

SISTEM PENGURUSAN *E-WASTE* FTSM BERASASKAN WEB (*SISE-WASTE*)

ILLYANA KASIM
AMELIA NATASYA ABDUL WAHAB

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia

ABSTRAK

Pembangunan yang pesat dalam teknologi maklumat mengakibatkan peningkatan masalah *e-waste* di seluruh dunia. Komponen peralatan *e-waste* terdiri daripada bahan-bahan kimia yang boleh menjejaskan kesihatan manusia dan alam sekitar. Implikasi yang besar oleh *e-waste* kepada manusia dan alam sekitar tersebut perlu diberi perhatian. Kesedaran dan pengurusan *e-waste* dalam konteks yang lebih kecil perlu diterap dan disiasat. Objektif artikel ini adalah mengkaji sistem pengurusan peralatan elektrik dan elektronik sedia ada serta mengenal pasti kekangan semasa dan keperluan kepada pengurusan peralatan elektrik dan elektronik yang sistematik di Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia (FTSM, UKM). Kaedah pemerhatian dan temu bual dijalankan dalam kajian ini sebagai kajian awal. Keputusan kajian awal mendapati bahawa peralatan *e-waste* diurus secara manual oleh pegawai aset di FTSM dan hanya melibatkan pengurusan peralatan milik UKM sahaja. Peralatan peribadi para pensyarah atau pelajar seperti toner, drum, papan kekunci, monitor, tetikus dan peralatan *e-waste* yang tidak berfungsi perlu diurus sendiri secara individu. Senario ini menyebabkan peralatan *e-waste* di FTSM tidak diurus dan dilupus dengan betul. Oleh itu, keperluan kepada satu sistem pengurusan *e-waste* FTSM berasaskan Web (*SISE-Waste*) dicadangkan bagi menambahbaik sistem pengurusan peralatan *e-waste* semasa. Aplikasi dibangunkan berdasarkan metodologi kitar hayat pembangunan sistem model air terjun yang diubahsuai. Pembangunan sistem ini melibatkan penggunaan perisian *Sublime Text* dan *phpMyAdmin* dalam membangun antara muka sistem dan pangkalan data. Aplikasi tersebut terdiri daripada dua jenis pengguna iaitu pengguna dan staf. Modul *e-waste*, FTSM dan serahan adalah tiga jenis modul yang ditawarkan kepada kategori pengguna manakala staf pula ditawarkan modul serahan baru dan peralatan FTSM.

PENGENALAN

Electronic Waste ataupun singkatannya *e-waste* ditakrif sebagai bahan buangan yang terdiri daripada peralatan elektrik atau elektronik yang sudah lama dan tidak lagi berfungsi seperti sedia kala (Wath et al. 2011). Contoh peralatan *e-waste* adalah komputer riba, televisyen, pemain DVD, peti sejuk, telefon bimbit, tetikus, mesin pencetak, dan lain-lain peralatan elektrik. Walaupun peralatan teknologi banyak membantu pengguna menjalani aktiviti harian dengan lebih mudah, namun, peralatan *e-waste* boleh memberi kesan negatif kepada pengguna dan alam sekitar jika tidak diurus dengan baik. Semakin maju sesebuah negara maka semakin besar nilai *Gross Domestic Product* (GDP) dan ini mencetus peningkatan *e-waste* di kebanyakan buah negara (Gaidajis et al. 2010). Penyataan Gadjais et al. (2010) ini terbukti apabila berlaku peningkatan angka *e-waste* secara global iaitu 5.5 metrik tan pada tahun 2010 kepada 9.8 metrik tan pada tahun 2015. Menurut sumber akhbar tempatan iaitu akhbar kosmo pula, Malaysia dilaporkan mengeluarkan sejumlah 47,963 metrik tan *e-waste* untuk dilupus pada tahun 2015 (Norlida 2016). Angka ini menunjukkan betapa seriusnya permasalahan *e-waste* sekiranya pengurusan yang cekap tidak dijalankan.

