

LAMAN WEB INTERAKTIF PENGURANGAN KESAN PLASTIK TERHADAP ALAM SEKITAR MELALUI 5R (ECOSPHERE5R)

NUR NAJWA BALQIS BINTI AZMAN

SAIDAH BINTI SAAD

*Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor
Darul Ehsan, Malaysia*

ABSTRAK

Projek tahun akhir ini membangunkan sebuah sistem berasaskan web yang dinamakan EcoSphere5R, bertujuan untuk meningkatkan kesedaran dan pendidikan awam terhadap isu pencemaran plastik serta menggalakkan amalan kelestarian melalui pendekatan 5R iaitu Tolak, Kurang, Guna Semula, Kitar Semula dan Pulih. EcoSphere5R direka dengan elemen interaktif seperti permainan, modul pendidikan digital, dan chatbot AI untuk menyampaikan mesej dengan cara yang menarik dan mudah difahami oleh pengguna dari pelbagai peringkat umur. Sistem ini menyasarkan dua jenis pengguna utama: admin dan pengguna. Pengguna berdaftar mendapat akses penuh kepada permainan interaktif, manakala pengguna yang tidak mendaftar akaun masih boleh mengakses antara muka yang lain di dalam sistem. Admin pula diberikan antara muka khas untuk mengurus kandungan sistem termasuk hebahan aktiviti, maklum balas pengguna, dan maklumat organisasi. Proses pembangunan sistem mengikuti metodologi Agile yang membolehkan pembangunan secara iteratif dan fleksibel. Teknologi utama yang digunakan ialah HTML, CSS, JavaScript, PHP, dan MySQL. Penilaian terhadap sistem ini menunjukkan peningkatan pemahaman pengguna terhadap isu plastik dan pendekatan 5R selepas berinteraksi dengan sistem. Kesimpulannya, EcoSphere5R bukan sahaja menyampaikan maklumat, tetapi turut menyediakan platform interaktif yang mendidik dan menggalakkan perubahan tingkah laku pengguna ke arah gaya hidup yang lebih lestari.

ABSTRACT

This final year project develops a web-based system called EcoSphere5R, aimed at increasing public awareness and education on plastic pollution issues while promoting sustainable practices through the 5R approach: Refuse, Reduce, Reuse, Recycle, and Recover. EcoSphere5R is designed with interactive elements such as games, digital educational modules, and an AI chatbot to deliver messages in an engaging and easily understandable way for users of various age groups. The system targets two main types of users: admin and general users. Registered users gain full access to interactive games, while unregistered users can still access other interfaces within the system. Admins are provided with a dedicated interface to manage system content, including activity announcements, user feedback, and organizational information. The development process follows the Agile methodology, enabling iterative and flexible development. The core technologies used include HTML, CSS, JavaScript, PHP, and MySQL. Evaluation of the system shows improved user understanding of plastic issues and the 5R approach after interacting with the system. In conclusion, EcoSphere5R not only delivers information, but

also provides an interactive platform that educates and encourages behavioral change toward a more sustainable lifestyle.

1.0 PENGENALAN

Projek ini dibangunkan sebagai respons terhadap isu pencemaran plastik yang semakin meruncing di Malaysia dan seluruh dunia. Meskipun 18 Mac diiktiraf sebagai Hari Kitar Semula Sedunia, statistik menunjukkan Malaysia berada di kedudukan kelima tertinggi bagi pencemaran plastik ke lautan dan kesepuluh dalam salah urus sisa plastik per kapita. Peningkatan penggunaan plastik sekali guna, kekurangan kesedaran awam, serta sistem pengurusan sisa yang lemah menjadi antara penyumbang utama kepada masalah ini. Konsep 5R (Tolak, Kurang, Guna Semula, Kitar Semula, dan Pulih) yang diperkenalkan oleh Bea Johnson pada tahun 2013, masih belum diamalkan secara meluas, sebagaimana dibuktikan melalui kajian yang dijalankan di Bachok yang mendapati hanya 30% komuniti mengamalkan konsep tersebut. Seiring dengan Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) ke-12, iaitu Penggunaan dan Pengeluaran Bertanggungjawab, usaha bersepadu diperlukan untuk mendidik masyarakat mengenai pengurusan sisa plastik yang lestari.

Dalam konteks ini, Prof. Madya Dr. Muhamad Azry Bin Khoiry selaku ketua projek LPIE5R (Lowering Plastic Impact on the Environment via 5R Module) berdepan cabaran menyampaikan kesedaran kepada masyarakat, khususnya golongan muda. Walaupun inisiatif seperti Kempen Tiada Beg Plastik telah dilaksanakan, kesannya masih terbatas kerana kesedaran masyarakat belum mencapai tahap yang membolehkan perubahan tingkah laku berlaku secara menyeluruh. Justeru, projek ini mencadangkan pembangunan sebuah laman web interaktif yang menggabungkan pendidikan dan hiburan untuk meningkatkan kesedaran mengenai 5R.

Laman web ini bakal mengandungi pelbagai elemen interaktif termasuk antara muka pendidikan dengan butang penanda kemajuan, permainan interaktif berkonsepkan 5R, galeri aktiviti, modul sumber muat turun, chatbot AI serta borang maklum balas pengguna. Sasaran utamanya adalah pelajar di pelbagai peringkat pengajian dan orang awam.

Oleh itu, pendekatan pembangunan Agile dengan model Scrum dipilih untuk memastikan pembangunan dilakukan secara berfasa dan iteratif, membolehkan penambahbaikan berterusan berdasarkan maklum balas pengguna. Fasa-fasa pembangunan ini merangkumi penentuan skop, senarai tugas produk, mesyuarat sprint, reka bentuk, pelaksanaan dan ujian automasi, sehinggalah kepada retrospektif dan pengeluaran produk boleh guna.

2.0 SOROTAN SUSASTERA

Bab ini membincangkan kajian susastera berkaitan pembangunan laman web EcoSphere5R yang bertujuan meningkatkan kesedaran mengenai pencemaran plastik melalui prinsip 5R (Tolak, Kurang, Guna Semula, Kitar Semula dan Pulih). Kajian ini dilakukan dengan meneliti laman web sedia ada, mengenal pasti persamaan dan perbezaan, serta menilai kekuatan dan kelemahannya bagi membantu menghasilkan laman web yang lebih berkesan dan relevan.

Latar belakang menunjukkan isu pencemaran alam sekitar semakin kritikal, memerlukan pendekatan lestari berasaskan prinsip 5R. Teknologi interaktif seperti simulasi, permainan dan kuiz dikenali sebagai medium yang efektif untuk menyampaikan pendidikan alam sekitar dengan lebih menarik dan bermakna. Reka bentuk UX dan UI turut ditekankan agar laman web yang dibangunkan mesra pengguna, inklusif, dan sesuai untuk semua peringkat umur.

