujian lalu mengesahkan pesanan. Juruteknologi makmal pula mengurus keputusan ujian dan stok inventori, termasuk membuat pesanan kepada kerani jika stok hampir habis. Bagi penjaan laporan, pengguna memilih kriteria carian dan sistem memaparkan laporan dalam bentuk grafik serta fail eksport PDF. Setiap komponen dibangunkan menggunakan Visual Studio Code, XAMPP dan PHP serta antara muka mesra pengguna untuk memudahkan pengguna menjalankan tugas harian dengan lebih sistematik dan berkesan.

SISTEM MAKLUMAT MAKMAL PUSAT KESIHATAN UKM

Selepas pengguna berjaya log masuk ke dalam sistem, antara muka dipaparkan mengikut peranan pengguna. Pengguna boleh melihat senarai pesakit berdaftar, analisis data, senarai ujian makmal dan menyaring pesanan ujian makmal mengikut bulan dan mendaftar pesakit baharu, memesan dan melihat senarai pesanan ujian makmal serta mengendalikan keputusan ujian serta mengurus inventori keperluan makmal secara masa nyata. Pengujian kebolegunaan melibatkan pengguna sebenar iaitu juruteknologi makmal, doktor, dan kerani di PKUKM menunjukkan LIS mencapai tahap keberkesanan yang sangat baik. Berdasarkan skala Likert 1-5, kebanyakan item mencatatkan nilai min melebihi 4.00, dengan beberapa item seperti "Antara muka sistem mesra pengguna" (min = 4.90), "Keseluruhan kepuasan pengguna terhadap sistem" (min = 4.90), dan "Kefungsian pengurusan keputusan ujian makmal" (min = 4.80) memperoleh skor yang sangat tinggi. Ini menunjukkan bahawa pengguna berpuas hati dengan kefungsian sistem, ketepatan maklumat yang dipaparkan, serta susun atur antara muka yang jelas dan mudah digunakan. Skor min yang tinggi secara konsisten membuktikan bahawa sistem ini memudahkan pelaksanaan tugas harian serta menyediakan pengalaman pengguna yang positif, berkesan, dan boleh dipercayai dalam pengurusan proses makmal di Pusat Kesihatan UKM.

PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN

Kekuatan utama sistem LISPKUKM terletak pada keupayaannya mengurus proses makmal dengan lebih sistematik, cekap, dan mudah dicapai oleh pelbagai peranan pengguna. Antara muka yang mesra pengguna serta fungsi seperti pendaftaran pesakit, permohonan ujian makmal, pengurusan keputusan ujian, pemantauan inventori, dan penjaan laporan telah membantu meningkatkan pengalaman pengguna dan mempercepatkan aliran kerja. Namun, sistem masih belum mempunyai fungsi notifikasi masa nyata seperti pemberitahuan permohonan ujian baharu atau perubahan status keputusan kepada

pengguna, yang penting untuk memastikan maklumat disampaikan segera. Masa pemuatan data dalam sesetengah modul dilaporkan agak perlahan, terutamanya apabila jumlah rekod yang dipaparkan adalah besar. Oleh itu, aspek teknikal dan antara muka perlu ditambahbaik agar sistem ini dapat berfungsi dengan lebih cekap dan responsif.

RUJUKAN

- Arifin, A., & Yusof, M. M. 2022. Error evaluation in the laboratory testing process and laboratory information systems, *Journal of Medical Biochemistry* 41, No. 1 (2022): 21.
- Camacho-Cogollo, J. E., Bonet, I., & Iadanza, E. 2020. RFID technology in health care. Dalam *Clinical Engineering Handbook* (ms. 33–41). Academic Press.
- Lab Information System – Strateq Healthcare. 2021. Strateq Healthcare. Dicapai daripada <https://strateqhealthcare.com.my/lab-information-system/>
- LabVantage. 2023. Dicapai daripada <https://www.labvantage.com/>
- Laboratory Information System HCLAB: Empowering the Diagnostic Laboratory. 2020. Dicapai daripada https://www.sysmex-ap.com/wp-content/uploads/2020/05/2020_HCLAB-LIS_Brochure.pdf
- Le, N. T., Thwe Chit, M. M., Truong, T. L., Siritantikorn, A., Kongruttanachok, N., Asdornwised, W., Chaitusaney, S., & Benjapolakul, W. 2023. Deployment of smart specimen transport system using RFID and NB-IoT technologies for hospital laboratory, *Sensors* 23, No. 1 (2023): 546.
- Sánchez-Romero, M. I., Moya, J. M. G. L., López, J. J. G., & Mira, N. O. 2019. Collection, transport and general processing of clinical specimens in microbiology laboratory, *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica* 37, No. 2 (2019): 127–134.
- Yusof, M. M., & Arifin, A. 2016. Towards an evaluation framework for laboratory information systems, *Journal of Infection and Public Health* 9, No. 6 (2016): 766–773.
- Yusof, M. M., & Arifin, A. 2026. *Sistem Maklumat Farmasi: Risiko dan Mitigasi*. Bangi: UKM Press.