Malaysia sebagai sebuah negara yang membangun turut merasai tempias kepesatan teknologi maklumat dalam pelbagai bidang terutamanya telekomunikasi. Jangka hayat yang pendek sesebuah peralatan komunikasi khususnya telefon pintar mengakibatkan peralatan *e-waste* yang tidak berfungsi dibuang merata tempat. Setiap peralatan elektrik dan elektronik mempunyai had jangka hayat dan akan rosak serta perlu dilupus apabila tiba masanya. Proses pelupusan setiap peralatan adalah berbeza mengikut kandungan komposisi komponen bagi sesuatu peralatan. Setiap peralatan perlu dilupus dengan cermat kerana bahan yang terkandung dalam peralatan mungkin sangat berbahaya sekiranya terdedah secara berterusan kepada orang

awam. Oleh yang demikian, pengurusan *e-waste* perlu dititik beratkan agar negara dapat menangani masalah yang lebih serius seperti kekurangan tempat pelupusan dan pencemaran.

Peningkatan penggunaan peralatan elektrik dan elektronik pada masa kini turut memberi implikasi negatif kepada bumi contohnya, kesan rumah hijau. Kesan rumah hijau berlaku apabila kepekatan gas-gas rumah hijau di dalam ruang tertutup meningkat dan menyekat haba daripada terbebas. Fenomenon tersebut menyebabkan bumi menjadi panas selain faktor pembakaran peralatan elektrik secara terbuka. Gas-gas yang dikeluarkan oleh sebahagian peralatan menyebabkan alam sekitar terjejas. Oleh yang demikian, pengguna perlu didedah dan diberi pengetahuan serta kesedaran mengenai bahaya *e-waste* kepada alam sekitar. Antara cara mengurangkan *e-waste* ialah memperbaiki peralatan *e-waste* yang rosak atau mengitar semula kepada peralatan baharu yang selamat dan berguna melalui pengurusan yang berkesan. Isu kesihatan dan keselamatan pengguna dan alam sekitar ini menunjukkan keperluan kepada pengurusan *e-waste* yang berkesan.

PENYATAAN MASALAH

Hasil kajian awal melalui pemerhatian penyelidik di bangunan FTSM mendapati bahawa peralatan *e-waste* seperti toner, CD, komputer, papan kekunci, dan tetikus dibuang ke dalam tong sampah, bawah tangga, hujung atau sudut koridor. Senario ini menunjukkan tiada mekanisme khusus bagi pengurusan *e-waste* para pensyarah atau pelajar di FTSM. Longgokan peralatan pada tempat yang tidak sepatutnya ini boleh menjejaskan reputasi FTSM akibat daripada kelemahan pengurusan dan tahap kesedaran pengguna yang lemah dalam kalangan warga FTSM yang celik IT. Selain itu, peralatan *e-waste* yang tidak diurus dengan baik boleh mencetus implikasi negatif kepada pengguna dan alam sekitar. Keputusan temu bual bersama pegawai pengurusan aset FTSM melapor bahawa FTSM menggunakan suatu sistem manual bagi mengurus inventori yang rosak ataupun yang masih boleh diperbaiki. Pegawai aset perlu mengisi borang aduan peralatan bagi melapor kerosakan aset yang berdaftar atas nama UKM sahaja iaitu sama ada kategori inventori atau aset UKM. Inventori ditakrif sebagai peralatan hak milik UKM yang bernilai sekurang-kurangnya tiga ribu ringgit Malaysia manakala aset UKM pula merujuk kepada peralatan yang bernilai melebihi tiga ribu ringgit. Pegawai pengurusan aset merekod maklumat peralatan yang dilaporkan rosak dan kemudian menentukan status peralatan tersebut sama ada boleh diperbaiki ataupun tidak. Peralatan dengan kos penyenggaraan yang melebihi separuh daripada harga asal tidak akan disenggara tetapi dikumpul untuk dilupus oleh pembekal. Manakala, peralatan yang dipinjamkan oleh pihak Pusat Teknologi Maklumat (PTM), UKM pula dikembalikan semula. Unit pengurusan FTSM akan mengumpul kesemua peralatan rosak milik UKM bagi membolehkan kontraktor yang dilantik oleh Unit Bendahari UKM mengutip peralatan tersebut di fakulti iaitu bagi dijual secara pukal ataupun dilupus serta merta. Memadangkan proses pelupusan peralatan di FTSM hanya melibatkan peralatan UKM sahaja, maka, para pensyarah dan pelajar FTSM perlu mengurus sendiri peralatan peribadi mereka di FTSM. Sehubungan itu, satu aplikasi dikenali sebagai Sistem Pengurusan *E-Waste* FTSM Berasaskan Web (*SISE-Waste*) dibangun bagi menambahbaik isu pengurusan peralatan *e-waste* di peringkat FTSM.