Kajian ke atas laman web plasticsmartcities.org, endplasticwaste.org, dan oceanschool.nfb.ca menunjukkan kesemua laman ini mempunyai objektif sama iaitu meningkatkan kesedaran mengenai isu plastik. Walau bagaimanapun, hasil perbandingan mendapati masih terdapat kekurangan dari segi ciri interaktif, penekanan terhadap prinsip 5R, serta penggunaan teknologi moden seperti chatbot AI.

Sebagai penyelesaian, EcoSphere5R dibangunkan dengan ciri interaktif, penggunaan bahasa tempatan, dan fokus khusus pada prinsip 5R untuk memberi kesedaran serta menggalakkan amalan lestari. Kajian ini sekaligus membantu mengenal pasti jurang yang perlu diperbaiki bagi memastikan laman web ini lebih efektif dalam menyampaikan mesej pemuliharaan alam sekitar.

3.0 METODOLOGI KAJIAN

Laman web ini dibangunkan menggunakan metodologi Agile dengan pendekatan Scrum, yang membolehkan pembangunan dilakukan secara iteratif dan berfasa. Pendekatan ini memastikan setiap komponen laman dibangunkan dan diuji dengan teliti melalui sprint yang pendek, serta memberikan ruang untuk penambahbaikan berterusan berdasarkan maklum balas daripada pengguna.



Rajah 2.1 Pembangunan Model Agile (Scrum)

Rajah 1.1 menunjukkan metodologi Model Agile (Scrum), yang membahagikan projek kepada beberapa fasa yang berulang untuk memastikan penambahbaikan berterusan. Setiap fasa dalam model Scrum memberi tumpuan kepada pelaksanaan yang efektif dan pengurusan projek secara dinamik. Berikut adalah penerangan bagi setiap fasa dalam model ini:

i. Skop:

Pada permulaan projek, skop dan objektif projek akan ditentukan. Ia melibatkan penyusunan senarai keperluan atau ciri-ciri yang perlu dimasukkan dalam produk akhir berdasarkan keperluan pengguna atau pemegang kepentingan.

ii. Senarai Tugas Produk:

Produk backlog adalah senarai keperluan dan tugas yang perlu diselesaikan sepanjang projek. Ia disusun mengikut keutamaan dan dipertimbangkan untuk setiap sprint. Backlog ini akan diperbaharui dan disesuaikan mengikut perubahan dalam keperluan semasa projek.

iii. Mesyuarat Perancangan Sprint:

Pada peringkat ini, pasukan pembangunan akan merancang aktiviti untuk sprint berikutnya. Mereka akan menentukan tugas yang akan dilaksanakan dan menetapkan matlamat yang perlu dicapai dalam tempoh sprint yang ditetapkan.

iv. Senarai Tugas Sprint:

Sprint backlog adalah subset dari product backlog yang telah dipilih untuk dilaksanakan dalam satu sprint. Ia mengandungi tugas-tugas khusus yang akan diselesaikan dalam tempoh sprint tersebut.

v. Reka Bentuk:

Fasa reka bentuk bermula apabila pasukan mula merancang penyelesaian teknikal dan membangunkan struktur produk berdasarkan keperluan yang telah ditetapkan.

vi. Pelaksanaan Sprint:

Pada fasa ini, pembangunan sebenar bermula. Pasukan bekerja untuk menyelesaikan tugas-tugas yang telah dirancang dalam sprint backlog dan memastikan kemajuan yang konsisten sepanjang sprint.

vii. Automasi Sprint:

Fasa ini melibatkan pengautomasian beberapa proses, termasuk ujian dan penyebaran, untuk meningkatkan kecekapan dan mengurangkan kesilapan manual semasa pembangunan dan pengujian.

viii. Scrum Harian:

Ini adalah mesyuarat harian yang diadakan untuk membincangkan kemajuan projek, mengatasi sebarang masalah atau halangan, dan merancang tindakan seterusnya. Ia membantu pasukan untuk berkomunikasi secara berterusan.

ix. Mesyuarat Semakan Sprint:

Pada akhir setiap sprint, pasukan akan mengadakan mesyuarat untuk menyemak hasil kerja yang telah dicapai. Ini memberi peluang untuk pemegang kepentingan memberikan maklum balas tentang kemajuan dan menilai jika sebarang penyesuaian diperlukan.

x. Restrospektif Sprint:

Dalam fasa retrospektif, pasukan akan menilai proses kerja mereka, mengenalpasti apa yang berjalan dengan baik dan apa yang boleh diperbaiki. Penemuan ini digunakan untuk meningkatkan prestasi pasukan pada sprint yang akan datang.

xi. Perisian Boleh Digunakan:

Setelah setiap sprint, produk yang telah dibangunkan haruslah mempunyai ciri yang berguna dan boleh digunakan oleh pengguna. Penambahbaikan dan pembaikan diteruskan dalam fasa sprint seterusnya untuk memastikan produk yang lengkap dan berfungsi sepenuhnya.

Fasa-fasa ini berulang secara berterusan, dengan setiap sprint membangunkan komponen produk dan meningkatkan produk akhir secara berperingkat. Ini membolehkan projek berkembang secara dinamik dan berkesan mengikut maklum balas yang diterima daripada pemegang kepentingan.

Dalam aspek reka bentuk sistem dan antara muka, pendekatan *Model-View-Controller* (MVC) telah digunakan bagi memastikan pemisahan yang jelas antara logik aplikasi, pengurusan data dan persembahan antara muka pengguna. Reka bentuk antara muka laman web dibina secara berperingkat dengan mempertimbangkan kebolehgunaan, susun atur yang responsif serta aksesibiliti kepada pengguna yang pelbagai. Setiap paparan antara muka seperti log masuk, pendaftaran, pendidikan, galeri, dan permainan interaktif telah direka agar mesra pengguna, disesuaikan dengan fungsi tertentu bagi pengguna biasa atau admin, dan boleh dicapai melalui navigasi utama. Paparan yang konsisten dan penggunaan visual yang bersih membantu memastikan pengalaman pengguna yang lebih lancar.

