

SEGAR – GEO-SPATIAL PATIENT TRACKING FOR EREHAB MONITORING USING APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE (API)

MUHAMMAD FAHMI BIN SHAHARUDDIN

PROF DR SITI NORUL HUDA BT SHEIKH ABDULLAH

ABSTRAK

Projek SEGAR bertujuan membangunkan sistem penjejakan geospasial masa nyata bagi memantau kesihatan pesakit dan pelajar sekolah melalui integrasi data daripada aplikasi E-REHAB, MyASRIGeo, MyAPPIGeo, dan MyASLI. Sistem ini membolehkan pemantauan lokasi dan status kesihatan secara visual melalui peta interaktif, carta statistik, serta notifikasi masa nyata (*real-time*) untuk tindakan intervensi segera. Antara fungsi penting sistem termasuk keupayaan menjejak lokasi pesakit secara langsung, memaparkan maklumat hospital terdekat seperti nama, alamat, nombor telefon, jarak, serta menyediakan laluan navigasi ke hospital bagi tujuan kecemasan. Teknologi *Leaflet.js* digunakan untuk visualisasi peta, manakala *Chart.js* digunakan untuk paparan statistik, dan *WebSocket* membolehkan kemas kini data secara langsung. Backend sistem dibina menggunakan *Node.js* sebagai pengagregat API, dengan *MySQL* sebagai pangkalan data utama. Selain itu, sistem menggunakan *JSON Web Token (JWT)* bagi memastikan keselamatan dan autentikasi pengguna. Projek ini dibangunkan menggunakan pendekatan *Agile*, yang membolehkan pembangunan sistem dijalankan secara berperingkat dengan fleksibiliti untuk menerima perubahan keperluan pengguna sepanjang proses pembangunan. Skop projek meliputi pemetaan geospasial, pemantauan data kesihatan masa nyata, penghantaran notifikasi automatik dalam tempoh kurang 10 saat, serta penyediaan perkhidmatan lokasi kecemasan. Sistem SEGAR dijangka menjadi alat yang efektif dalam memperkukuh pemantauan kesihatan dan meningkatkan keberkesanan intervensi penyalahgunaan dadah di Malaysia.

PENGENALAN

Dalam era digital, pemantauan kesihatan masyarakat khususnya golongan berisiko tinggi seperti penagih dadah dan pelajar memerlukan pendekatan yang lebih moden. Melalui sistem SEGAR, data daripada pelbagai aplikasi kesihatan dan saringan risiko seperti E-REHAB, MyASRIGeo, MyAPPIGeo, dan MyASLI dapat digabungkan dan divisualisasikan dalam satu portal interaktif. Ini membolehkan pengesanan lokasi dan status kesihatan pesakit secara lebih berkesan dan masa nyata. Penggunaan teknologi seperti *REST API*, Leaflet.js dan WebSocket memastikan sistem dapat beroperasi dengan lancar dan efisien. Sistem SEGAR direka untuk memberikan gambaran menyeluruh kepada penyedia perkhidmatan kesihatan melalui papan pemuka tunggal yang memaparkan peta dinamik, carta analitik, dan fungsi-fungsi pemantauan risiko kesihatan secara interaktif. Pendekatan ini menyokong tindakan pencegahan dan intervensi pantas terhadap risiko penyalahgunaan dadah dan kemerosotan tahap kesihatan pesakit. Tambahan pula, aplikasi ini membolehkan maklumat lokasi hospital terdekat, nombor telefon dan pandu arah dipaparkan dalam keadaan kecemasan. Ketiadaan sistem sehenti yang mampu memantau dan menilai data kesihatan masa nyata daripada pelbagai sumber merupakan antara masalah utama yang cuba diselesaikan melalui pembangunan SEGAR. Oleh itu, sistem ini disasarkan bukan sahaja untuk pusat rehabilitasi tetapi juga agensi-agensi kesihatan dan pendidikan yang terlibat dalam program intervensi.

METODOLOGI KAJIAN

Metodologi kajian ini menggunakan pendekatan pembangunan Agile, yang dipilih kerana fleksibilitinya dalam menyesuaikan sistem dengan perubahan keperluan pengguna secara berperingkat. Projek SEGAR dibangunkan secara iteratif, bermula dengan fungsi asas pemantauan geo-spatial, diikuti dengan integrasi pelbagai *API* seperti E-REHAB, MyASRIGeo, MyAPPIGeo dan MyASLI. Pendekatan ini membolehkan versi awal sistem diuji dan ditambah baik berdasarkan maklum balas pengguna sebenar. Agile juga memastikan pembangunan lebih tersusun, fokus kepada keperluan pengguna, dan meningkatkan kualiti sistem dalam aspek visualisasi peta interaktif serta pemprosesan data masa nyata.

Fasa Perancangan

Fasa ini merupakan permulaan penting dalam pembangunan sistem SEGAR. Dalam peringkat ini, isu utama dikenal pasti iaitu kekurangan pemantauan kesihatan masa nyata bagi pesakit berisiko tinggi. Objektif dan skop projek ditetapkan, termasuk integrasi data daripada E-REHAB, MyASRIGeo, MyAPPIGeo, dan MyASLI. Jadual pelaksanaan disusun mengikut metodologi Agile yang membahagikan kerja kepada fasa seperti analisis, reka bentuk, pembangunan, pengujian, dan penilaian. Tujuan utama fasa ini adalah memastikan projek dijalankan secara sistematik dan fokus terhadap keperluan pengguna.

Fasa Analisis

Fasa ini melibatkan pengumpulan dan penilaian keperluan sistem melalui kajian literatur, pemerhatian sistem sedia ada dan analisis pengguna. Keperluan pengguna seperti penyelia pusat rehabilitasi dan pegawai pemantauan dikenal pasti, dengan fokus kepada fungsi seperti pemantauan lokasi pesakit secara masa nyata, visualisasi data geospatial, dan penghantaran notifikasi automatik. Selain itu, sistem perlu menyokong integrasi multi-platform dan menyediakan paparan statistik menyeluruh. Hasil daripada analisis ini menjadi asas kepada reka bentuk sistem SEGAR.

Fasa Reka Bentuk

Dalam fasa ini, reka bentuk sistem SEGAR dibangunkan menggunakan pendekatan Model-View-Controller (MVC) serta Seni Bina Integrasi Data. Backend sistem direka sebagai pengagregat utama yang bertanggungjawab mengumpul, menapis, dan menyatukan data daripada pelbagai sistem luaran seperti E-REHAB, MyASRIGeo, MyAPPIGeo dan MyASLI melalui *API*. Reka bentuk juga merangkumi penggunaan cache tempatan dan pangkalan data MySQL untuk meningkatkan kecekapan capaian data. Antara muka pengguna pula direka bentuk menggunakan teknologi web moden seperti HTML, Tailwind CSS dan JavaScript yang responsif dan mesra pengguna. Papan pemuka sistem menyokong paparan peta interaktif, kad statistik, graf analitik, dan visualisasi data kesihatan secara masa nyata untuk membantu pengguna membuat keputusan yang lebih pantas dan berinformasi.

Fasa Pembangunan

Pembangunan sistem SEGAR dilaksanakan secara berperingkat mengikut sprint dalam metodologi Agile. Backend sistem dibina menggunakan pelbagai teknologi seperti Go (untuk E-REHAB *API*), Laravel (MyASRIGeo), dan PHP native (MyASLI dan MyAPPIGeo). Node.js digunakan sebagai pelayan utama untuk papan pemuka sistem. Frontend dibangunkan dalam bentuk portal web interaktif dengan visualisasi menggunakan Leaflet.js dan Chart.js, serta WebSocket untuk kemas kini data masa nyata. Fokus pembangunan adalah kepada fungsi utama seperti pemantauan lokasi pesakit, penghantaran notifikasi automatik, paparan statistik kesihatan, dan perkhidmatan lokasi kecemasan termasuk paparan hospital terdekat dan laluan navigasi.