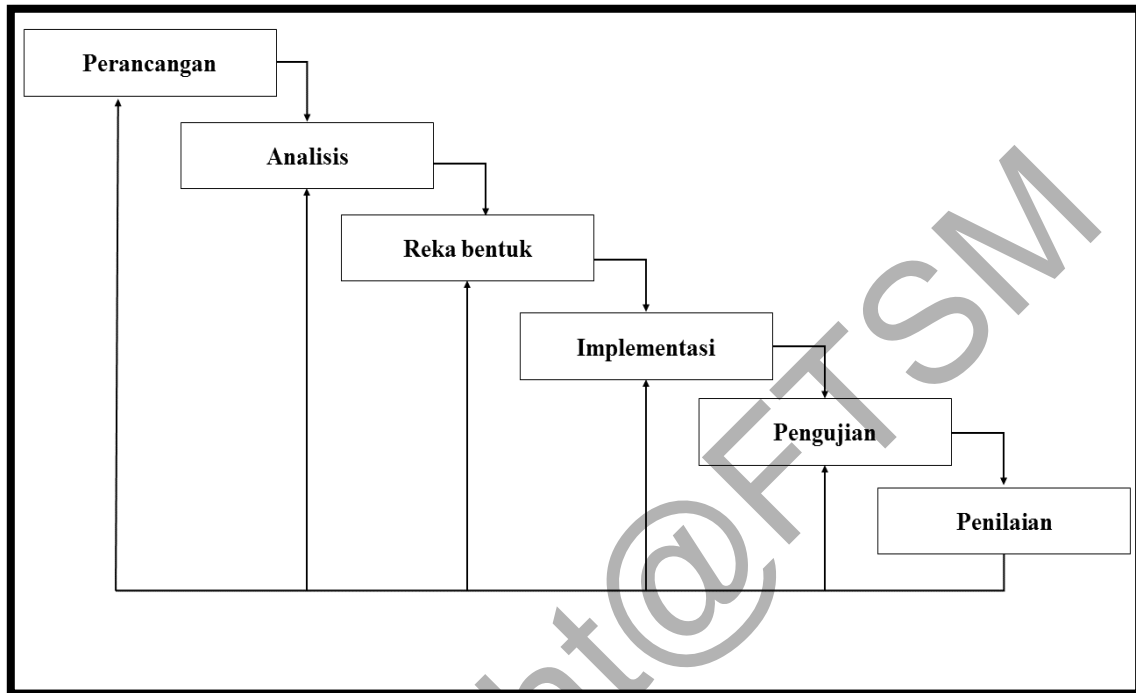
OBJEKTIF KAJIAN

Antara objektif kajian adalah seperti berikut:

- i. Mengkaji sistem pengurusan peralatan *e-waste* di FTSM.
- ii. Membangun sistem pengurusan *e-waste* FTSM yang berasaskan web.

METOD KAJIAN

Model Air Terjun yang diubahsuai digunakan untuk membangun sistem pengurusan *e-waste* FTSM yang dilakukan secara berperingkat (Rajah 1). Terdapat enam fasa utama dalam pembangunan aplikasi ini iaitu fasa perancangan, fasa analisis, fasa reka bentuk, fasa implementasi, fasa pengujian dan fasa penilaian.



Rajah 1 Model Pembangunan Sistem Pengurusan *E-Waste* FTSM

Fasa Perancangan

Fasa perancangan merupakan fasa terpenting dalam pembangunan *SISE-Waste*. Maklumat-maklumat dikumpul melalui kajian susastera dan kajian awal bagi mengenalpasti isu dan masalah kajian. Kajian awal melibatkan kaedah pemerhatian dan temu bual bersama pegawai aset daripada Unit Pengurusan FTSM, UKM. Instrumen temu bual dibangun bagi mendapatkan data penting dalam temu bual separa berstruktur khususnya pengurusan dan pelupusan peralatan *e-waste* semasa. Kekangan atau masalah serta penambahbaikan yang diperlukan kepada sistem semasa juga dikenalpasti pada fasa ini. Skop, objektif kajian dan perancangan aktiviti pembangunan (carta Gantt) turut dibangun pada fasa ini. Pembangunan carta Gantt membantu aktiviti pembangunan dilakukan mengikut masa yang ditetapkan.