Pembangunan laman web EcoSphere5R dilaksanakan menggunakan pelbagai teknologi web moden. Struktur asas laman web dibina menggunakan HTML dan CSS, manakala interaktiviti dan logik dinamik dikendalikan melalui JavaScript serta penggunaan Fetch API dan jQuery. Bagi pengurusan data di bahagian pelayan (backend), bahasa PHP digunakan, termasuk pengendalian sesi pengguna dan integrasi dengan pangkalan data MySQL. Framework seperti Bootstrap dan Tailwind CSS digunakan untuk membina antara muka yang responsif dan menarik, manakala sistem pengesahan pengguna dilaksanakan menggunakan PHP Sessions. Tambahan pula, satu komponen istimewa iaitu Chatbot AI (EcoBot AI) dibangunkan melalui integrasi API OpenAI menggunakan sambungan PHP seperti cURL dan JSON untuk menerima dan memproses pertanyaan pengguna secara pintar.

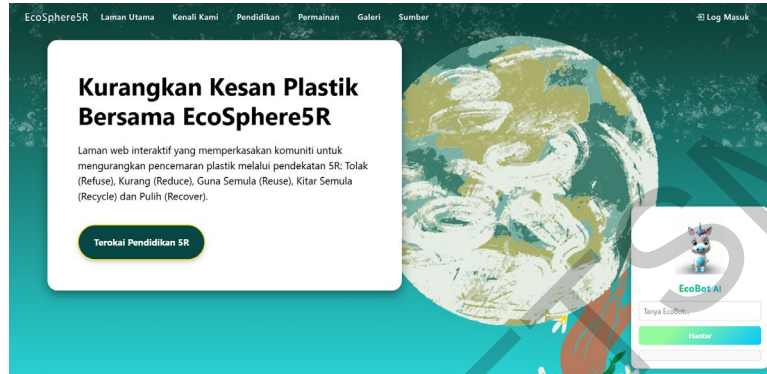
4.0 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Laman web EcoSphere5R telah berjaya dibangunkan sebagai laman web interaktif yang berfungsi untuk meningkatkan kesedaran 5R melalui pendidikan dan permainan. Ia menggunakan pendekatan Agile, teknologi moden (PHP, JS, MySQL, OpenAI API) dan diuji bersama pengguna sebenar. Hasil pengujian menunjukkan laman ini berkesan, mudah digunakan dan membantu memberi pendedahan kepada prinsip 5R.

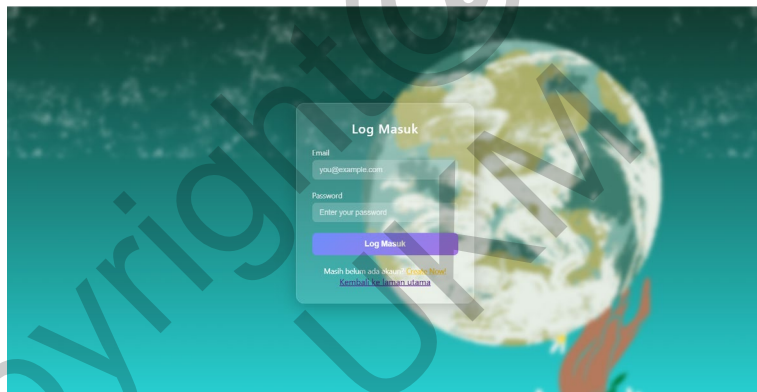
4.1 Pembangunan Laman Web

Bagi menggunakan laman web ini, pengguna akan dipaparkan dengan laman utama pengguna dengan fungsi tanpa log masuk. Pengguna biasa perlu log masuk terlebih dahulu bagi membolehkan pengguna

tersebut mendapat akses penuh ke dalam fungsi sistem pengguna biasa seperti permainan. Sekiranya pengguna tidak log masuk, pengguna masih boleh mengakses beberapa fungsi yang dibenarkan tanpa log masuk. Rajah 4.1 menunjukkan antara muka laman utama pengguna biasa dan rajah 4.2 menunjukkan antara muka log masuk.

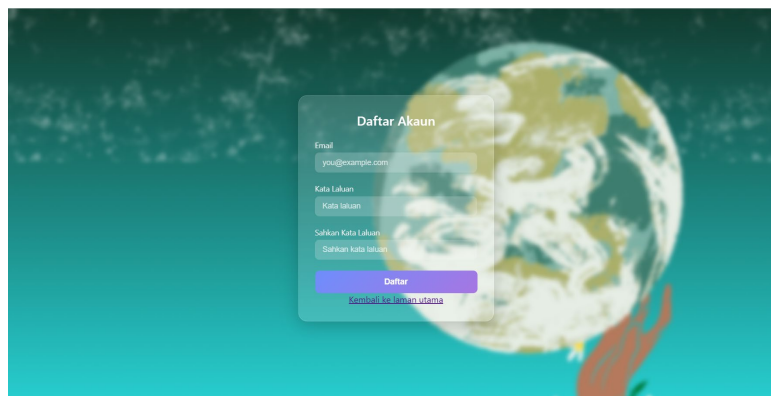


Rajah 4.1 Antara Muka Laman Utama Pengguna



Rajah 4.2 Antara Muka Pengguna Log Masuk

Sebelum log masuk, pengguna mestilah telah mendaftarkan akaun ke dalam sistem. Rajah 4.3 menunjukkan antara muka mendaftar.

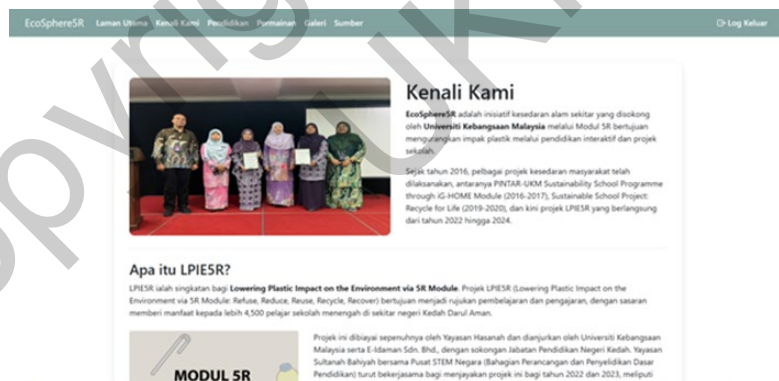


Rajah 4.3 Antara Muka Pengguna Mendaftar

Apabila pengguna telah log masuk, antara muka utama laman pengguna semula dengan fungsi telah log masuk akan dipaparkan. Pengguna diberikan pilihan untuk navigasi ke antara muka yang lain dengan menggunakan palang navigasi.

Rajah 4.4 Antara Muka Pengguna Mengisi Borang Maklum Balas

Rajah 4.4 menunjukkan borang interaktif yang membolehkan pengguna menghantar maklum balas kepada admin. Borang ini boleh dicapai melalui halaman utama dengan memilih butang “Hantar Maklum Balas”. Sistem akan memproses input dan memaparkan mesej notifikasi berdasarkan kejayaan atau kegagalan penghantaran, bergantung pada status sambungan atau pengesahan input pengguna.