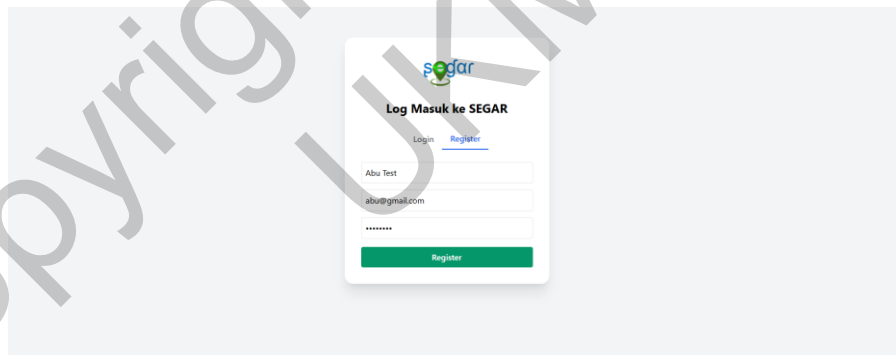
Fasa Pengujian

Asas Pengujian sistem dijalankan secara menyeluruh untuk memastikan kestabilan dan ketepatan fungsi SEGAR. Pengujian fungsian menggunakan pendekatan Black Box Testing, melibatkan ujian terhadap ciri utama seperti pemaparan peta, kemas kini data masa nyata, dan fungsi notifikasi automatik. Pengujian prestasi dijalankan untuk memastikan penghantaran notifikasi berlaku dalam tempoh kurang daripada 10 saat,

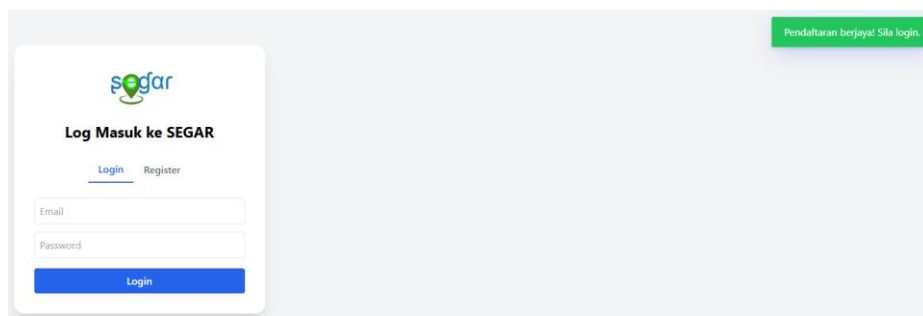
manakala pengujian bukan fungsian pula memfokuskan kepada keselamatan sistem, termasuk autentikasi pengguna melalui JSON Web Token (JWT). Sistem turut diuji terhadap senario kegagalan *API* dan gangguan sambungan bagi memastikan ketahanan dan keupayaan pemulihan dalam keadaan sebenar.

Pengujian Fungsian

Bagi ujian Register dan Login, tab “Register” pada halaman login dipilih terlebih dahulu, kemudian ketiga-tiga medan pendaftaran, Nama Penuh, Emel dan Kata Laluan diisi. Sebaik sahaja butang hijau “Register” ditekan, permintaan POST `/secure/register` dihantar ke pelayan dan sistem memulangkan respons 201 Created, diiringi toast hijau “Pendaftaran berjaya! Sila login.” di penjuru kanan skrin. Semakan di *PHPMYAdmin* mengesahkan kemunculan rekod baharu dalam jadual `secure.users` yang memaparkan nama “Abu Test”, alamat emel `abu@gmail.com`, kata laluan terhash `bcrypt` dan cap masa `created_at` yang betul. Rajah 3 menunjukkan pangkalan data yang telah disuaikan dengan maklumat terbaru pengguna.



Rajah 1 Register akaun baharu.



Rajah 2 Pendaftaran berjaya

Showing rows 0 - 9 (10 total, Query took 0.0002 seconds.)

SELECT * FROM `users`

Profiling [Edit inline] [Edit] [Explain SQL] [Create PHP code] [Refresh]

Show all Number of rows: 25 Filter rows: Search this table Sort by key: None

Extra options

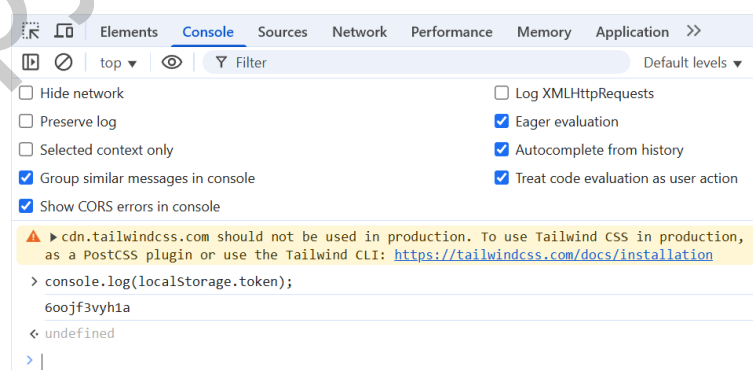
	id	name	email	password	created_at	updated_at
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	1	Fahmi Shahrudin	fahmi@gmail.com	\$2y\$10\$jom4N9lbvk4f9e4eXQeFOltCh8LWzm1Xg2LT9GnwiW...	2025-07-04 05:05:53	2025-07-04 05:05:53
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	4	Fahmi Shahrudin	f@gmail.com	\$2a\$10\$2dlLzslsyHQ6wOP6c58JeuexByxYUcxwzBUoRx7lp1Z...	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	7	Shah Nasrul	shah@gmail.com	\$2a\$10\$ubXDWWEr8FSvR0BFemPmPw78vJ3cT5Mu58mzz1eve...	0000-00-00 00:00:00	0000-00-00 00:00:00
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	8	Ahmad Test	ahmad@gmail.com	\$2a\$10\$UWbDS6c8e282zbADdgWY.Y.sdTZbgpYPp16ZS5gzkw...	2025-07-06 08:30:37	2025-07-06 08:30:43
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	9	Ahmad Testing	ahmadtest@gmail.com	\$2a\$10\$KuzvUjGeyTsbvDMRXOxOWeouuNpIfNQ40HvPMXnzMF...	2025-07-06 08:30:24	2025-07-06 08:30:30
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	10	Abu Test	abu@gmail.com	\$2a\$10\$XlB3MpyFrkFDEWLvIDjLUmRW9wGoHuXNxrjd4z...	2025-07-06 08:33:24	2025-07-06 08:33:28

Check all With selected: Edit Copy Delete Export

Rajah 3 database secure users (menyimpan data login)

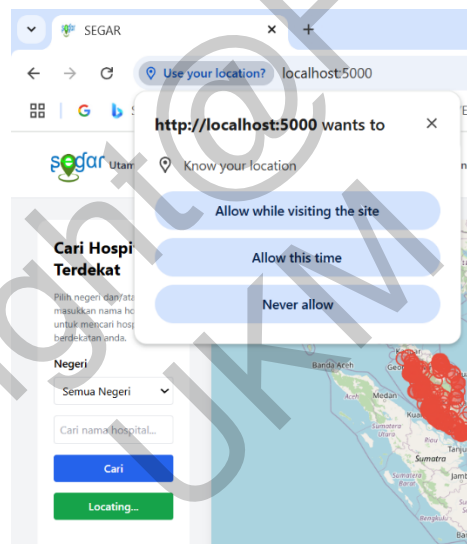
Selepas proses pendaftaran berjaya, pengguna terus boleh log masuk ke halaman utama SEGAR; sebaik sahaja log masuk selesai, sistem menjana dan menyimpan token *JWT* di *localStorage.token*, yang dapat disahkan melalui arahan *console.log(localStorage.token)*.

Ujian pendaftaran dan log masuk disahkan lulus. Rekod baharu “*Abu Test / abu@gmail.com*” terpapar dalam jadual *secure.users* dengan kata laluan terhash serta cap masa yang tepat, menepati kriteria penerimaan. Seterusnya, selepas log masuk berjaya, halaman utama SEGAR dimuat dan arahan *console.log(localStorage.token)* memaparkan rentetan *JWT* seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4, menandakan token telah dijana dan disimpan dengan betul.