Fasa Analisis

Fasa analisis terlibat analisis dokumen, keputusan temu bual, dan kajian susastera. Analisis dokumen terlibat data yang digunakan dalam borang aduan dan borang pelupusan. Kajian susastera turut terlibat analisis perbandingan bagi ciri dan fungsi sistem pengurusan *e-waste* sedia ada di pasaran. Hasil analisis digunakan bagi mendapatkan keperluan spesifikasi pengguna yang akan dibangunkan melalui pembangunan aplikasi *SISE-Waste*.

Fasa Reka Bentuk

Fasa reka bentuk melibatkan aktiviti pembangunan carta alir, rajah konteks, DFD dan antara muka aplikasi *SISE-Waste*. Penggunaan perisian seperti *Sublime Text*, *Hypertext Markup Language (HTML)*, *Cascading Style Sheet (CSS)* untuk mereka bentuk antara muka web dengan lebih menarik.

Fasa Implementasi

Fasa implementasi terlibat pembangunan sistem pengurusan *e-waste* FTSM yang melibatkan pengekodan. Bahasa pengaturcaraan *PHP (Hypertext Processor)* diguna bagi membangun sistem ini sementara *PHP myAdmin* diguna bagi pangkalan data. Perisian *Xampp* juga digunakan untuk menghubungkan pangkalan data dengan laman sesawang.

Fasa Pengujian

Fasa pengujian melibatkan aktiviti pengujian ke atas aplikasi bagi memasti aplikasi *SISE-waste* bebas daripada ralat dan mencapai objektif kajian.

Artikel ini turut mengenalpasti spesifikasi dan keperluan perkakasan dan perisian bagi pembangunan aplikasi *SISE-waste*. Keperluan perkakasan adalah berbentuk fizikal dan memberi sokongan teknikal bagi membangunkan aplikasi *SISE-waste*. Antara contoh keperluan perkakasan ialah komputer, tetikus dan *thumb drive*. Spesifikasi perkakasan perlu diutamakan agar tidak memberi kesan yang negatif terhadap perisian yang digunakan dalam aktiviti pembangunan. Senarai spesifikasi keperluan perkakasan yang dicadang untuk menghasilkan *SISE-waste* adalah seperti berikut:

- i. Sistem pengoperasian : *Microsoft® Windows® XP Professional* (SP3 atau ke atas)
- ii. Pemprosesan : *Intel(R) Core(TM) i3CPU*
- iii. 1 Tera *HDD*
- iv. Ingatan Cakera Rawak (*RAM*) : *4GB DDR3 RAM* atau ke atas
- v. Tetikus

Berikut merupakan jenis perisian yang digunakan untuk membangunkan *SISE-Waste*:

- i. ***XAMPP***

XAMPP bermaksud *Cross-Platform (X)*, *Apache (A)*, *MariaDB (M)*, *PHP(P)* dan *Perl (P)*. *XAMPP* merupakan sebuah perisian sumber terbuka yang membolehkan *cross-platform* antara pelayan web yang dibangunkan oleh *Apache*. *XAMPP* yang terdiri daripada pangkalan data *Apache HTTP Server*, *MariaDB*, dan jurubahasa skrip yang ditulis dalam bahasa *PHP* dan bahasa pengaturcaraan *Perl*. Perisian ini memudahkan pembangun untuk membangunkan *web server* tempatan untuk tujuan pengujian dan penggunaan sesebuah sistem. *XAMPP* digunakan dalam kajian ini kerana ia boleh dicapai dan diguna dalam sistem pengoperasian *Linux*, *Mac*, dan juga *Windows*. Ciri ini memudahkan pembangun untuk mencapai dan membangunkan aplikasi dengan mengguna pelbagai peranti.