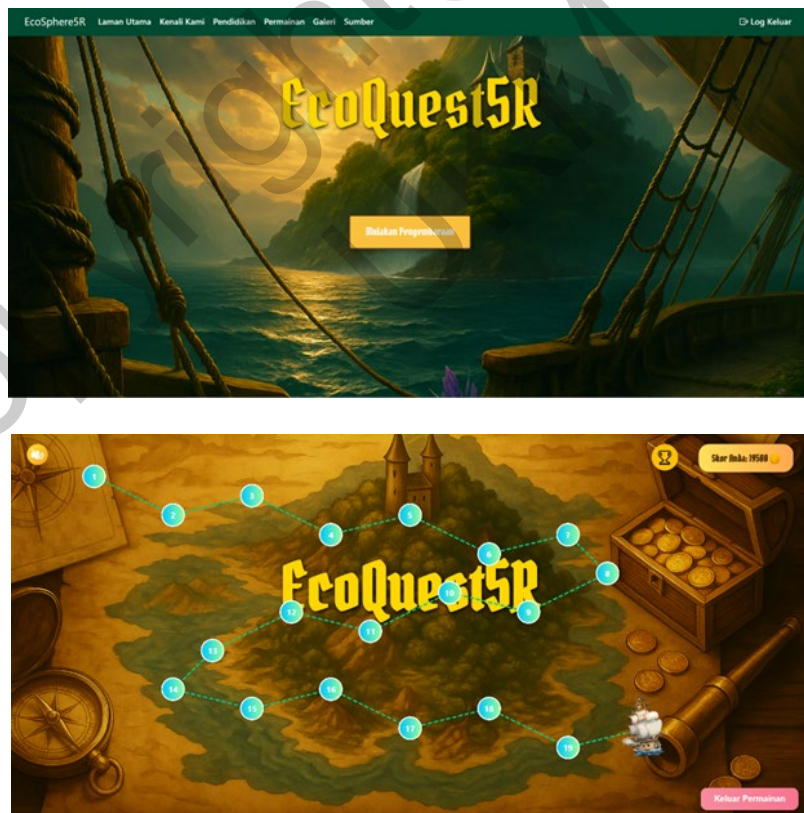
Rajah 4.5 Antara Muka Pengguna Mengenali Persatuan

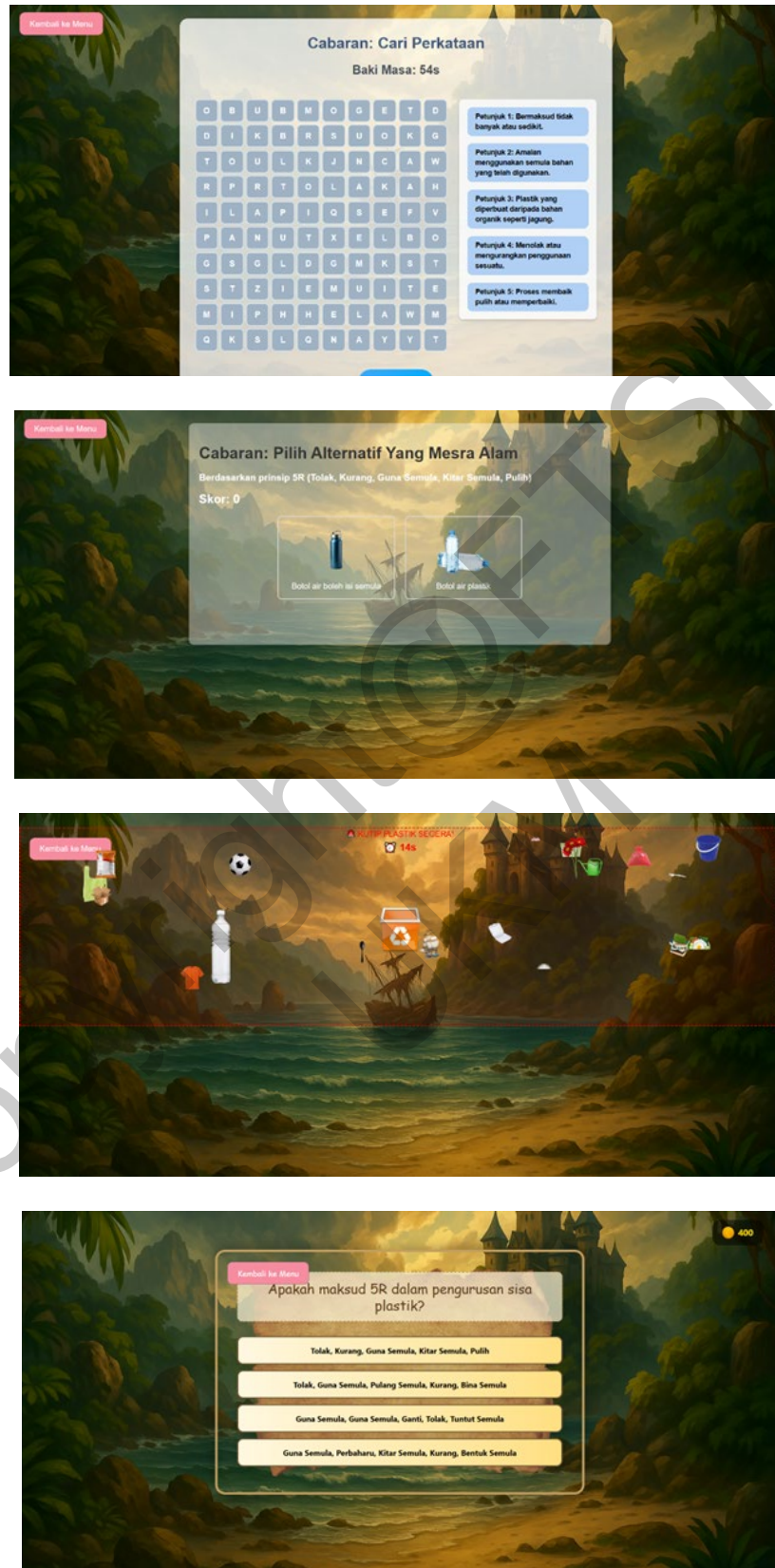
Rajah 4.5 menunjukkan bahawa antara muka ini menyediakan maklumat pengenalan tentang persatuan yang membangunkan EcoSphere5R. Kandungan dalam paparan ini membantu pengguna memahami matlamat, sejarah dan peranan persatuan dalam menyokong pendidikan alam sekitar melalui prinsip 5R.



