

SISTEM MAKLUMAT MAKMAL PUSAT KESIHATAN UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA

¹Muhammad Shahmi Rosman, ¹Maryati Mohd Yusuf

**¹Fakulti Teknologi & Sains Maklumat
43600 Universiti Kebangsaan Malaysia**

Abstrak

Kecekapan sesuatu data dihantar dan diterima adalah satu aspek yang amat penting di sektor kesihatan terutama data berkaitan pesakit yang menerima rawatan di sesuatu pusat kesihatan. Kaedah pengumpulan dan penghantaran data pesakit ketika ini mempunyai banyak kekurangan sebagai contoh boleh berlaku kesalahan dalam mengisi maklumat rawatan pesakit, kelewatan dalam menerima keputusan ujian makmal. Oleh itu, Sistem Maklumat Makmal Pusat Kesihatan UKM (LIS PKUKM) telah dibangunkan sebagai platform berasaskan web yang bertujuan untuk menyokong proses pengurusan ujian makmal secara lebih cekap dan sistematik. Sistem ini dibangunkan khusus untuk kegunaan tiga kategori pengguna utama iaitu juruteknologi makmal, doktor, dan kerani. Antara fungsi utama yang telah direalisasikan dalam sistem ini termasuk pendaftaran pesakit, permohonan ujian makmal, pengurusan keputusan ujian, pemantauan inventori bekalan makmal, serta penjaan laporan dan analitik. Pendekatan Agile digunakan dalam pembangunan sistem ini bagi membolehkan perubahan keperluan pengguna diserap secara lebih fleksibel sepanjang kitaran pembangunan. Hasil pengujian menunjukkan bahawa sistem ini berfungsi dengan baik dan diterima oleh pengguna, dengan antaramuka yang mesra pengguna serta prestasi sistem yang stabil. LIS PKUKM berupaya meningkatkan ketepatan dan kelajuan pemprosesan data makmal, sekali gus membantu juruteknologi makmal dan doktor mendapatkan maklumat pesakit dengan lebih cepat untuk tujuan diagnosis dan rawatan yang berkesan.

Kata kunci: LIS PKUKM, Sistem Maklumat Makmal, Ujian Makmal.

Abstract

The efficiency of data transmission and reception is a crucial aspect of the healthcare sector, especially concerning patient data in medical facilities. The current methods of collecting and transmitting patient data have several shortcomings, such as errors in recording patient treatment information, delays in receiving laboratory test results. Therefore, The Laboratory Information System of the UKM Health Centre (LIS PKUKM) was developed as a web-based platform aimed at supporting the laboratory test management process in a more efficient and systematic manner. This system is designed specifically for three main user categories: laboratory technologists, doctors, and clerks. The key features implemented in the system include patient registration, lab test requests, test result management, laboratory supply inventory monitoring, and the generation of reports and analytics. The Agile methodology was adopted during system development to allow for flexible adaptation to changing user requirements throughout the development cycle. Testing results indicate that the system functions effectively and is well-received by users, with a user-friendly interface and stable performance. LIS PKUKM has the potential to improve the accuracy and speed of laboratory data processing, thereby assisting laboratory technologists and doctors in obtaining patient information quickly for effective diagnosis and treatment.

Keywords: LISPKUKM, Laboratory Information System, Lab Test.

1.0 PENGENALAN

Pemesanan dan penghantaran ujian makmal mesti dikendalikan dengan berhati-hati bermula dengan pengumpulan dan seterusnya melalui semua fasa termasuk pemprosesan, penyimpanan dan pengangkutan. Aspek penting prosedur diagnostik termasuk jenis ujian makmal, waktu untuk mengumpul, cara untuk mengambil, menyimpan dan memindah sampel (Sánchez-Romero dan Manuel, 2019). Kaedah konvensional dalam pemindahan ujian makmal mempunyai beberapa cabaran yang boleh menjejaskan kecekapan dan keselamatan proses. Contohnya, pelabelan manual dengan kod bar atau tag tulisan tangan terdedah kepada kesilapan manusia, seperti kesalahan pelabelan, kemasukan data yang salah, atau label yang kabur, yang boleh membawa kepada kesilapan pengecaman sampel.

Terdapat Sistem Maklumat Makmal moden (Laboratory Information System) (LIS) ialah sistem berasaskan komputer untuk operasi makmal kesihatan. Ianya secara langsung mengurus aliran kerja dalam makmal, mengendalikan pelaporan, dan memudahkan aktiviti seharian yang berkaitan dengan penjaan keputusan ujian (Melinda,2024). LIS diperkenalkan untuk mempercepat proses pengumpulan dan penghantaran data, meningkatkan kecekapan operasi, dan memastikan ketepatan tinggi dalam pengurusan ujian makmal dan beberapa fungsi

tambahan yang lain. Sistem ini mampu menyediakan pemantauan masa nyata terhadap ujian makmal, pemprosesan data makmal secara automatik, serta integrasi dengan rekod perubatan elektronik untuk mengurangkan kesilapan.

Sistem hospital kini menggantikan pendekatan manual dengan sistem maklumat makmal bersepadu yang memanfaatkan pengesanan automatik dan analisis pintar untuk menguruskan data ujian makmal, meningkatkan kecekapan proses, mengurangkan kesilapan manusia, dan menjimatkan kos (Camacho-Cogollo, 2020). Sebagai contoh, UITM menggunakan teknologi yang lebih canggih iaitu teknologi RFID di makmal perubatan mereka semasa proses memindahkan spesimen dan sampel pesakit untuk mendapatkan keputusan ujian yang lebih pantas. Pendekatan dokumentasi dan pengesahan tradisional berasaskan menaip telah dihapuskan sepenuhnya oleh sistem ini, meningkat kecekapan sistem dan kesilapan manusia (Kamaruzaman & Ismail, 2020). Untuk tujuan pemantauan dan pengurusan yang lebih baik, satu Sistem Maklumat Makmal di pusat kesihatan UKM akan dibangunkan bagi meningkatkan kecekapan dalam mengurus data ujian makmal pesakit serta membantu mengatasi masalah yang dinyatakan.