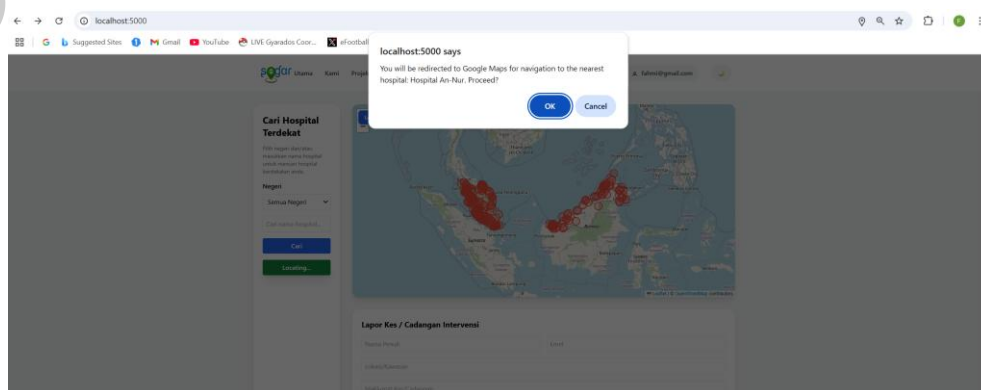


Rajah 4 sahkan terhasilnya token JWT

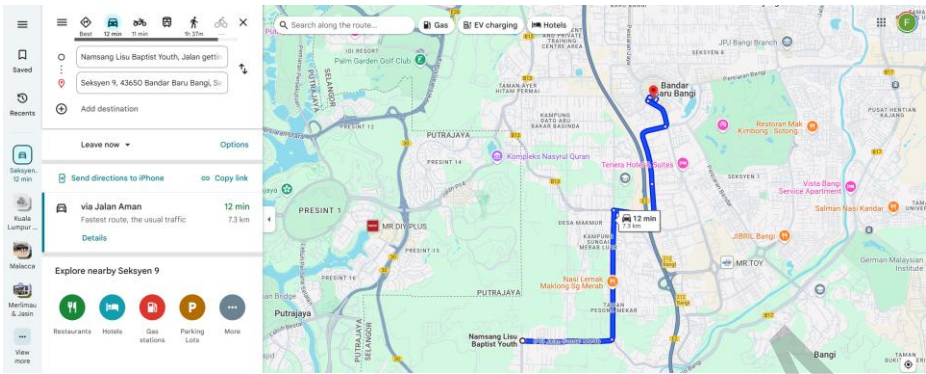
Ujian carian hospital terdekat, dimulakan dengan menekan butang “Locate Me”, menyebabkan pelayar memaparkan dialog kebenaran geolokasi (Rajah 5). Setelah keizinan diberikan, butang berubah kepada “Locating...” sementara koordinat diperoleh. Sistem kemudian mengira jarak ke semua entri hospital dalam *export.JSON*, mengenal pasti fasiliti terdekat contohnya “Hospital An-Nur” dan memaparkan kotak dialog yang memaklumkan akan berlaku pengalihan ke Google Maps (Rajah 6). Menekan “OK” membuka tab baharu Google Maps dengan laluan pandu arah daripada koordinat semasa ke hospital tersebut (Rajah 7). Keseluruhan langkah ini mengesahkan fungsi geolokasi, algoritma pencarian hospital terdekat dan integrasi Google Maps beroperasi seperti yang ditetapkan.



Rajah 5 Halaman meminta akses lokasi pengguna.



Rajah 6 Pop up meminta alih ke google maps untuk ke hospital terdekat.

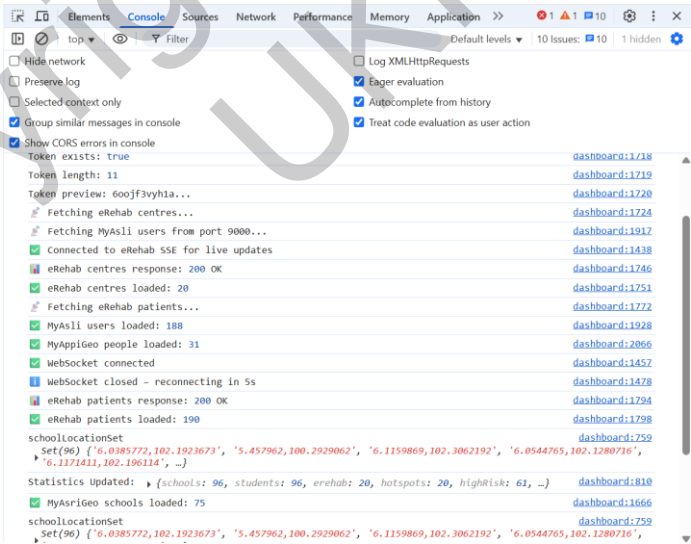


Rajah 7 Google Maps menunjukkan Laluan ke Hospital tersebut

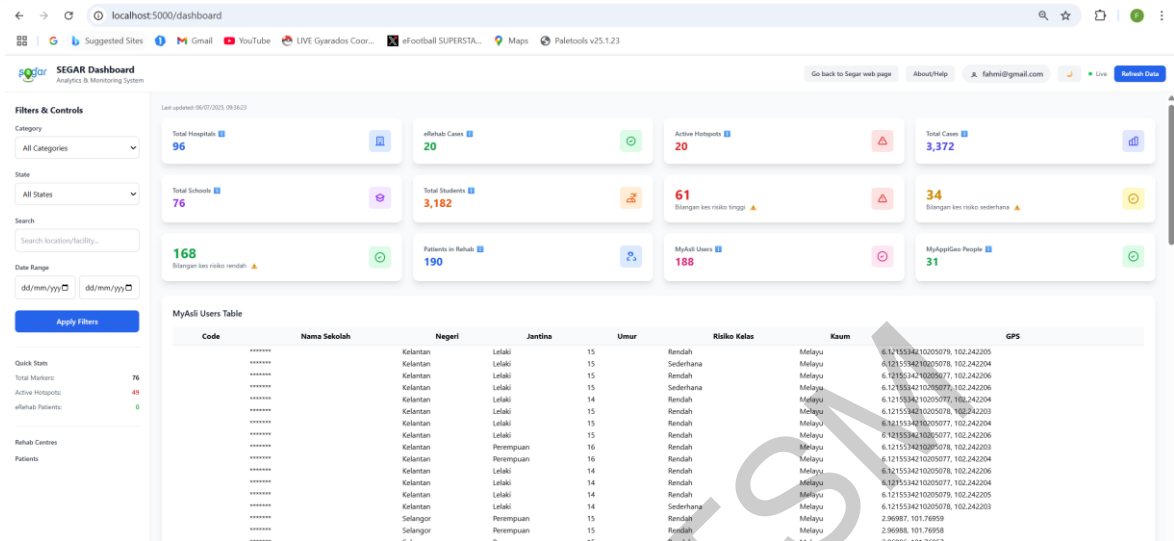
Ujian pemuatan dan masa nyata dashboard SEGAR menunjukkan semua komponen berfungsi seperti yang dirancang. Konsol (Rajah 8) mengesahkan empat panggilan *API* utama berjaya:

E-REHAB centres loaded: 20, E-REHAB patients loaded: 190, MyASLI users loaded: 188, MyAPPIGeo people loaded: 31 serta MyASRIGeo schools loaded: 75.

Ini membuktikan data daripada E-REHAB (*Go/Fiber*), MyASLI (*PHP 9000*), MyAPPIGeo (*PHP 9100*) dan MyASRIGeo (*Laravel 8000*) ditarik tanpa ralat seperti pada Rajah 9 di bawah.



Rajah 8 Log Console menunjukkan Halaman dapat disambungkan dengan 4 API utama



Rajah 9 Dashboard analitik SEGAR

Rajah 10 pertama menunjukkan antara muka “*Patient Tracker*”, yang dibangunkan sebagai prototaip untuk sistem pengesanan pesakit sebenar dalam projek E-REHAB. Dalam pengujian ini, sistem memaparkan maklumat pesakit semasa, contohnya Fahmi dengan ID TP-1751774327978 yang berada pada koordinat lokasi 5.614017, 100.296476. Antara muka ini membolehkan pengguna memilih mod “*Update Existing Patient*” dan memilih pesakit sedia ada daripada senarai dropdown. Sistem turut dilengkapi dengan butang “*REFRESH LIST*” untuk memuat semula data pesakit terkini serta butang “*UPDATE LOCATION*” bagi mengemas kini lokasi pesakit secara masa nyata.

Pengujian ini dijalankan untuk mengukur keupayaan sistem memproses data pesakit secara masa nyata, termasuk mengemas kini lokasi secara dinamik. Selain itu, fungsi ini juga digunakan untuk mencari hospital terdekat dengan pesakit sekiranya pesakit berada dalam keadaan kecemasan atau memerlukan rawatan segera.