Rajah 4.6 Antara Muka Pengguna Membaca Kandungan Pendidikan

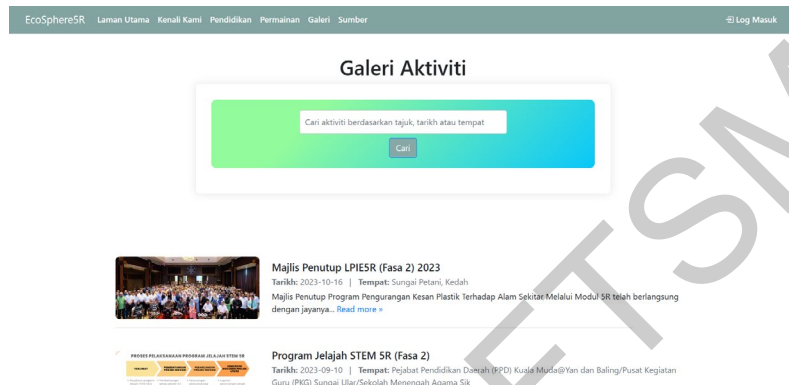
Rajah 4.6 memaparkan antara muka Pendidikan yang mengandungi modul digital mengenai isu plastik dan prinsip 5R. Terdapat 6 bab utama yang disusun secara progresif. Pengguna perlu menekan butang “Telah Faham” selepas membaca setiap bab bagi membuka akses ke bab seterusnya. Kemajuan pengguna disimpan secara automatik dalam pangkalan data sekiranya pengguna telah log masuk, dan apabila pengguna menyelesaikan bab terakhir, satu popup “Tahniah” dipaparkan bersama saranan untuk mencuba permainan interaktif.





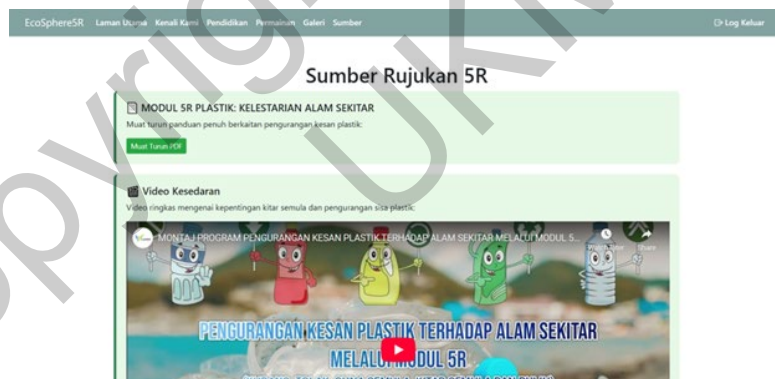
Rajah 4.7 Antara Muka Pengguna Bermain Permainan Interaktif

Rajah 4.7 menunjukkan bahawa antara muka ini memaparkan permainan interaktif berasaskan kuiz yang menguji kefahaman pengguna terhadap prinsip 5R. Akses ke permainan penuh hanya dibuka selepas log masuk. Terdapat 20 tahap yang perlu dilalui, di mana tahap-tahap tertentu mengandungi cabaran mini seperti permainan cari perkataan. Kemajuan pengguna dan skor dikemaskini secara berterusan, dan tahap seterusnya hanya dibuka apabila pengguna berjaya menyelesaikan tahap sebelumnya.



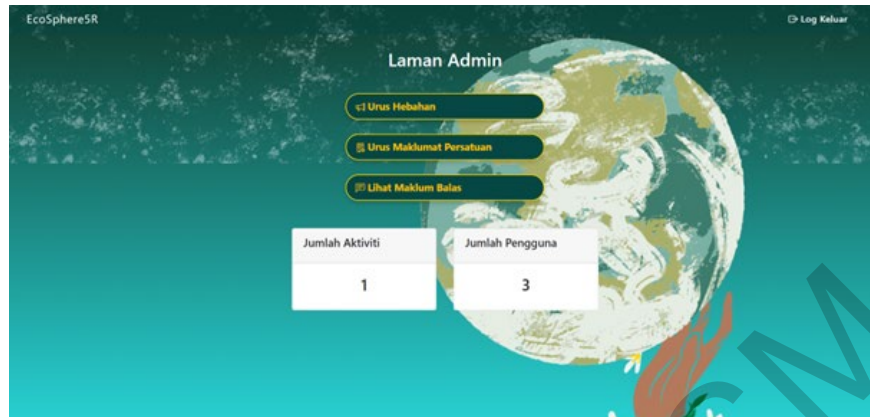
Rajah 4.8 Antara Muka Pengguna Melihat Galeri

Rajah 4.8 memaparkan antara muka Galeri yang membolehkan pengguna menelusuri gambar dan maklumat ringkas mengenai aktiviti yang dianjurkan oleh persatuan. Paparan setiap kad aktiviti disertai dengan butang “Lihat Butiran” yang akan membawa pengguna ke halaman perincian yang mengandungi gambar bersaiz besar dan maklumat tambahan.



Rajah 4.9 Antara Muka Pengguna Melihat Sumber Rujukan 5R

Rajah 4.9 menunjukkan halaman yang menyediakan bahan sokongan berbentuk PDF dan video. Modul ini bertujuan untuk memperluas pengetahuan pengguna tentang prinsip 5R melalui rujukan tambahan yang boleh dimuat turun atau ditonton secara langsung.



Rajah 4.10 Antara Muka Utama Admin

Paparan utama untuk admin setelah log masuk memaparkan tiga butang utama yang membawa kepada antara muka pengurusan, iaitu Hebahan Aktiviti, Kemaskini Maklumat Persatuan, dan Senarai Maklum Balas Pengguna. Fungsi ini membolehkan admin mengurus sistem dengan lebih sistematik dan pantas.

Rajah 4.11 Antara Muka Admin Mengurus Hebahan Aktiviti

Rajah 4.11 menunjukkan bahawa antara muka ini menyediakan borang dan senarai aktiviti untuk admin tambah, kemaskini, atau padam sebarang aktiviti yang akan dihebahkan dalam laman Galeri pengguna. Setiap entri aktiviti boleh disertakan dengan gambar, tajuk, tarikh, lokasi dan info tambahan. Fungsi ini disokong oleh pengurusan CRUD menggunakan PHP dan PDO.

Kemaskini Maklumat Persatuan

Maklumat berjaya dikemaskini.

Nama
EcoSphereSR

Alamat
UKM

Emel
a193775@siswa.ukm.edu.my

No. Telefon
012-3455654

Dasar Privasi
Dasar Privasi EcoSphereSR
Privasi anda penting kepada kami. Dasar ini menerangkan bagaimana EcoSphereSR mengumpulkan, menggunakan dan melindungi maklumat peribadi.