2.0 KAJIAN LITERATUR

Sistem maklumat makmal (Laboratory Information Systems) (LIS) melaksanakan pengesahan data, pengurusan, dan penghantaran data melalui barangan elektronik seperti komputer (Maryati, 2008). LIS mempercepat dan memudahkan interaksi proses ujian makmal (Chin, 2018). 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 proses termasuk Pra-pa-analitik, Pra-analitik, Analitik, Pasca-analitik, dan Pasca-pasca-analitik (Azila, 2022). Setiap proses mempunyai fasa dan kaedah pengujian makmal yang berbeza. Sistem perlu menyokong setiap proses tersebut supaya tidak berlaku kesilapan sewaktu mengumpul data dan penghantaran ujian makmal.

Fasa pra-pa-analitik melibatkan permintaan ujian oleh doktor atau pegawai perubatan berdasarkan keperluan klinikal pesakit, diikuti dengan pendaftaran pesakit dalam sistem maklumat dengan maklumat asas seperti nama dan nombor pengenalan. Selain itu, pesakit diberikan arahan persediaan untuk memastikan kesahihan ujian, seperti berpuasa sebelum pengambilan darah atau pengumpulan sampel pada waktu tertentu. Dalam fasa pra-analitik, sampel biologi seperti darah, air kencing, atau tisu diambil daripada pesakit oleh juruteknik makmal, kemudian dilabelkan dengan nombor rujukan atau kod bar untuk memastikan identifikasi tepat. Sampel disimpan dalam keadaan yang sesuai, seperti suhu yang dikawal,

sebelum dihantar ke makmal untuk dianalisis, bagi mengelakkan sebarang kerosakan ke atas sampel.

Seterusnya, fasa analitik bermula apabila sampel diterima di makmal, direkodkan, dan disediakan untuk analisis melalui proses seperti sentrifugasi atau pencairan. Sewaktu sampel dan pesanan diterima, LIS mengarahkan pesanan tersebut ke senarai kerja yang sepadan dengan kerja makmal tertentu (Melinda, 2024). Juruteknik makmal menggunakan peralatan diagnostik seperti spektrometer atau mesin hematologi untuk menganalisis sampel, sementara kawalan kualiti dilakukan untuk memastikan keputusan analisis memenuhi standard yang ditetapkan.

Selepas analisis selesai, keputusan ujian diperiksa oleh juruteknik makmal untuk memastikan ketepatan dan kebolehpercayaan sebelum direkodkan dalam sistem maklumat makmal (LIS). Keputusan ini kemudian dihantar kepada doktor yang membuat permintaan untuk membantu dalam diagnosis atau merancang rawatan pesakit dengan lebih tepat. Akhir sekali, dalam fasa pasca-pasca-analitik, semua data keputusan ujian disimpan untuk rujukan masa depan 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.

Permasalahan yang dihadapi oleh sistem sedia ada ialah ketidakcekapan, kesilapan manusia, dan kelewatan untuk mendapatkan keputusan makmal, yang boleh membawa kepada kesalahan dalam mengenali spesimen (Le, 2023). Untuk menangani ketidakcekapan dan risiko berkaitan prosedur pemindahan ujian makmal secara manual, sistem maklumat makmal menggunakan kaedah pengumpulan dan pemprosesan dan penghantaran ujian makmal yang lebih cekap dan penyimpanan data yang lebih selamat.

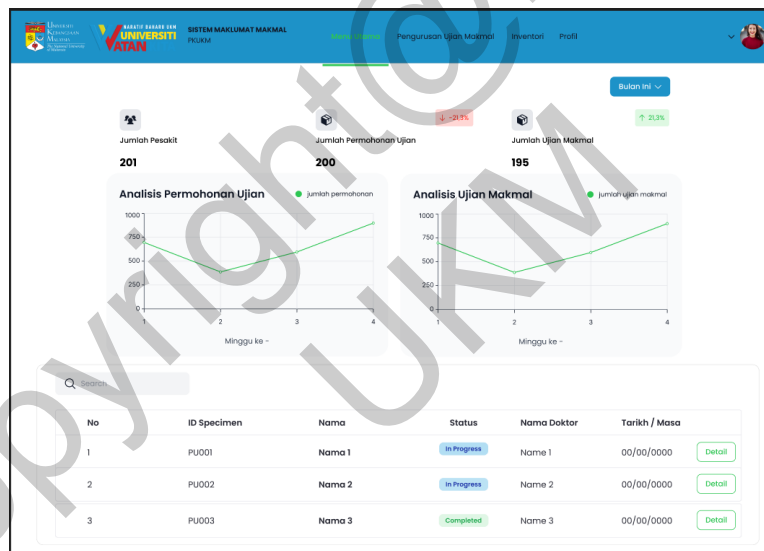
3.0 METODOLOGI

Pembangunan Sistem Maklumat Makmal Pusat Kesihatan UKM (LISPKUKM) menggunakan pendekatan metodologi *Agile*, yang membolehkan pembangunan dilakukan secara berperingkat dan fleksibel mengikut perubahan keperluan pengguna. Metodologi ini merangkumi beberapa fasa utama iaitu analisis keperluan, reka bentuk sistem, pembangunan, pengujian dan penambahbaikan. Setiap fasa memainkan peranan penting dalam memastikan sistem dibangunkan secara sistematik dan memenuhi kehendak pihak berkepentingan seperti juruteknologi makmal, doktor, dan kerani.