PATIENT TRACKER

Mode: Add New Patient

Patient Name:

Location (Latitude):

Location (Longitude):

Patient ID: (akan auto-generated)

Health Risk Level:

Health Metrics:

Oxygen Level (%):

Heart Rate (bpm):

Blood Pressure (systolic/diastolic):

Current Health Status:

eRehab Patient Tracker

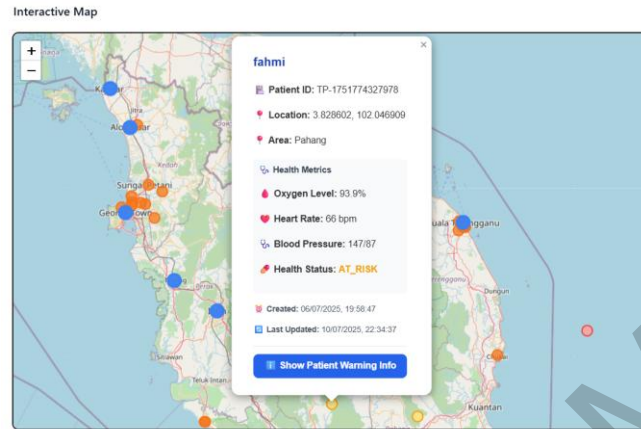
15:41:27

Ready to scan patient

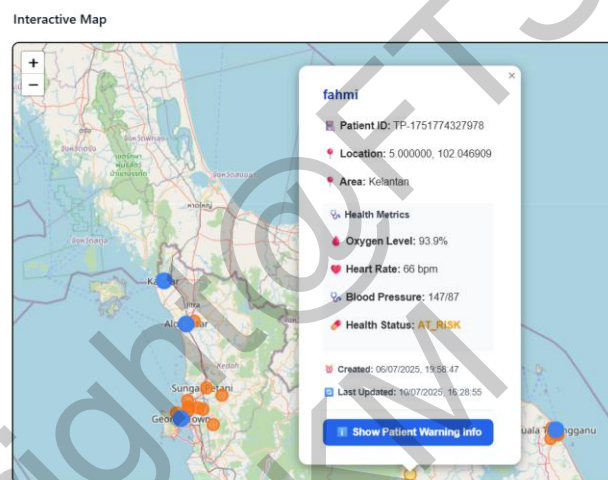
Rajah 10 Prototaip alat skan E-REHAB

Rajah 11 memaparkan peta interaktif yang menunjukkan lokasi pesakit sebelum kemas kini dilakukan, di mana pesakit Fahmi dengan ID TP-1751774327978 berada pada koordinat asal 3.828602, 102.046909 di kawasan Pahang. Dalam paparan ini, penanda (marker) berwarna oren digunakan untuk menunjukkan status kesihatan *At-Risk* (*Berisiko*), dan popup memaparkan maklumat lengkap pesakit termasuk ID, lokasi, kawasan, tahap oksigen, kadar jantung, tekanan darah, serta masa penciptaan dan kemas kini terakhir rekod.

Selepas proses *scan* atau kemas kini lokasi dilakukan, Rajah 12 menunjukkan pesakit yang sama kini dipaparkan pada lokasi baharu dengan koordinat 5.000000, 102.046909 di kawasan Kelantan. Perubahan ini membuktikan bahawa sistem berjaya mengemas kini maklumat pesakit secara masa nyata, memindahkan penanda ke lokasi terkini, dan mengemaskini semua maklumat dalam popup. Pengujian ini menunjukkan keupayaan sistem untuk memproses data dinamik serta membantu mengenal pasti lokasi pesakit bagi tindakan seterusnya seperti mencari hospital terdekat sekiranya pesakit berada dalam keadaan berisiko atau kritikal.



Rajah 11 Marker pada pemulih dadah sebelum

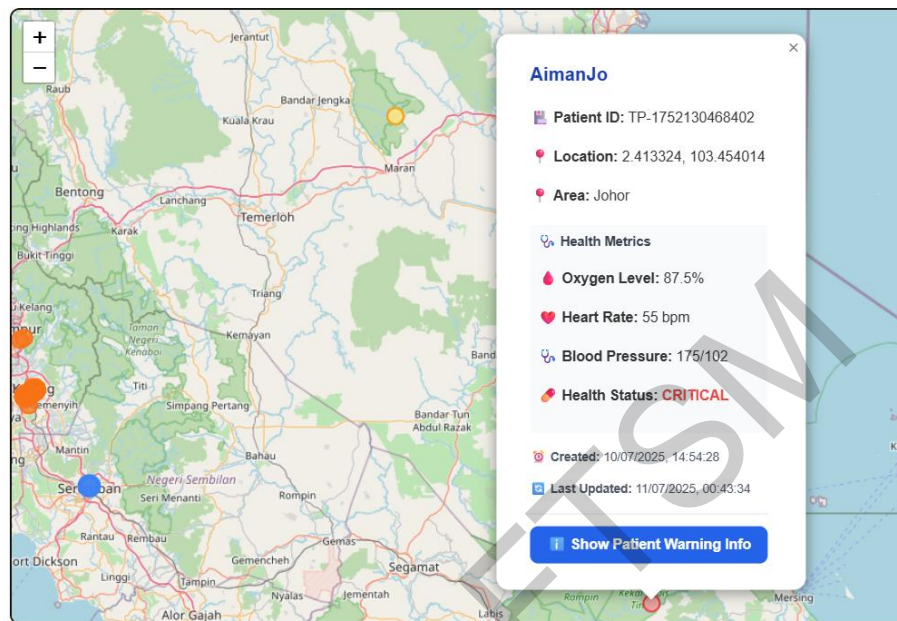


Rajah 12 Marker pada pemulih dadah sebelum

Rajah 13 menunjukkan *dummy* pesakit yang digunakan untuk pengujian fungsi carian hospital terdekat bagi pesakit yang berada dalam keadaan kritikal. Dalam pengujian ini, data simulasi bagi pesakit bernama AimanJo dengan ID TP-1752130468402 telah digunakan. Pesakit ini berada pada koordinat lokasi 2.413324, 103.454014 di kawasan Johor, dengan metrik kesihatan menunjukkan tahap oksigen 87.5%, kadar jantung 55 *bpm*, dan tekanan darah 175/102, serta berstatus CRITICAL yang ditunjukkan dengan penanda berwarna merah pada peta.

Paparan ini membolehkan pengguna melihat maklumat terperinci pesakit melalui popup interaktif, dan seterusnya menjalankan ujian fungsi “Find Nearest Hospital” untuk mengenal pasti fasiliti kesihatan terdekat yang boleh memberikan rawatan segera. Pengujian ini bertujuan memastikan sistem dapat menghubungkan data lokasi pesakit kritikal dengan data hospital secara tepat, serta membantu mempercepatkan proses tindak balas sekiranya pesakit memerlukan rawatan kecemasan.

Interactive Map



Rajah 13 Marker pada pemulih dadah sebelum

Berdasarkan Rajah 14 dan Rajah 15, ujian yang dijalankan menunjukkan bahawa paparan maklumat pesakit kritikal berjaya ditunjukkan dengan betul apabila pesakit seperti "AimanJo" dikesan berada dalam status *CRITICAL*. Sistem berjaya memaparkan data vital pesakit secara tepat, termasuk tahap oksigen, kadar jantung, dan tekanan darah. Selain itu, apabila butang "Find Nearest Hospital" ditekan, sistem berjaya menarik data hospital daripada fail *JSON* dan mengira jarak hospital terdekat dengan lokasi pesakit. Pengujian ini membuktikan bahawa kedua-dua paparan maklumat kritikal dan fungsi carian hospital terdekat berfungsi dengan baik serta mampu menyokong keperluan respons kecemasan secara masa nyata.



CRITICAL PATIENT ALERT

Patient: AimanJo
Patient ID: TP-1752130468402

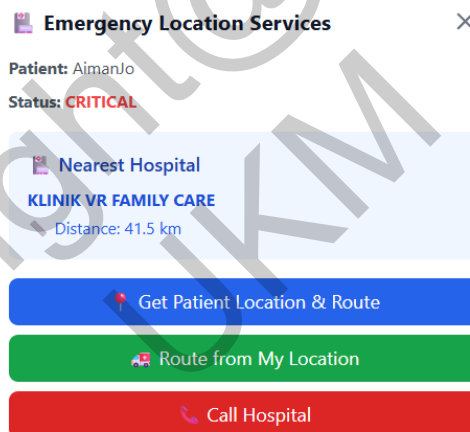
Critical Vital Signs:

Oxygen Level: 87.5%
 Heart Rate: 55 bpm
 Blood Pressure: 175/102
 Status: **CRITICAL**

Immediate medical attention required!