Rajah 4.12 Antara Muka Admin Mengemaskini Maklumat Persatuan

Rajah 4.12 memaparkan borang khas yang membolehkan admin mengubah suai maklumat utama persatuan seperti nama rasmi, emel, dan dasar privasi. Maklumat ini kemudiannya dikemaskini secara langsung dan dipaparkan dalam antara muka pengguna.

Senarai Maklum Balas Pengguna

Cari nama atau emel...

Nama	Emel	Mesej	Tarikh Hantar
Mira Fathiah	emirafathiah540@gmail.com	Antara muka mudah diakses, reka bentuk website yang cantik dan kemas. EcoBot memudahkan saya untuk bertanya soalan.	17/03/2025 12:30
Wan	wanwan@gmail.com	Ada bahagian soalan cari perkataan yang tidak jelas.	18/03/2025 22:05
Ali	ali@gmail.com	Permainan yang menyeronokkan, kalau boleh tambah lagi kepelbagaian cabaran.	13/03/2025 13:27
Ana	a193775@siswa.ukm.edu.my	Cadangan penambahbaikan ialah untuk menambah kategori jejak plastik.	13/03/2025 13:26

Rajah 4.13 Antara Muka Admin Melihat Senarai Maklum Balas Pengguna

Rajah 4.13 menunjukkan bahawa antara muka ini memaparkan semua maklum balas yang dihantar oleh pengguna melalui borang atas talian. Admin boleh melakukan carian berdasarkan nama atau emel untuk menyusun atau menapis data dengan lebih efisien. Antara muka ini membantu admin memahami pandangan pengguna untuk penambahbaikan sistem.



Rajah 4.14 Antara Muka Pengguna Menggunakan Fungsi Chatbot AI

Rajah 4.14 menunjukkan antara muka chatbot yang dikenali sebagai EcoBot AI. Chatbot ini berfungsi sebagai pembantu maya untuk menjawab soalan pengguna secara automatik berdasarkan maklumat yang telah diprogramkan. Ia meningkatkan interaktiviti sistem dan memudahkan pengguna mendapatkan maklumat tanpa perlu menunggu respon dari pihak admin.

4.2 PENILAIAN LAMAN WEB

Objektif pengujian sistem EcoSphere5R adalah untuk mengesahkan fungsi keseluruhan sistem melalui pengujian kotak hitam dan pengujian kebolehgunaan. Seramai 15 responden daripada pelbagai peringkat pendidikan terlibat bagi menilai keberkesanan dan kesesuaian sistem. Pengujian kotak hitam menilai fungsi tanpa melihat kod, manakala pengujian kebolehgunaan melibatkan pengalaman pengguna sebenar. Ujian dianggap selesai apabila semua komponen utama berfungsi baik, sekali gus memastikan sistem memenuhi keperluan fungsian dan bukan fungsian.

I. Pengujian Fungsi

Pengujian kotak hitam adalah teknik pengujian di mana penguji hanya memberi tumpuan kepada input dan output sistem, tanpa mengambil kira bagaimana sistem EcoSphere5R berfungsi atau dilaksanakan secara dalaman. Bagi sistem ini, pengujian kotak hitam dilakukan ke atas fungsi log masuk atau log keluar, pengurusan hebahan aktiviti, kemaskini maklumat syarikat, dan senarai maklum balas pengguna. Pengujian kotak hitam ini telah diuji oleh ketua projek LPIE5R, Prof. Madya Dr. Muhamad Azry Bin Khoiry.

Jadual 4.1 Hasil Log Item Pengujian

Fungsian	ID Kes Pengujian	ID Prosedur Pengujian	Lulus/Gagal	Catatan
Daftar Pengguna	TC-001	TP-001-01	LULUS	
		TP-001-02	LULUS	
Log Masuk	TC-002	TP-002-01	LULUS	
		TP-002-02	LULUS	
		TP-002-03	LULUS	
Urus Aktiviti	TC-003	TP-003-01	LULUS	
		TP-003-02	LULUS	
		TP-003-03	LULUS	
Kemaskini Maklumat Persatuan	TC-004	TP-004-01	LULUS	
Senarai Maklum Balas Pengguna	TC-005	TP-005-01	LULUS	
Hantar Maklum Balas	TC-006	TP-006-01	LULUS	
		TP-006-02	LULUS	
Kenali Kami	TC-007	TP-007-01	LULUS	
Baca Bab Pendidikan	TC-008	TP-008-01	LULUS	
Main Permainan	TC-009	TP-009-01	LULUS	
		TP-009-02	LULUS	
		TP-009-03	LULUS	Tambah kesukaran pada permainan-kutip plastik & cari perkataan, tambah masa
		TP-009-04	LULUS	

		TP-009-05	LULUS	
		TP-009-06	LULUS	
		TP-009-07	LULUS	
		TP-009-08	LULUS	
Galeri	TC-010	TP-010-01	LULUS	Minta detail aktiviti untuk ditambah
Sumber	TC-011	TP-011-01	LULUS	
Guna ChatBot AI	TC-012	TP-012-01	LULUS	
Log Keluar	TC-013	TP-013-01	LULUS	
		TP-013-02	LULUS	

II. Pengujian Kebolehgunaan

Pengujian kebolehgunaan dilaksanakan menggunakan 2 bahagian bagi menilai tahap kemudahan penggunaan sistem EcoSphere5R oleh pengguna. Seramai 15 responden terdiri daripada pelajar sekolah rendah, menengah dan universiti terlibat dengan mengisi borang maklum balas selepas menggunakan laman web.

Bahagian A soal selidik ini, iaitu kebolehgunaan laman web, menggunakan Skala Kebolehgunaan Sistem (SUS) untuk menilai sejauh mana responden bersetuju atau tidak bersetuju dengan beberapa kenyataan yang berkaitan dengan kemudahan penggunaan dan kefahaman terhadap fungsi sistem. Soalan-soalan dalam bahagian ini merangkumi aspek seperti kemudahan navigasi laman web, kesesuaian arahan yang diberikan, kejelasan fungsi utama seperti kuiz dan cabaran mini, serta kelancaran akses kepada maklumat. Cara pengiraan skor bagi SUS ini, mengandungi soalan-soalan positif. Kaedah ini meminimumkan kesilapan dalam mengukur pengalaman pengguna secara keseluruhan terhadap sistem dan memberikan penilaian mengenai sejauh mana sistem ini mudah digunakan dan difahami.