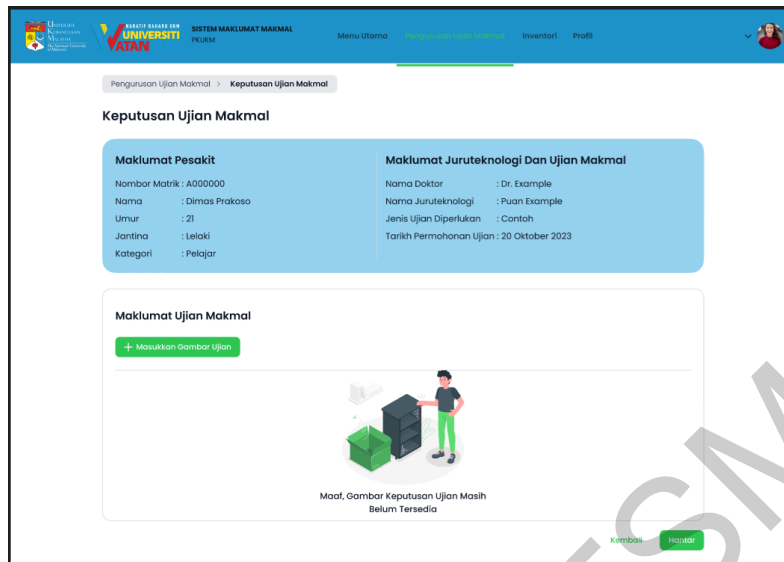
3.1 Analisis Keperluan

Fasa analisis keperluan dijalankan untuk mengenal pasti fungsi utama sistem berdasarkan tugas sebenar pengguna di Pusat Kesihatan UKM. Satu sesi perbincangan dan pemerhatian dijalankan bersama juruteknologi makmal bagi memahami aliran kerja harian mereka berkaitan permohonan ujian, pengurusan keputusan, dan pemantauan inventori. Kerani turut terlibat dalam memberikan input berkaitan proses pendaftaran pesakit dan pengurusan permintaan inventori. Doktor pula memberikan pandangan tentang keperluan untuk mengakses keputusan ujian makmal secara langsung dalam sistem.

Kaedah temubual dan lakaran antaramuka digunakan bagi membantu pengguna membayangkan fungsi sistem yang dicadangkan. Hasil daripada perbincangan ini, senarai keperluan fungsian dan bukan fungsian telah disusun, termasuk keperluan tambahan seperti kemampuan menjana laporan, fungsi eksport PDF, serta keperluan kepada sistem yang mudah digunakan dan responsif.



Rajah 1: Lakaran Awal Dashboard Juruteknologi Makmal



Rajah 2: Lakaran Awal Pengurusan Keputusan Ujian Makmal

Hasil temubual telah membawa kepada beberapa pengubahsuaian terhadap keperluan pengguna sistem. Juruteknologi makmal mencadangkan agar sistem menyediakan paparan keputusan ujian yang lebih terperinci bagi memudahkan analisis dan rujukan lanjut. Selain itu, mereka mencadangkan agar fungsi inventori dipertingkatkan dengan penambahan status stok kritikal dan notifikasi automatik apabila kuantiti bekalan hampir habis. Cadangan ini telah diambil kira dalam pembangunan sistem untuk memastikan ia benar-benar memenuhi keperluan kerja harian setiap peranan pengguna.

Selain itu, analisis terhadap sistem sedia ada di beberapa institusi luar seperti HCLAB dan LabVantage turut dijalankan sebagai rujukan untuk mengenal pasti ciri-ciri standard yang lazim dalam sistem maklumat makmal. Namun, kebanyakan sistem tersebut adalah bersifat generik dan tidak disesuaikan dengan skop operasi di Pusat Kesihatan UKM. Maka, LISPKUKM direka bentuk khusus bagi memenuhi keperluan tempatan dengan mengambil kira proses kerja sebenar, kapasiti pengguna, dan infrastruktur sistem yang sedia ada.