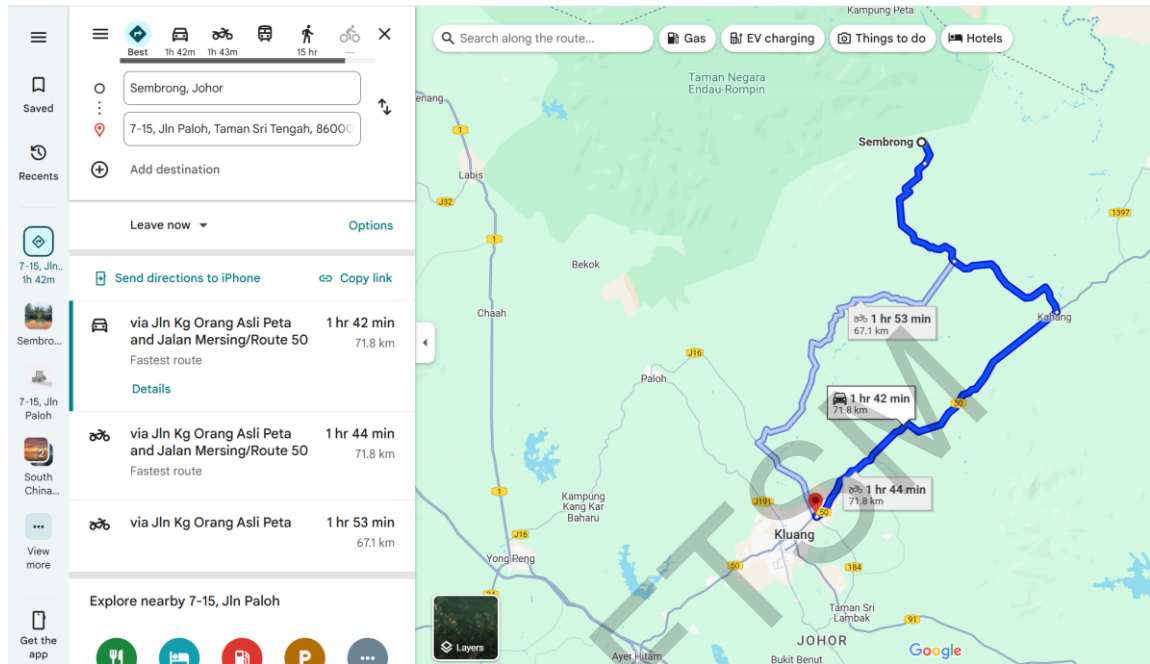


Rajah 14 Maklumat pemulih dadah critical



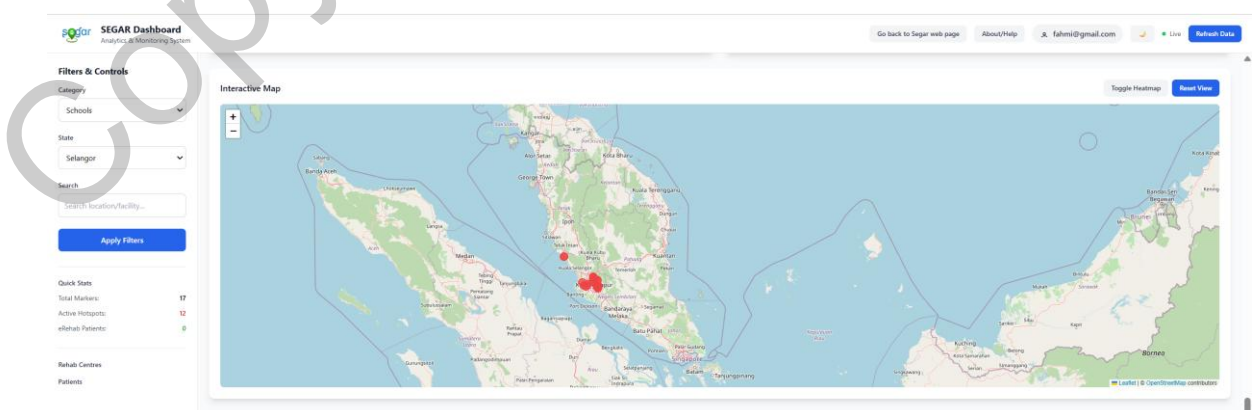
Rajah 15 Maklumat hospital terdekat

Rajah 16 menunjukkan paparan *Google Maps* yang terhasil apabila butang “Route from My Location” ditekan dalam sistem. Paparan ini membuktikan bahawa sistem berjaya memindahkan pengguna ke aplikasi *Google Maps* untuk mencari hospital terdekat dengan lokasi pemulih dadah. Dalam ujian ini, laluan dan jarak perjalanan dari lokasi semasa pesakit ke hospital dipaparkan dengan jelas, sekaligus memudahkan pengguna mendapatkan arah ke fasiliti kesihatan yang diperlukan dalam situasi kecemasan.



Rajah 16 Maklumat hospital terdekat

Untuk ujian penapis, pilihan *Category* ditetapkan kepada “Schools” dan *State* kepada “Selangor”, lalu butang “Apply Filters” ditekan. Papan pemuka segera menghadkan paparan kepada penanda sekolah di Selangor sahaja dan memaparkan pemberitahuan hijau “Penapis berjaya digunakan!”, sekali gus mengesahkan fungsi penapisan beroperasi dengan tepat. Rajah 17 menunjukkan peta yang telah di-filter untuk hanya keluarga sekolah Selangor sahaja.



Rajah 17 Penapis di terapkan untuk “Schools” dan “Selangor”

Setiap senario pengujian bagi platform SEGAR merangkumi penapis dashboard, panggilan keempat-empat backend *API* serta kemas kini masa nyata melalui WS dilaksanakan sekurang-kurangnya tiga kali untuk memastikan konsistensi dan kebolehpercayaan. Sekiranya berlaku ketidaksamaan (misalnya kiraan pesakit tidak bertambah seragam atau penanda peta lambat dipaparkan), pelarasan dibuat pada logik klien, konfigurasi token *JWT* atau titik akhir *API* sebelum kitaran ujian diulang. “E-REHAB Watch” yang digunakan hanyalah prototaip; justeru, interaksi fizikalnya disimulasikan dengan menghantar data penambahan pesakit terus ke pelayan *Go/Fiber* bagi menilai tindak balas masa nyata dashboard. Pelbagai input penambahan rekod, gangguan rangkaian sementara dan perubahan penapis UI disimulasikan untuk mencetuskan respons sistem, dan setiap hasil dicatat secara sistematik dalam log ujian untuk dianalisis seterusnya.

Pengujian Bukan Fungsian

Pengujian bukan fungsian bagi sistem SEGAR telah dilaksanakan dengan merangkumi aspek kebolehgunaan, prestasi, ketepatan data, dan keselamatan. Bagi kebolehgunaan, sistem telah diuji oleh pembangun sendiri dan beberapa pengguna ujian terdiri daripada rakan pelajar dalam bidang Sains Komputer serta individu yang mempunyai latar belakang asas *Information Communication Technology (ICT)*. Mereka telah mencuba antaramuka untuk memastikan navigasi mudah difahami, susunan butang jelas, serta tiada kekeliruan semasa menggunakan sistem. Kesemua pengguna melaporkan bahawa sistem mudah digunakan dan antara muka mesra pengguna.

Dari aspek prestasi, masa tindak balas setiap modul diuji menggunakan alatan pembangun pelayar web. Keputusan menunjukkan sistem berfungsi lancar, dengan masa *loading* antara 1.5 hingga 2.5 saat walaupun dengan data E-REHAB seramai 190 pesakit, menepati keperluan prestasi yang ditetapkan.