SUS Score	Grade	Adjective Rating
> 80.3	A	Excellent
68 – 80.3	B	Good
68	C	Okay
51 – 68	D	Poor
< 51	F	Awful

Rajah 4.15 Interpretasi Skor SUS

Sumber: UI/UX Trend

Bahagian B soal selidik ini menilai kesesuaian reka bentuk antara muka dengan diadaptasikan dari Skala Likert untuk mengukur tahap kepuasan responden terhadap kebolegunaan sistem EcoSphere5R. Dengan menggunakan Skala Likert, responden diminta untuk memilih jawapan yang paling menggambarkan pendapat mereka, seperti "Sangat Setuju", "Setuju", "Neutral", "Tidak Setuju", atau "Sangat Tidak Setuju" seperti di dalam rajah 4.16. Ia merangkumi penilaian terhadap susun atur laman web, kebersihan visual, penggunaan warna, konsistensi elemen antaramuka, serta kejelasan dan kesederhanaan dalam penyampaian maklumat. Responden diminta untuk memberikan maklum balas tentang bagaimana mereka menilai setiap elemen UI dalam sistem dan sejauh mana reka bentuk tersebut menyokong pengalaman penggunaan yang lancar.

Skala	Pilihan
1	Sangat tidak setuju
2	Tidak setuju
3	Tidak pasti
4	Setuju
5	Sangat setuju

Rajah 4.16 Interpretasi Skor Min

Sumber: Norfaizal Jamain 2022

Analisis ke atas data Skala SUS menunjukkan bahawa 92.3% responden menyatakan bahawa mereka bersetuju bahawa sistem ini mudah digunakan dan mereka tidak menghadapi sebarang masalah dalam mengakses fungsi-fungsi utama. Walau bagaimanapun, 7 daripada 15 responden memberikan maklum balas bahawa sesetengah arahan boleh diperjelaskan lagi untuk meningkatkan kefahaman, terutamanya pada bahagian permainan. Secara keseluruhannya, sistem ini memenuhi keperluan kebolegunaan dan memerlukan sedikit penambahbaikan dalam aspek komunikasi arahan.

Rajah 4.17 Skor purata pengujian kebolegunaan laman web menggunakan SUS

Ts				Jantina	Tahap Pendidikan	Keb								Kua			K	Ki		Fung							Se	SKOR SL	SKOR AKHIR SUS				
7/3/10	nha	NUR	nha	Perempuan	Tamat Pengajian	18 T	4	3	2	2	2	2		2	2	3	4	4	2		3	3	3	3	3	3	3	Papi	kurang	28	70		
7/3/10	a19	Mars	a19	Perempuan	Universiti	18 T	3	2	4	1	4	3		3	3	3	4	4	3		4	4	4	4	4	4	4	4	36	90			
7/3/10	afifi	NUR	afifi	Perempuan	Tamat Pengajian	18 T	3	2	3	3	2	3		4	3	3	4	3	4		4	4	4	4	4	4	4	Mud	Ada ba	34	85		
7/3/10	hah	Wan	war	Lelaki	Tamat Pengajian	18 T	4	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4	4	Web	Ada so	40	100		
7/4/10	nrlr	Nuru	nrlri	Perempuan	Sekolah Rendah	7 hir	4	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4	4		40	100			
7/4/10	aliy	Nur i	a19	Perempuan	Universiti	18 T	4	4	4	4	4	3		4	4	4	4	3	4		4	4	4	4	4	4	4		40	100			
7/4/10	fudi	Mohi	fud	Lelaki	Universiti	18 T	4	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4	4		40	100			
7/4/10	a19	NUR	a19	Perempuan	Universiti	18 T	4	4	4	3	4	4		4	3	4	4	3	4		3	4	4	4	4	4	4	1. m 1. gi 1. sems 2. w 1. mun 3. m 2. tadi 4. ss	40	100			
7/6/10	farz	NUR	117	Perempuan	Universiti	18 T	4	4	3	4	3	3		3	2	2	3	2	3		4	4	3	4	4	4	4	3	men	byk mis	38	95	
7/8/10	a19	Nurir	a19	Perempuan	Sekolah Menengah	12 h	3	4	4	4	3	4		3	3	3	3	3	4		4	4	4	4	4	4	4		39	97.5			
7/9/10	a19	Sals	sai	Perempuan	Sekolah Rendah	7 hir	4	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4	4	Lam	tiada	40	100		
7/9/10	n.nu	Jamr	tiaf	Lelaki	Sekolah Rendah	7 hir	4	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4	4	mud	okay je	40	100		
7/9/10	blux	Khai	tiad	Perempuan	Sekolah Rendah	7 hir	4	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4	4	sukz	tiada	40	100		
SKOR PURATA:																													92.33%				

Hasil pengujian reka bentuk antara muka pengguna (UI) menunjukkan bahawa reka bentuk EcoSphere5R diterima baik oleh kebanyakan responden. 14 daripada 15 responden bersetuju bahawa susun atur reka bentuk paparan sistem, bersih dan konsisten, serta penggunaan warna yang sesuai dengan tema alam sekitar. Elemen-elemen UI seperti butang dan ikon juga dinilai mudah difahami dan berfungsi dengan baik. 10 daripada 15 responden bersetuju bahawa masih banyak yang perlu diperbaiki pada reka bentuk antara muka EcoSphere5R.

Jadual 4.2 Min Purata Keseluruhan Reka Bentuk Antara Muka EcoSphereSR

Faktor	Kekerapan					Min
Kualiti Antara Muka	1	2	3	4	5	
Saya berpuas hati dengan kemudahan mencari maklumat dalam laman web ini.	0	0	2	1	12	4.67
Arahan yang diberikan dalam laman web ini mudah difahami.	0	0	1	4	10	4.60
Reka bentuk paparan sistem tersusun dan tidak mengelirukan.	0	0	1	0	14	4.87
Fungsi yang disediakan selaras dengan reka bentuk dan susun atur keseluruhan.	0	0	2	1	12	4.67
Laman web ini bertindak cepat apabila saya menekan butang atau navigasi ke halaman lain.	0	0	2	4	9	4.47
Saya berpendapat masih banyak yang perlu diperbaiki pada reka bentuk laman web ini.	0	0	5	0	10	4.33

5.0 KESIMPULAN

Secara keseluruhan, laman web interaktif EcoSphere5R telah berjaya dibangunkan sebagai satu platform kesedaran dan pendidikan alam sekitar yang menyeronokkan dan mudah difahami. Laman web ini dibangunkan bertujuan untuk menyampaikan pendidikan secara tidak langsung mengenai isu dan langkah pencegahan pencemaran plastik dan kesannya terhadap alam sekitar melalui konsep 5R (Tolak, Kurang, Guna Semula, Kitar Semula, Pulih), serta menguji keberkesannya dalam menyampaikan konsep tersebut kepada pengguna.