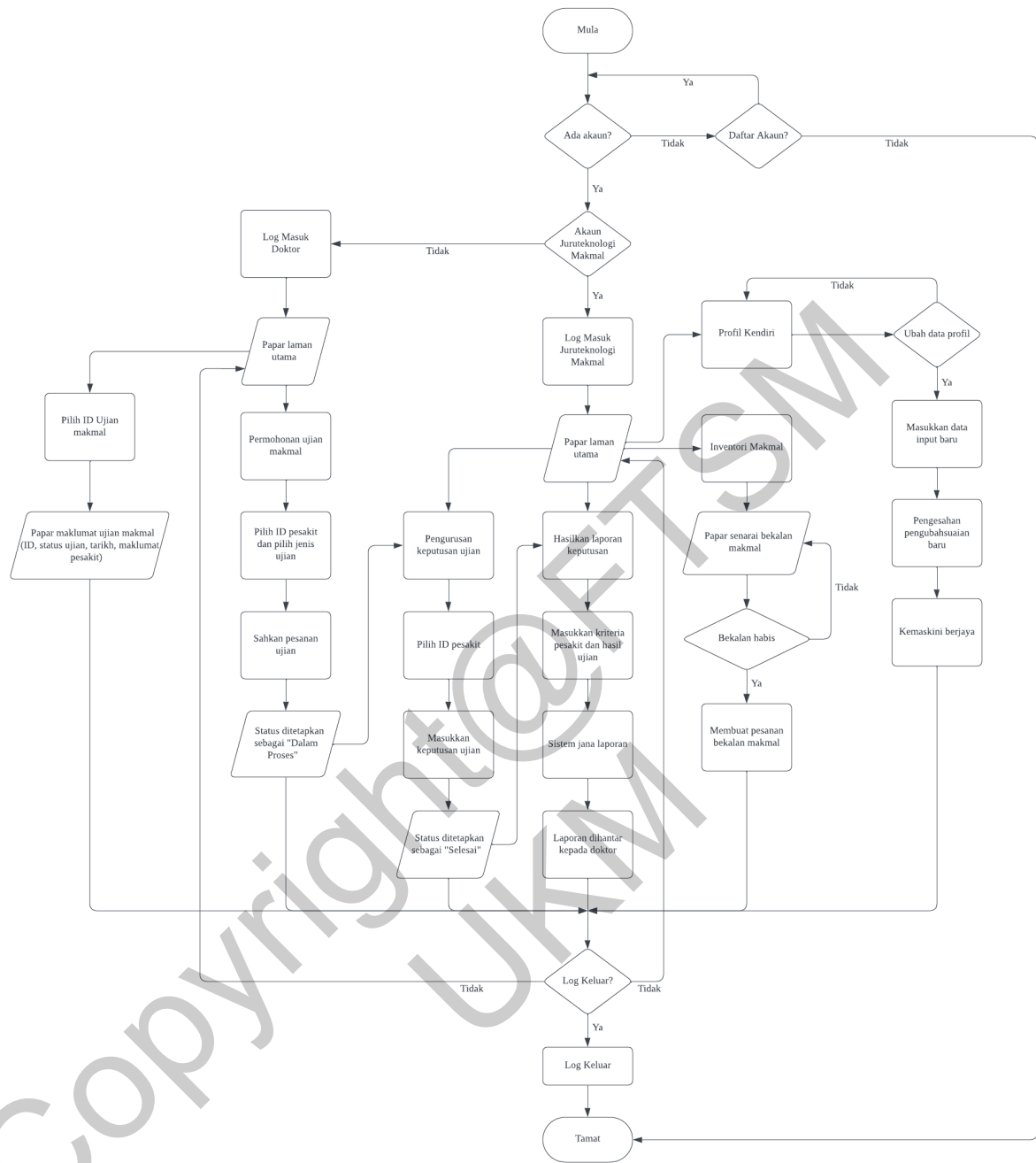
3.2 Reka Bentuk Model Konseptual

Pengujian Reka bentuk sistem merangkumi pembangunan model pangkalan data, lakaran antara muka pengguna, serta aliran proses bagi setiap kes guna. Rajah Entiti-Perhubungan (E-R) digunakan bagi merancang struktur pangkalan data. Antaramuka pengguna direka menggunakan prinsip reka bentuk mesra pengguna (user-friendly) agar sistem mudah digunakan oleh semua peranan.

Model aliran sistem seperti carta alir, rajah jujukan dan rajah kelas turut dibangunkan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dan sistem. Setiap modul seperti permohonan ujian, pengurusan keputusan, dan inventori direka secara modular dan bebas supaya mudah diuji dan ditambah baik jika perlu.

Rajah 3 menunjukkan carta alir bagi keseluruhan aliran proses dalam Sistem Maklumat Makmal PKUKM (LISPKUKM). Bagi komponen pendaftaran, jenis interaksi adalah arahan, di mana sistem memaparkan borang digital untuk diisi oleh pengguna baharu seperti juruteknologi makmal, doktor atau kerani. Proses ini membolehkan data pengguna disimpan ke dalam pangkalan data MySQL melalui antara muka input yang ringkas. Seterusnya, bagi modul log masuk, pengguna perlu mengisi maklumat akaun seperti emel dan kata laluan. Jenis interaksinya adalah *arahan*, dan sistem akan memaparkan antara muka berdasarkan peranan pengguna setelah log masuk berjaya.

Modul permohonan ujian makmal, pengurusan keputusan ujian, pengurusan inventori dan penjaan laporan juga menggunakan interaksi jenis arahan. Dalam permohonan 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.