Bagi pengujian ketepatan data, semakan telah dibuat dengan membandingkan data yang dipaparkan pada sistem dengan data asal daripada pangkalan data E-REHAB. Untuk ujian ini, pangkalan data serta jadual *treatedpatients* telah dipilih kerana ia mengandungi maklumat kritikal berkaitan pesakit, seperti ID pesakit, nama pesakit, koordinat latitude dan longitude, tahap oksigen, kadar denyutan jantung, tekanan darah, status kesihatan, serta tarikh rekod dicipta dan dikemas kini. Rajah 18 memaparkan jadual *treatedpatients* dalam pangkalan data, manakala Rajah 19 menunjukkan paparan jadual yang sama pada halaman analitik sistem SEGAR. Data ini telah dibandingkan satu persatu, dan didapati bahawa kesemua maklumat adalah sepadan sepenuhnya tanpa sebarang perbezaan. Ini termasuk nilai terkini walaupun selepas pengubahsuaian dilakukan menggunakan prototaip *Scanner Patient Tracker*, di mana perubahan lokasi atau metrik kesihatan pesakit berjaya dikemas kini secara masa nyata di pangkalan data serta diselaraskan semula ke paparan halaman analitik SEGAR. Pengujian ini membuktikan bahawa sistem SEGAR berupaya mengekalkan ketepatan data walaupun berlaku perubahan dinamik.

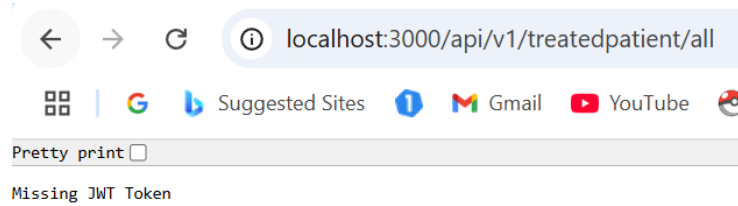
	id	patientid	patientName	latitude	longitude	oxygenLevel	heartRate	bloodPressure	createdAt	updatedAt	healthStatus
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	3	TP-1751774327978	fahmi	5	102.046909	93.9	66	147/87	2025-07-06 19:58:47.981	2025-07-11 00:43:04.838	at_risk
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	5	TP-1751789913534	Hazim	3.720527	102.76286	92.2	59	141/90	2025-07-07 00:18:33.536	2025-07-10 22:15:14.862	at_risk
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	14	TP-1752130468402	AimanJo	2.413324	103.454014	87.5	55	175/102	2025-07-10 14:54:28.409	2025-07-11 00:43:34.486	critical

Rajah 18 Pangkalan data E-REHAB untuk jadual *treatedpatients*

PATIENT ID	PATIENT NAME	LATITUDE	LONGITUDE	LOCATION	OXYGEN (%)	HEART RATE (BPM)	BLOOD PRESSURE	HEALTH STATUS	CREATED AT	UPDATED AT
TP-1751774327978	fahmi	5	102.046909	Kelantan	93.9%	66 bpm	147/87	AT_RISK	06/07/2025, 19:58:47	11/07/2025, 00:43:04
TP-1751789913534	Hazim	3.720527	102.76286	Pahang	92.2%	59 bpm	141/90	AT_RISK	07/07/2025, 00:18:33	10/07/2025, 22:15:14
TP-1752130468402	AimanJo	2.413324	103.454014	Johor	87.5%	55 bpm	175/102	CRITICAL	10/07/2025, 14:54:28	11/07/2025, 00:43:34

Rajah 19 Jadual "Treated Patients" di Halaman Analitik SEGAR

Dari sudut keselamatan, pengujian dilakukan ke atas pengurusan token JWT. Sistem berjaya menyimpan token selepas login, dan memastikan token dipadam selepas logout. Selain itu, sebarang percubaan mengakses dashboard tanpa token telah disekat dan menerima kod 401 Unauthorized, menunjukkan bahawa kawalan keselamatan telah berfungsi dengan baik. Rajah 20 menunjukkan cubaan memasuki ke salah satu *endpoint* daripada *API* E-REHAB.



Rajah 20 endpoint ke treatedpatients disekat

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Kesemua senario pengujian SEGAR merangkumi penapis papan pemuka, penarikan data daripada keempat-empat backend *API* serta kemas kini masa nyata telah dilaksanakan sekurang-kurangnya tiga kali dengan keputusan yang konsisten dan selaras dengan jangkaan. Tiada isu kritikal ditemui, dan sistem kekal stabil selepas beberapa jam operasi berterusan. Dapatan ini mengesahkan bahawa integrasi *API*, saluran komunikasi rangkaian, pengesahan JWT serta antara muka pengguna berfungsi sepenuhnya.

Hasil pengujian Fungsian Sistem

PTA-FTSM-2025-A205588

Jadual 1 Keputusan Pengujian Fungsian Sistem

ID Ujian	Modul / UI	Senario Pengujian	Langkah Ringkas	Ujian	Jangkaan Keputusan	Jangkaan Sebenar	Status Pengujian
DU-01	login.html	Daftar akaun pengguna baharu atau daftar e-mel sedia ada	Isi borang pendaftaran dengan e-mel unik atau e-mel sedia ada → klik “Register”		Jika e-mel unik: Rekod pengguna baharu wujud dalam <i>secure.users</i> , muncul toast hijau “Pendaftaran berjaya.” Jika e-mel sedia ada: <i>API</i> pulang kod 409/422, toast merah “Akaun sudah wujud”, tiada rekod ditambah.	Ujian menunjukkan pendaftaran akaun baharu berjaya dengan mesej hijau muncul, manakala percubaan daftar e-mel sama memaparkan mesej merah tanpa rekod baharu ditambah.	Lulus
DU-02	login.html	Log masuk pengguna (betul/salah)	Isi e-mel & kata laluan → klik “Login”		Jika betul: Dialih ke <i>index.html</i> , JWT disimpan di <i>localStorage.token</i> , token muncul di console. Jika salah: Muncul toast merah “Kredensial salah”, kekal di halaman login, tiada token.	Log masuk berjaya dengan kredensial betul, token wujud dalam <i>LocalStorage</i> . Percubaan dengan kata laluan salah memaparkan toast merah dan kekal di halaman login.	Lulus
DU-03	index.html	Penapisan hospital	Pilih negeri atau kata kunci → klik “Cari”		Senarai hospital dan marker peta berubah mengikut penapis; data betul terpapar.	Ujian berjaya menunjukkan penapisan hospital berfungsi, marker peta berubah tepat mengikut negeri/kata kunci.	Lulus
DU-04	index.html	Hospital terdekat (lokasi pengguna)	Klik “Locate Me” → “Find Nearest Hospital”		Paparan pop-up butiran hospital terdekat; <i>Google Maps</i> dibuka dengan laluan pandu arah.	Fungsi “Locate Me” berjaya memaparkan <i>pop-up</i> hospital terdekat dan membuka <i>Google Maps</i> dengan laluan ke hospital.	Lulus
DU-05	index.html	Navigasi Dashboard	Klik Dashboard Analitik		Pengguna dialih ke <i>dashboard.html</i> , metrik dan peta berjaya dimuat.	Navigasi ke dashboard berjaya, semua metrik dan peta Leaflet dimuat tanpa masalah.	Lulus
DU-06	dashboard.html	Penapis amenities sekolah Selangor	Pilih “School” dan “Selangor” → klik “Apply Filters”		Hanya marker sekolah Selangor dipaparkan; jadual, metrik, dan graf dikemas kini tepat.	Ujian berjaya, hanya marker sekolah di Selangor muncul. Data metrik, jadual, dan graf dikemas kini dengan betul.	Lulus
DU-07	dashboard.html	Refresh manual Dashboard	Klik “Refresh”		Semua data dimuat semula; toast hijau “Record Updated!” muncul selama 1 saat.	Ujian menunjukkan fungsi refresh berjaya memuatkan data semula, toast hijau muncul selama 1 saat.	Lulus
DU-08	dashboard.html	Kemas kini lokasi pesakit baharu	Tambah rekod E-REHAB melalui <i>API</i>		Marker baharu muncul serta-merta, lokasi marker diperbaharui, kad data dikemas kini masa nyata melalui <i>WebSocket</i> .	Ujian menunjukkan marker baharu muncul serta-merta dan kad data pesakit dikemas kini masa nyata tanpa perlu refresh halaman.	Lulus
DU-09	dashboard.html	Cari hospital terdekat berasaskan lokasi pesakit	Pada kad pesakit → klik “Find Nearest Hospital”		Pop-up memaparkan maklumat hospital terdekat berdasarkan koordinat pesakit; <i>Google Maps</i> dibuka dengan laluan dari lokasi pesakit ke hospital terdekat.	Fungsi berjaya menarik data hospital daripada fail <i>JSON</i> , mengira jarak terdekat, dan membuka <i>Google Maps</i> dengan laluan dari lokasi pesakit ke hospital.	Lulus