5.1 Kelebihan Sistem

Laman web interaktif EcoSphere5R dibangunkan dengan pelbagai kelebihan yang menjadikannya medium pendedahan dan pembelajaran yang efektif dan menarik dalam meningkatkan kesedaran pengguna mengenai isu pencemaran plastik dan kepentingan amalan 5R. Antara kelebihannya ialah menggunakan pendekatan interaktif dan permainan. Elemen permainan seperti tahap, ganjaran skor berbentuk syiling emas dan animasi interaktif menjadikan proses pembelajaran lebih menyeronokkan dan memotivasikan pengguna untuk terus meneroka kandungan halaman.

Selain itu, laman web ini juga menawarkan pendidikan yang ringkas dan padat. Kandungan pendidikan disusun mengikut bab, memudahkan pengguna untuk memahami isu pencemaran plastik dari asas hingga langkah pencegahan yang perlu diambil dengan menerapkan konsep 5R. Butang untuk membuka bab seterusnya disediakan bagi memastikan pengguna selesai membaca kandungan bab, sebelum pergi ke bab seterusnya.

Bagi pengguna admin, laman web ini turut menyediakan antara muka khas untuk admin mengurus kandungan galeri, di mana, admin dapat berkongsi aktiviti-aktiviti yang dilakukan persatuan dalam menyokong usaha pengurangan kesan plastik terhadap alam sekitar melalui 5R. Selain itu, admin juga dapat menerima maklum balas pengguna demi memastikan laman web sentiasa relevan, responsif terhadap keperluan pengguna.

5.2 Kekangan Sistem

Walaupun laman web EcoSphere5R mempunyai pelbagai kelebihan, terdapat kekangan dalam aspek reka bentuk responsif, terutamanya untuk memastikan antaramuka laman web dapat dipaparkan dengan baik di pelbagai saiz peranti seperti telefon pintar, tablet, dan komputer. Penyesuaian reka bentuk agar mesra pengguna merentasi pelbagai peranti memerlukan ujian berulang dan pelarasan CSS yang teliti.

Dari segi fungsi permainan, pembangunan logik untuk sistem skor, penguncian tahap, dan penjejakan kemajuan pengguna memerlukan perhatian terperinci agar sistem berjalan lancar tanpa ralat. Terdapat juga kekangan dalam pengoptimuman prestasi, terutamanya apabila kandungan multimedia seperti audio, animasi, dan gambar digunakan secara intensif, yang boleh menjejaskan kelajuan pemuatan laman jika tidak diurus dengan baik.

5.3 Cadangan Penambahbaikan

Bagi meningkatkan lagi keberkesanan laman web interaktif EcoSphere5R, penguji telah mencadangkan beberapa penambahbaikan yang boleh dilaksanakan. Antara cadangan penambahbaikannya ialah:

- I. Penambahan visual dan grafik untuk kandungan bab pendidikan bagi menerangkan proses tertentu seperti penciptaan plastik. Visual seperti infografik, animasi pendek atau ilustrasi bertema boleh membantu pengguna memahami maklumat dengan lebih baik dan meningkatkan minat terhadap topik yang dibincangkan.
- II. Menggunakan mekanisme pemilihan huruf dengan kaedah menarik (drag) bagi bahagian permainan cari perkataan, agar pemain tidak perlu memilih huruf satu persatu.
- III. Penambahan simbol semasa proses pemuatan (loading) agar membantu pengguna mengetahui bahawa sistem sedang memuatkan kandungan dan mengelakkan kekeliruan atau tanggapan bahawa laman web tidak berfungsi.

6.0 RUJUKAN

Alliance To End Plastic Waste. (2019). Who We Are: <https://www.endplasticwaste.org/who-we-are/about>

Arif, L. (2018). 5R, nafas baharu kitar semula. New Straits Times Press (M) Bhd.

ArtOfWar125. (n.d.). Creating a word search puzzle: Step-by-step guide. Instructables. <https://www.instructables.com/Creating-a-Word-Search-Puzzle-Step-by-Step-Guide-/>

Balwan, W. K., Singh, A., & Kour, S. (2022). 5R's of zero waste management to save our green planet: A narrative review. European Journal of Biotechnology and Bioscience, 10(1), 7–11. <https://www.biosciencejournals.com>

Bouchrika, I. (2024, October 25). 10 top interactive learning trends: 2024 data, insights & predictions. Research.com.

CodeGuppy. (n.d.). Creating a word search game. CodeGuppy. <https://codeguppy.com/site/tutorials/word-search.html>

Daryanes, F., Darmadi, D., Fikri, K., Sayuti, I., Rusandi, M. A., & Situmorang, D. D. B. (2023). The development of articulate storyline interactive learning media based on case methods to train student's problem-solving ability. Heliyon, 9(4).

Farid, M. (2022). Terap budaya 5R urus sisa pepejal secara sistematik. Media Mulia Sdn Bhd.

<https://oceanschool.nfb.ca/collection/plastic-interactives>

<https://plasticsmartcities.org/invitation-to-tender-wwf-plastic-smart-cities-pilots-lessons-learned-study/>

<https://research.com/education/interactive-learning-trends>

<https://www.walshmedicalmedia.com/proceedings/zero-waste-can-be-achieved-through-5r-principles-of-waste-management-38680.html>

Kuo, L., Chang, T., & Lai, C. C. (2022). *Affective psychology and color display of interactive website design*. *Displays*, 71, 102134.

Nidhra, S., & Dondeti, J. (2012). *Black box and white box testing techniques-a literature review*. *International Journal of Embedded Systems and Applications (IJESA)*, 2(2), 29-50.

Ocean School. (2016). *Plastic Interactives*:

Plastic Smart Cities. (2024, October 29). *Invitation to tender WWF: Plastic Smart Cities pilots: Lessons learned study*.

Safar, N. Z. M., Kamaludin, H., Ahmad, M., Jofri, M. H., Wahid, N., & Gusman, T. (2022). *Intervention strategies through interactive gamification e-learning web-based application to increase computing course achievement*. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 6(2), 376-381.

Shahlin Shah. (2017). *Zero Waste Can Be Achieved Through 5R Principles of Waste Management*. *International Journal of Waste Resources*.

Taylor, J. R. (2025, March 27). *Terangkan perbezaan antara ujian kotak hitam dan ujian kotak putih*. *PHP Cina*. <https://www.php.cn/ms/faq/1796785596.html>

Tsai, W. H. S., Liu, Y., & Chuan, C. H. (2021). *How chatbots' social presence communication enhances consumer engagement: the mediating role of parasocial interaction and dialogue*. *Journal of Research in Interactive Marketing*, 15(3), 460-482.

Nur Najwa Balqis Binti Azman (A193775)

Dr. Saidah Binti Saad

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat

Universiti Kebangsaan Malaysia