Rajah 3: Carta Alir LIS PKUKM

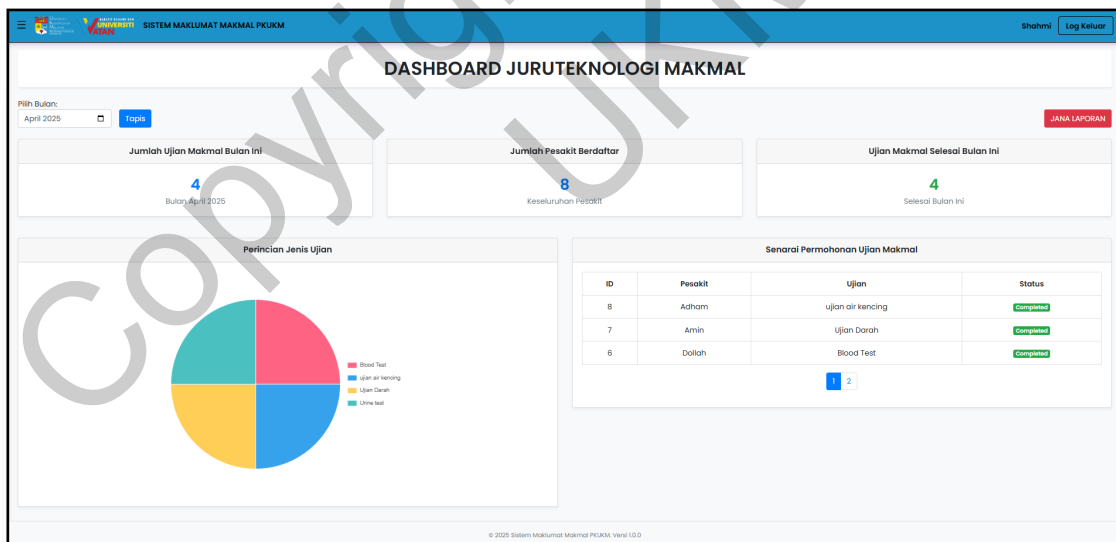
4.0 HASIL

4.1 Pembangunan Sistem

Tujuan sistem maklumat makmal pusat kesihatan UKM (LIS PKUKM) adalah untuk membolehkan pengguna seperti doktor dan juruteknologi makmal mengurus permohonan dan keputusan ujian makmal dengan mudah, di mana-mana dan pada bila-bila masa melalui laman sesawang. Selain itu, kerani boleh log masuk ke dalam sistem ini untuk melaksanakan proses pengurusan inventori, daftar pesakit, serta penjana laporan dan analitik, semuanya di satu platform.

Proses pembangunan sistem ini bermula dengan membina pangkalan data menggunakan *XAMPP* dan *phpMyAdmin*. Semua maklumat dan data akan disimpan di dalam pangkalan data ini termasuklah maklumat kesemua pengguna, pesakit, permintaan ujian, inventori dan laporan yang akan dibuat. Seterusnya, paparan antara muka sistem ini akan dibuat menggunakan *Visual Studio Code* dimana bahasa pengaturcaraan *HTML*, *PHP*, *CSS* dan *MySQL* digunakan.

Rajah 4 hingga Rajah 12 merupakan antara muka sistem LIS PKUKM. Selepas pengguna berjaya log masuk ke dalam sistem, sistem akan memaparkan antara muka Dashboard mengikut peranan pengguna. Pengguna boleh melihat analisis data dan senarai ujian makmal. Pengguna juga boleh menapis permohonan ujian makmal mengikut bulan.



Rajah 4: Antara Muka Dashboard Juruteknologi Makmal

Selain daripada itu, pengguna seperti kerani boleh melihat senarai pesakit yang telah berdaftar di dalam sistem. Kerani boleh mendaftar pesakit baru sebelum ujian makmal dapat dilakukan seperti yang dipaparkan pada Rajah 5.

Bili	Nama	No. KP	Tarikh Lahir	Umur	Jantina	Nombor Telefon	Kategori
1	Ali Bin Ahmad	85061205565	12-06-1985	40	Lelaki	0187654321	Staf
2	Ain Binti Rahman	951214082402	14-12-1995	30	Perempuan	0134567890	Staf
3	Amin	030405107045	05-04-2003	21	Lelaki	0145678901	Pelajar
4	Dallah	010530089023	30-05-2001	24	Lelaki	0166789012	Pelajar
5	Adham	010530089047	30-05-2001	23	Lelaki	0177890123	Pelajar
6	Siti	981205019234	05-12-1998	26	Perempuan	0122294344	Staf
7	Malik	990821104227	21-08-1999	25	Lelaki	0188901234	Pelajar

Rajah 5: Antara Muka Senarai Pesakit

Rajah 6: Antara Muka Daftar Pesakit

Selanjutnya, sistem juga mempunyai fungsi permohonan ujian bagi sistem LIS PKUKM untuk pengguna seperti doktor. Berdasarkan Rajah 7, setelah mendapat senarai pesakit yang baru didaftar, doktor boleh membuat permohonan ujian makmal untuk dilakukan melalui sistem.

Borang Permohonan Ujian Makmal

ID Pesakit
-

Nama Pesakit
-

Pilih Pesakit
Pilih nama pesakit

Jenis Ujian Yang Pesakit Perlukan
Pilih jenis ujian

Penerangan Berkaitan Ujian Yang Akan Dilakukan
Masukkan penerangan anda

Hantar

© 2025 Sistem Maklumat Makmal PKUKM, Versi 1.0.0

Rajah 7: Antara Muka Permohonan Ujian

Pada bahagian juruteknologi makmal, sistem menunjukkan antara muka pengurusan keputusan ujian bagi sistem LIS PKUKM. Juruteknologi Makmal diberi akses untuk melihat senarai permohonan ujian makmal dan mengendalikan keputusan ujian yang telah selesai dilakukan seperti di Rajah 8.

Perincian Ujian Makmal

ID Ujian	10
Nama Pesakit	Siti
Jenis Ujian	Ujian Air Kencing
Status	Requested
Tarikh Permohonan	17-06-2025 08:18
Penerangan	tiada
Keputusan Ujian	Fail tidak dijumpai di pangkalan data.

Maklumat Ujian Makmal

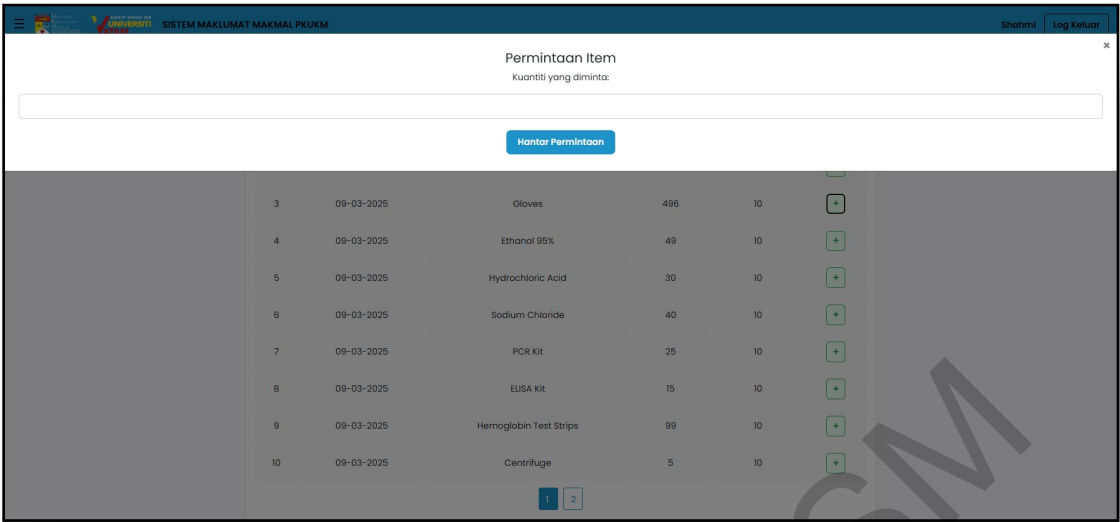
Rajah 8: Antara Muka Pengurusan Keputusan Ujian (Perincian Ujian Makmal)