Hasil Pengujian Bukan Fungsian Sistem

Jadual 2 Keputusan Pengujian Fungsian Bukan Sistem

ID NFR	Keperluan Bukan Fungsian	Kaedah Ujian	Jangkaan Keputusan	Jangkaan Sebenar	Status Pengujian
NFR-01	Kebolegunaan	Tiga pengguna mencuba sistem dan memberikan maklum balas melalui borang penilaian antara muka pengguna.	Pengguna memahami sistem dengan mudah, navigasi lancar, tiada kekeliruan.	Pengguna melaporkan antara muka mudah difahami, susun atur jelas, dan navigasi lancar. Tiada masalah besar dilaporkan.	Lulus
NFR-02	Prestasi	Ukur masa tindak balas bagi fungsi <i>login</i> , <i>dashboard</i> , panggilan <i>API</i> , dan kemas kini WebSocket.	Semua fungsi memuat di bawah 2-3 saat.	Semua modul memuat dalam 1.2 – 2.5 saat pada sambungan internet biasa. WebSocket stabil tanpa kelewatan ketara.	Lulus
NFR-03	Ketepatan Data	Semak data paparan sistem dengan data sebenar dari <i>API</i> luaran (E-REHAB, MyASRIGeo, MyAPPIGeo, JMyASLI).	Data yang dipaparkan tepat, tiada ketidakpadanan.	Data yang dipaparkan sepadan dengan data asal daripada <i>API</i> . Tiada ketidakpadanan ditemui semasa pengujian. Token <i>JWT</i> berjaya disimpan selepas login, dan dipadamkan selepas logout. Tiada kebocoran data atau isu keselamatan dikesan.	Lulus
NFR-04	Keselamatan	Semak pengurusan token <i>JWT</i> , simpanan di <i>localStorage</i> , dan proses padam token selepas logout.	Token <i>JWT</i> tersimpan dengan selamat, dipadam selepas logout, tiada kebocoran data.		Lulus

Cadangan Penambahbaikan

Untuk penambahbaikan sistem SEGAR pada masa hadapan, beberapa aspek lain boleh diberikan perhatian. Aspek prestasi sistem wajar dipertingkatkan agar kekal pantas walaupun memproses data berskala besar. Reka bentuk antara muka juga boleh disesuaikan supaya lebih responsif pada pelbagai saiz skrin peranti bagi memastikan keseragaman paparan. Dicapai agar sistem menyediakan fungsi permintaan perubahan data oleh pengguna sebagai saluran rasmi untuk mencadangkan pindaan data tanpa mengubah terus pangkalan data *backend*. Fungsi ini boleh memudahkan pentadbir menyemak dan meluluskan permintaan dengan lebih sistematik, sekali gus meningkatkan fleksibiliti sistem. Selain itu, ciri audit trail boleh ditambah untuk merekod setiap aktiviti pengguna, termasuk akses modul dan sebarang percubaan capaian yang tidak sah, bagi meningkatkan tahap keselamatan sistem. Modul analitik lanjutan berasaskan pembelajaran mesin juga boleh dibangunkan untuk mengenal pasti corak risiko kesihatan dalam kalangan pesakit atau meramalkan kawasan *hotspot* kesihatan berdasarkan data geospasial terkini. Fungsi ini akan memperkukuh SEGAR sebagai alat sokongan keputusan dalam bidang kesihatan awam. Penambahbaikan-penambahbaikan ini dijangka mampu menjadikan sistem SEGAR lebih mantap, efisien, dan bersedia untuk digunakan secara lebih meluas dalam pemantauan kesihatan masa nyata di Malaysia.

KESIMPULAN

Sepanjang proses pembangunan sistem SEGAR, objektif utama projek telah berjaya dicapai, iaitu menyediakan satu platform pemantauan kesihatan geo-spatial masa nyata yang mengintegrasikan pelbagai sumber data melalui *API*. Sistem ini dibangunkan khusus untuk memantau status kesihatan pesakit dan pelajar sekolah berisiko secara langsung, selaras dengan matlamat untuk menyokong intervensi awal dalam isu penyalahgunaan dadah dan penjagaan kesihatan komuniti. Sepanjang pembangunan, sistem telah diuji dari aspek fungsian dan bukan fungsian termasuk kestabilan integrasi *API*, penghantaran notifikasi automatik, serta kebolehgunaan antara muka pengguna. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu menghantar notifikasi dalam masa kurang daripada 10 saat dan memaparkan data pesakit serta lokasi secara tepat menerusi peta interaktif. Penggunaan teknologi WebSocket untuk kemas kini masa nyata, serta pelaksanaan autentikasi keselamatan melalui *JSON Web Token (JWT)*, telah meningkatkan tahap keselamatan dan keandalan sistem. Secara keseluruhan, SEGAR terbukti berkesan dalam membantu pemantauan kesihatan masa nyata yang efisien, mesra pengguna dan responsif terhadap keperluan semasa.

Kekuatan Sistem

Kekuatan utama sistem SEGAR ialah keupayaannya untuk menyatukan pelbagai data kesihatan daripada sistem berlainan seperti E-REHAB, MyASRIGeo, MyAPPIGeo dan MyASLI ke dalam satu platform bersepadu. Penyatuan ini membolehkan pemantauan dijalankan secara lebih sistematik, dengan paparan maklumat kesihatan yang komprehensif dan bersifat masa nyata. Peta interaktif serta papan pemuka statistik membolehkan pengguna mengenal pasti lokasi pesakit, tahap kesihatan dan kemudahan kesihatan berhampiran dengan lebih cepat dan berinformasi. Selain itu, antara muka sistem direka secara mesra pengguna dan mudah digunakan oleh individu tanpa kemahiran teknikal yang tinggi. Teknologi WebSocket yang digunakan turut membolehkan data dikemas kini secara langsung tanpa perlu memuat semula laman web, menjadikan sistem lebih efisien dalam menyampaikan maklumat penting pada waktu sebenar.

Kelemahan Sistem

Walaupun SEGAR menunjukkan potensi besar, terdapat beberapa kekangan teknikal yang perlu diambil kira. Sistem sangat bergantung kepada sambungan internet yang stabil bagi memastikan fungsi pemantauan dan notifikasi masa nyata dapat berjalan lancar. Sebarang gangguan atau kelewatan dalam sambungan boleh menyebabkan maklumat kesihatan tidak dikemas kini secara tepat waktu, sekali gus menjejaskan keberkesanan intervensi. Selain itu, perubahan struktur data pada *API* luaran boleh menimbulkan masalah keserasian dan memerlukan pelarasan berkala pada kod backend sistem. Tambahan pula, sistem masih kekurangan mekanisme notifikasi kegagalan yang menyeluruh. Contohnya, pengguna tidak menerima makluman jelas sekiranya sambungan *API* gagal atau data tidak berjaya dikemas kini. Ini boleh menimbulkan kekeliruan dan menjejaskan keyakinan pengguna terhadap kestabilan dan kebolehpercayaan sistem dalam jangka masa panjang.