Rajah 9: Antara Muka Pengurusan Keputusan Ujian (Maklumat Ujian Makmal)

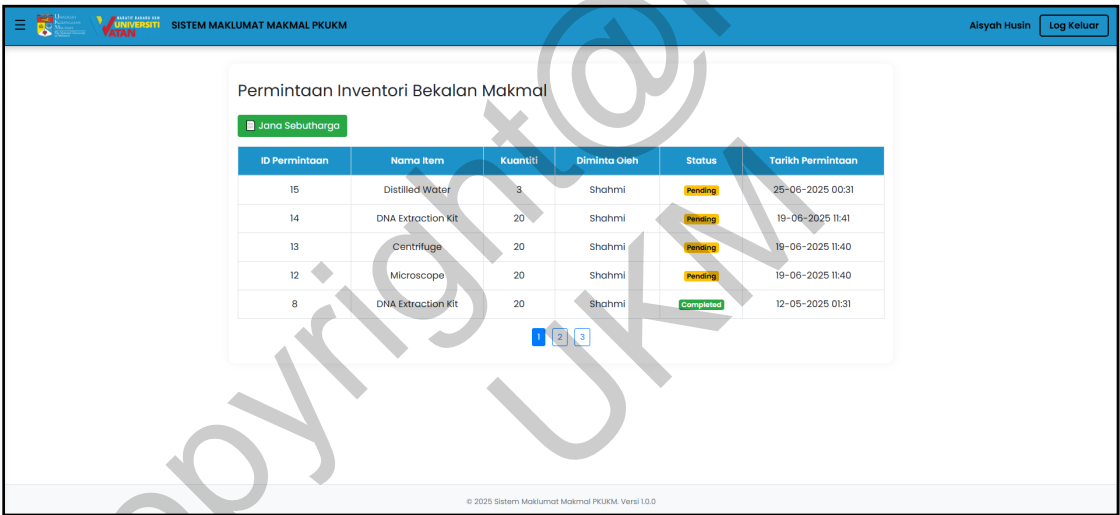
Rajah 10 merupakan antara muka inventori bagi sistem LIS PKUKM. Juruteknologi Makmal boleh membuat semakan barangan keperluan makmal secara masa nyata serta boleh membuat pesanan jika barangan telah kehabisan stok. Kerani pula diberi akses untuk mengendalikan pesanan yang telah dibuat dan menjana quotation untuk mendapat stok barangan yang diperlukan tersebut.

ID	Tarikh Terima	Nama Item	Kuantiti	Minimum	
1	09-03-2025	Microscope	10	10	+
2	09-03-2025	Test Tubes	200	10	+
3	09-03-2025	Gloves	496	10	+
4	09-03-2025	Ethanol 95%	49	10	+
5	09-03-2025	Hydrochloric Acid	30	10	+
6	09-03-2025	Sodium Chloride	40	10	+
7	09-03-2025	PCR Kit	25	10	+
8	09-03-2025	ELISA KIT	15	10	+
9	09-03-2025	Hemoglobin Test Strips	99	10	+
10	09-03-2025	Centrifuge	5	10	+

Rajah 10: Antara Muka Senarai Inventori



Rajah 11: Antara Muka Permintaan Item



Rajah 12: Antara Muka Permintaan Inventori Bekalan Makmal (Kerani)

4.2 Penilaian Sistem

Prosedur penilaian sistem dilaksanakan bagi memastikan sistem LISPKUKM menepati keperluan pengguna dari aspek kebolehgunaan. Pengujian kebolehgunaan ini melibatkan pengguna sebenar iaitu juruteknologi makmal, doktor, dan kerani di Pusat Kesihatan UKM. Objektif utama pengujian ini adalah untuk menilai sejauh mana sistem mudah digunakan, jelas dari segi susun atur antara muka, serta menyokong aliran kerja pengguna dengan berkesan.

i. Pengujian Kebolehgunaan

Bahagian Bahagian ini membincangkan penilaian terhadap fungsi-fungsi utama dalam sistem LIS PKUKM yang digunakan oleh juruteknologi makmal, doktor, dan kerani di Pusat Kesihatan UKM. Penilaian ini bertujuan untuk mengenal pasti tahap keberkesanan, kemudahan penggunaan, dan kepuasan pengguna terhadap ciri-ciri seperti pendaftaran pesakit, permohonan ujian makmal, pengurusan keputusan ujian, pemantauan inventori bekalan, serta penjaan laporan.

Kajian ini menggunakan skala Likert lima mata, iaitu daripada 1 (sangat tidak setuju) hingga 5 (sangat setuju), bagi menilai tahap penerimaan pengguna terhadap sistem. Nilai min bagi setiap item telah dianalisis dan dikategorikan kepada tiga tahap: rendah (1.00–2.32), sederhana (2.33–3.65), dan tinggi (3.66–5.00). Jadual 1 menunjukkan skala interpretasi skor min yang digunakan bagi menganalisis data soal selidik yang diperoleh.

Jadual 1: Skala Interpretasi Min

Skor Min	Interprestasi
1.0 - 2.32	Rendah
2.33 - 3.65	Sederhana
3.66 - 5.00	Tinggi

Jadual 2: Skor Min dan Tahap Kebolehgunaan LIS PKUKM

Item	Pernyataan	Min dan Tahap
1.	Antara muka sistem mesra pengguna	4.90 (Tinggi)
2.	Kepuasan terhadap fungsi daftar pesakit	4.80 (Tinggi)
3.	Kemudahan proses permohonan ujian makmal	4.80 (Tinggi)
4.	Kefungsian pengurusan keputusan ujian makmal	4.80 (Tinggi)
5.	Kefungsian pengurusan inventori bekalan makmal	4.80 (Tinggi)
6.	Kefungsian penjaan laporan dan analitik	4.60 (Tinggi)
7.	Sistem stabil dan responsif semasa digunakan	4.60 (Tinggi)
8.	Keseluruhan kepuasan pengguna terhadap sistem LISPKUKM	4.90 (Tinggi)

Merujuk Jadual 2 iaitu Jadual Skor Min dan Tahap Kebolehgunaan Pengguna terhadap LIS PKUKM, keputusan pengujian kebolehgunaan menunjukkan bahawa sistem LISPKUKM mencapai tahap keberkesanan yang sangat baik. Sebilangan besar item mencatatkan nilai min melebihi 4.00, dengan beberapa item seperti "Antara muka sistem mesra pengguna" (min = 4.90), "Keseluruhan kepuasan pengguna terhadap sistem LISPKUKM" (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.

4.3 Cadangan Penambahbaikan

Berdasarkan maklum balas yang diperoleh daripada pengguna sistem LIS PKUKM melalui soal selidik, beberapa cadangan penambahbaikan telah dikemukakan bagi meningkatkan kefungsian dan pengalaman pengguna. Antara cadangan tersebut termasuk menambah fungsi notifikasi masa nyata (*real-time notification*) untuk memberi amaran atau pemberitahuan automatik kepada pengguna berkaitan status ujian, permintaan inventori, atau kemas kini sistem. Selain itu, menyediakan fungsi sistem temu janji ujian makmal bagi menyusun jadual pelaksanaan ujian dengan lebih tersusun antara doktor dan juruteknologi makmal. Seterusnya, menambah pilihan eksport laporan ke dalam format Excel sebagai alternatif kepada format PDF yang sedia ada bagi tujuan analisis lanjut dan simpanan. Menambah paparan data penting pada papan pemuka (*dashboard*) seperti status permohonan ujian, notifikasi segera serta ringkasan aktiviti bulanan dan meningkatkan prestasi sistem dari aspek kelajuan paparan data, terutama apabila jumlah pesakit atau permohonan ujian meningkat. Cadangan-cadangan ini bertujuan memastikan sistem lebih cekap, responsif dan mesra pengguna bagi menyokong operasi makmal dengan lebih berkesan.

5.0 KESIMPULAN

Sistem yang telah dibangunkan ialah sistem berasaskan web bagi kegunaan kakitangan makmal kesihatan di Pusat Kesihatan UKM untuk mengurus proses ujian makmal secara lebih sistematik. Sistem ini dibangunkan untuk menyelaraskan semua keperluan berkaitan pengurusan ujian makmal dengan menggabungkan fungsi utama ke dalam satu platform yang berpusat. Pengguna utama bagi sistem LIS PKUKM ini terdiri daripada juruteknologi makmal, doktor, dan kerani.

Antara fungsi utama dalam sistem LIS PKUKM termasuk pendaftaran pesakit, permohonan ujian makmal oleh doktor, pengurusan keputusan ujian oleh juruteknologi makmal, serta pemantauan dan pengurusan inventori bekalan makmal. Pengguna juga boleh menjana laporan serta melihat analisis statistik berkaitan bilangan ujian yang dijalankan. Sistem ini direka bentuk agar mudah digunakan oleh setiap peranan pengguna, serta membantu meningkatkan kecekapan dan ketepatan dalam pengurusan data makmal di Pusat Kesihatan UKM.

Kekuatan dan Kekangan Sistem

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 penjana laporan telah membantu meningkatkan pengalaman pengguna dan mempercepatkan aliran kerja.

Setiap sistem yang dibangunkan mempunyai kekangan tersendiri yang memberi kesan kepada pembangunan dan penggunaan sistem tersebut. Bagi sistem LIS PKUKM yang berasaskan web, terdapat beberapa kekangan yang telah dikenal pasti sepanjang proses pembangunan dan pengujian. Antaranya, sistem ini memerlukan capaian internet yang stabil bagi memastikan capaian dan pemuatan data daripada pangkalan data dalam talian dapat dilakukan dengan lancar. Selain itu, 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. Terdapat beberapa elemen penting seperti butang pengesahan atau pembatalan yang masih belum disediakan sepenuhnya, sekali gus berpotensi menimbulkan kekeliruan semasa pengguna melakukan tindakan kritikal. Tambahan pula, masa pemuatan data dalam sesetengah modul dilaporkan agak perlahan, terutamanya apabila jumlah rekod yang dipaparkan adalah besar. Oleh itu, penambahbaikan dari aspek teknikal dan antara muka perlu diberi perhatian agar sistem ini dapat berfungsi dengan lebih cekap dan responsif.