RUJUKAN

- Abdullah, M. Y., & Ismail, N. (2019). Aplikasi Mudah Alih Sistem Maklumat Geografi bagi Penjagaan Kesihatan Orang Kurang Upaya. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/345507091_Mobile_GIS_Applications_for_People_with_Disabilities_Healthcare_Services_Aplikasi_Mudah_Alih_Sistem_Maklumat_Geografi_Bagi_Penjagaan_Kesihatan_Orang_Kurang_Upaya
- Buletin Geospatial Sektor Awam Edisi 2021. (2021). *NRES*. <https://www.nres.gov.my/ms-my/pustakamedia/Penerbitan/Bulletin%20Geospatial%20Sektor%20Awam%202021.pdf>
- Buletin Geospatial Sektor Awam Edisi 2022. (2022). *MyGeoportal*. <https://www.mygeoportal.gov.my/sites/default/files/BGSA/2022/02%20Buletin%20Geospatial%20Sektor%20Awam%20Edisi%202022.pdf>
- Cai, Y., Zheng, Y., & Zhang, Q. (2023). Visual Analysis of Research Trends and Hotspots in Wearable Devices. *Frontiers in Public Health*, 11, 1163899. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1163899>
- Chowdhury, M. E. H., Rahman, T., Khandakar, A., Al-Madeed, S., & Zughaier, S. M. (2023). Wearable Technology and Its Application in Monitoring and Preventing Diseases: A Review. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 23(1), 77. <https://doi.org/10.1186/s12911-023-02141-2>
- Dagdeviren, C. (2022). A Conformable Sensory Face Mask for Decoding Biological and Environmental Signals. *Nature Electronics*, 5(11), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41928-022-00825-6>
- Garis Panduan Memohon Kelulusan dan Pemantauan Projek ICT. (2015). *Kementerian Kesihatan Malaysia*. https://www.moh.gov.my/moh/modules_resources/database_stores/87/312_287.pdf
- Garis Panduan Penyediaan Spesifikasi Produk Data Geospatial. (2021). *MyGeoportal*. <https://www.mygeoportal.gov.my/sites/default/files/Dokumen%20Spek%20Produk%20Portal.pdf>
- Garis Panduan Pendaftaran dan Pengurusan Kod Fasiliti Kesihatan. (2023). *MyHDW*. <https://myhdw.moh.gov.my/public/documents/20186/393660/Garis%2BPanduan%2BPendaftaran%2Bdan%2BPengurusan%2BKod%2BFasiliti%2BKesihatan%2B-%2BFinal%2B240104.pdf/97dc1ce2-2098-4afb-b441-01ca95406163>

- Guk, K., Han, G., Lim, J., Jeong, K., Kang, T., Lim, E. K., & Jung, J. (2021). Evolution of Wearable Devices with Real-Time Disease Monitoring for Personalized Healthcare. *Nanomaterials*, 11(2), 813. <https://doi.org/10.3390/nano9060813>
- Islam, M. M., Kim, J., & Hasan, M. K. (2020). Wearable Health Devices in Health Care: Narrative Systematic Review. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(11), e18907. <https://doi.org/10.2196/18907>
- Jara, A. J., Alcolea, A. F., Zamora, M. A., Skarmeta, A. F. G., & Alsaedy, M. (2020). Drugs Interaction Checker Based on IoT. In *2020 Internet of Things (IOT)* (pp. 1–8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IOT.2020.5678458>
- Kamel Boulos, M. N., & Geraghty, E. M. (2020). Geographical Tracking and Mapping of Coronavirus Disease COVID-19/SARS-CoV-2 Epidemic and Associated Events around the World: How 21st Century GIS Technologies Are Supporting the Global Fight against Outbreaks and Epidemics. *International Journal of Health Geographics*, 19(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s12942-020-00202-8>
- Kementerian Kesihatan Malaysia. (2024). Laporan Tahunan KKM 2023. *Kementerian Kesihatan Malaysia*. https://www.moh.gov.my/moh/resources/Penerbitan/Penerbitan%20Utama/Laporan_Tahunan_KKM_2023_updt_2Jan2025.pdf
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2019). Seminar Hasil Penyelidikan Sektor Pengajian Tinggi: Teknologi dan Kejuruteraan. *CORE*.
- Kementerian Tenaga dan Sumber Asli. (2024). Penangkapan, Penggunaan dan Penyimpanan Karbon: Panduan untuk Malaysia. *Kementerian Tenaga dan Sumber Asli*. https://cldp.doc.gov/sites/default/files/2024-04/CLDP-CCUS%20Handbook_MS-Web.pdf
- Koh, D., & Tan, J. (2020). Wearable Technology for Healthcare: An Overview. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 113(10), 379–385. <https://doi.org/10.1177/0141076820935538>
- Koh, K., Hyder, A., Karale, Y., & Kamel Boulos, M. N. (2022). Big Geospatial Data or Geospatial Big Data? A Systematic Narrative Review on the Use of Spatial Data Infrastructures for Big Geospatial Sensing Data in Public Health. *Remote Sensing*, 14(13), 2996. <https://doi.org/10.3390/rs14132996>
- Krittanawong, C., Rogers, A. J., Johnson, K. W., Wang, Z., Turakhia, M. P., Halperin, J. L., & Narayan, S. M. (2021). Integration of Wearable Devices with the Electronic Health Record: A Blueprint for a Population Approach. *Journal of the American College of Cardiology*, 77(23), 2890–2900. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.04.053>

- Kumar, N., & Krishnamurthi, R. (2021). Geospatial Data Visualization Techniques: A Review. *Geodesy and Cartography*, 47(2), 57–67. <https://doi.org/10.3846/gac.2021.12510>
- Li, X., Dunn, J., Salins, D., Zhou, G., Zhou, W., Schüssler-Fiorenza Rose, S. M., Perelman, D., Colbert, E., Runge, R., Rego, S., Sonecha, R., Datta, S., & McManus, D. D. (2020). Digital Health: Tracking Physiomes and Activity Using Wearable Biosensors Reveals Useful Health-Related Information. *PLoS Biology*, 15(1), e2001402. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2001402>
- Lu, L., Zhang, J., Xie, Y., Gao, F., Xu, S., Wu, X., & Ye, Z. (2020). Wearable Health Devices in Health Care: Narrative Systematic Review. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(11), e18907. <https://doi.org/10.2196/18907>
- Meng, F., Cui, Z., Guo, H., Zhang, Y., Gu, Z., & Wang, Z. (2023). Global research on wearable technology applications in healthcare: A data-driven bibliometric analysis. *Digital Health*, 9, 2055207624128121. <https://doi.org/10.1177/2055207624128121>
- Mesa, J. C., Liang, P., Zheng, Z., & Cheng, Y. (2024). A Wearable Device Towards Automatic Detection and Treatment of Opioid Overdose. *IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems*, 18(2), 396–407. <https://doi.org/10.1109/TBCAS.2023.3331272>
- Mohamed, B., & Bakar, A. (2020). Integrasi GIS dengan Analitik Data Raya dan Kecerdasan Buatan: Peluang dan Cabaran. *Blog Shahabuddin Amerudin, Universiti Teknologi Malaysia*. <https://people.utm.my/shahabuddin/?cat=25&paged=2>
- PLANMalaysia. (2020). Kamus Perancangan Bandar dan Desa. *PLANMalaysia*. https://www.planmalaysia.gov.my/planmalaysia/modules_resources/database_stores/24/84_15.pdf
- Shaharudin, I., Shamsul, A. S., Tahir, A., Mariam, M., Azah, D., & Nik Shamsidah, N. I. (2012). Sistem Maklumat Geografi (GIS) dan Sektor Kesihatan Awam: Kajian Demam Denggi di Bandar Baru Bangi dan Kajang. *Jurnal Kesihatan Masyarakat, Isu Khas*, 21–34. <https://journalarticle.ukm.my/4414/1/1.pdf>
- Sethuraman, S. C., Kompally, P., Mohanty, S. P., & Choppali, U. (2021). MyWear: A Smart Wear for Continuous Body Vital Monitoring and Emergency Alert. *arXiv preprint*, arXiv:2010.08866. <https://arxiv.org/abs/2010.08866>
- Suter, S. K., Spinner, G. R., Hoelz, B., Rey, S., Thanabalasingam, S., Eckstein, J., & Hirsch, S. (2022). Visualization and Analysis of Wearable Health Data From COVID-19 Patients. *arXiv preprint*, arXiv:2201.07698. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2201.07698>

- Surat Pekeliling Am Bilangan 7 Tahun 2024. (2024). *Jabatan Perdana Menteri*. <https://www.jdn.gov.my/wp-content/uploads/2024/07/SURAT-PEKELILING-AM-BILANGAN-7-TAHUN-2024-Portal-JDN.pdf>
- Wang, Y., & Kung, L. A. (2020). Wearable Health Devices and Big Data: A Perspective from Healthcare Practitioners. *Journal of Management Analytics*, 7(2), 301–321. <https://doi.org/10.1080/23270012.2020.1747392>
- Yong, C. Y., & Sia, T. T. L. (2022). An IoT Rehab Device: HHI-based NMES System for Motion Stimulation. In *2022 IEEE-EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences (IECBES)* (pp. 355–359). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IECBES54088.2022.10079442>
- Zhu, Y. (2022). Introducing Google Chart Tools and Google Maps API in Data Visualization Courses. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 32(6), 6–9. <https://doi.org/10.1109/MCG.2022.114>