6.0 PENGHARGAAN

Dengan penuh rasa syukur, penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih yang tidak terhingga kepada penyelia projek, Prof. Madya. Dr. Maryati Binti Mohd Yusof, atas segala bimbingan, sokongan berterusan, dan dorongan yang telah diberikan sepanjang tempoh pelaksanaan projek ini. Penghargaan turut ditujukan kepada semua pihak yang telah menyumbang idea, tenaga, dan masa sama ada secara langsung mahupun tidak langsung dalam merealisasikan pembangunan sistem ini. Tanpa sokongan moral dan bantuan teknikal daripada individu-individu ini, projek ini tidak mungkin dapat disempurnakan dengan jayanya. Semoga segala jasa baik dan keikhlasan mereka dibalas dengan keberkatan dan ganjaran yang setimpal.

7.0 RUJUKAN

- Alenazi, S. M., & Bugis, B. A. (2023). The Role of Laboratory Information System in Improving the Delivery of Laboratory Services: A Recent Systematic Review. *Combinatorial chemistry & high throughput screening*, 26(8), 1451–1460.
- Antonio, S. M., Dancel, M. B., Lim, C. N., Roberto, J. R. A., Malang, B. P., & Malang, J. D. (2024). Assessing the Impact of Laboratory Information System on Clinical Workflow and Patient Outcomes. *International Journal of Multidisciplinary: Applied Business and Education Research*, 5(11), 4629-4641.
- Arifin, A., & Mohd-Yusof, M. (2022). Error evaluation in the laboratory testing process and laboratory information systems. *Journal of Medical Biochemistry*, 41(1), 21.
- Camacho-Cogollo, J. E., Bonet, I., & Iadanza, E. (2020). RFID technology in health care. In *Clinical Engineering Handbook* (pp. 33-41). Academic Press.
- Doherty, M. L., & Youens, K. E. (2024). Laboratory Information Systems. *Clinical Laboratory Management*, 285-297.
- Fauzan, R., Siahaan, D., Rochimah, S., & Triandini, E. (2019, July). Use case diagram similarity measurement: A new approach. In *2019 12th International Conference on Information & Communication Technology and System (ICTS)* (pp. 3-7). IEEE.
- Kamaruzaman, N. E., & Ismail, I. (2020). Development of E-dialysis Database Management System (DBMS) for computer-based documentation and mobile application with RFID technology. *Journal of Electrical and Electronic Systems Research (JEESR)*, 17, 60-67.
- Lab Information System - Strateq Healthcare*. (2021, December 15). Strateq Healthcare. <https://strateqhealthcare.com.my/lab-information-system/>
- Laboratory Informatics & Scientific Data Advisory | LabVantage*. (2023, January 31). LabVantage. <https://www.labvantage.com/>
- Laboratory Information System HCLAB Empowering the diagnostic laboratory*. (2020). https://www.sysmex-ap.com/wp-content/uploads/2020/05/2020_HCLAB-LIS_Brochure.pdf
- Laoyan, S. (2024, February 2). *What Is Agile Methodology? (A Beginner's Guide) [2024]* • Asana. Asana.
- 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 (Basel, Switzerland)*, 23(1), 546
- Li, J., Tian, Y., & Zhou, T. (2024). Laboratory Information Systems. In *Healthcare Information Systems: Progress, Challenges and Future Directions* (pp. 69-95). Singapore: Springer Nature Singapore.

- LIS molecular Testing Labs Laboratory Information System Process Flow.* (2024). Ligolab.com. <https://www.ligolab.com/solutions>
- Luo, J., Huang, S., Lan, L., Yang, S., Cao, T., Yin, J., ... & Zhou, X. (2024). EMR-LIP: A lightweight framework for standardizing the preprocessing of longitudinal irregular data in electronic medical records. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 108521.
- Ministry of Health, Malaysia FRB/HIS/LIS/2005/Version 1.2. (n.d.). <https://www.moh.gov.my/moh/resources/auto%20download%20images/589d72f5592e0.pdf>
- Plączkowska, S., Terpińska, M., & Piwowar, A. (2020). The importance of establishing reference intervals-is it still a current problem for laboratory and doctors?. *Clinical Laboratory*, (8).
- Prince, E. W., Hankinson, T. C., & Görg, C. (2024). A Visual Analytics Framework for Assessing Interactive AI for Clinical Decision Support. In *Biocomputing 2025: Proceedings of the Pacific Symposium* (pp. 40-53).
- QBench – Cloud-based LIMS. Modern. Flexible. Easy-to-use.* (2024). Qbench.com. <https://qbench.com/>
- Radwan, R. M., Limkar, S., Hossain, M. A., Eltahir, M., Abdelhag, H. S., Meeran, A. A. S., & Amin, S. T. Developing Secure and Interoperable Health Information Systems Using Blockchain Technology to Enhance Data Privacy, Security, and Accessibility in Healthcare. *Panamerican Mathematical Journal*, 34(4), 2024.
- 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 clinica (English ed.)*, 37(2), 127-134.
- Syafariani, R. F., & Devi, A. (2019, November). Web-Based Academic Information System. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 662, No. 2, p. 022042). IOP Publishing.
- Yeo, C. P., & Ng, W. Y. (2018). Automation and productivity in the clinical laboratory: experience of a tertiary healthcare facility. *Singapore medical journal*, 59(11), 597.
- Yusof, M. M., & Arifin, A. (2016). Towards an evaluation framework for Laboratory Information Systems. *Journal of infection and public health*, 9(6), 766-773.
- Yusof, M. M., Papazafeiropoulou, A., Paul, R. J., & Stergioulas, L. K. (2008). Investigating evaluation frameworks for health information systems. *International journal of medical informatics*, 77(6), 377-385.

Muhammad Shahmi Bin Rosman (A195756)
 Prof. Madya. Dr. Maryati Binti Mohd Yusof
 Fakulti Teknologi & Sains Maklumat
 Universiti Kebangsaan Malaysia