- ii. ***PHP MyAdmin***

MyAdmin adalah perisian sumber bebas dan terbuka yang ditulis dalam bahasa *PHP* bertujuan untuk mengendalikan pengurusan *MySQL* atau *MariaDB* dengan menggunakan pelayan web. Ia boleh melakukan pelbagai tugas seperti mencipta, mengubah suai atau memadam pangkalan data, jadual, bidang atau baris, melaksanakan kenyataan *SQL* atau

menguruskan pengguna dan kebenaran. *PHP MyAdmin* digunakan sebagai pangkalan data bagi menyimpan data dan maklumat dalam sistem ini.

iii. *Sublime Text 3*

Sublime Text 3 adalah perisian *Cross-Platform* editor kod di mana ia boleh digunakan di dalam persekitaran berbilang platform dan bahasa pengaturcaraan. *Sublime Text 3* menghubungkan sumber proprietari dengan antara muka pengaturcaraan penggunaan *Python*. Ia secara asal menyokong banyak bahasa pengaturcaraan dan bahasa penanda *Markup Languages*, dan fungsinya boleh dilanjutkan oleh pengguna-pengguna dengan *plugin*.

iv. *PHP (Hypertext Preprocessor)*

PHP adalah bahasa skrip yang digunakan secara meluas terutama untuk pembangunan web dan boleh dibenamkan ke dalam *HTML*. *PHP* juga merupakan skrip yang diguna pada *HTML* dan bersifat *server-side*. Kod yang mengandungi skrip akan dilaksana pada pelayan (*server*), menjana *HTML* yang kemudiannya dihantar kepada pelanggan. Pengguna akan menerima keputusan yang dijalankan oleh skrip tersebut namun pengguna tidak dapat mengetahui kod di sebalik keputusan tersebut.

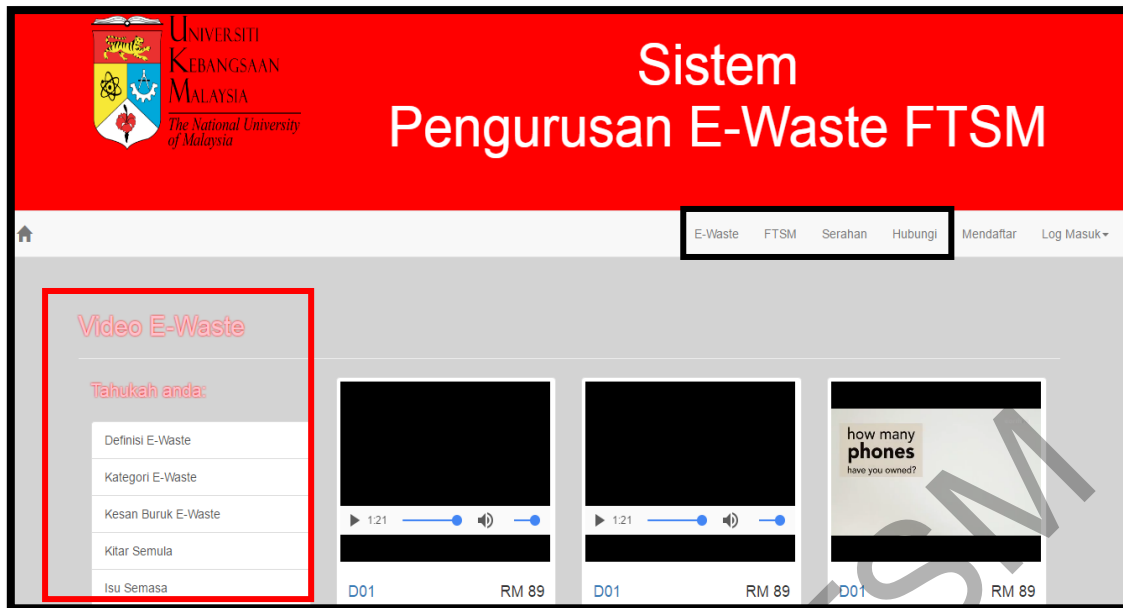
v. *Google Chrome*

Google Chrome digunakan untuk pelayan web bagi menguji pelaksanaan sistem pengurusan *e-waste* FTSM yang ingin dibangunkan. *Google Chrome* dapat memberikan paparan yang terbaik daripada segi grafik, warna, teks dan imej bagi membangunkan sistem ini.

HASIL KAJIAN

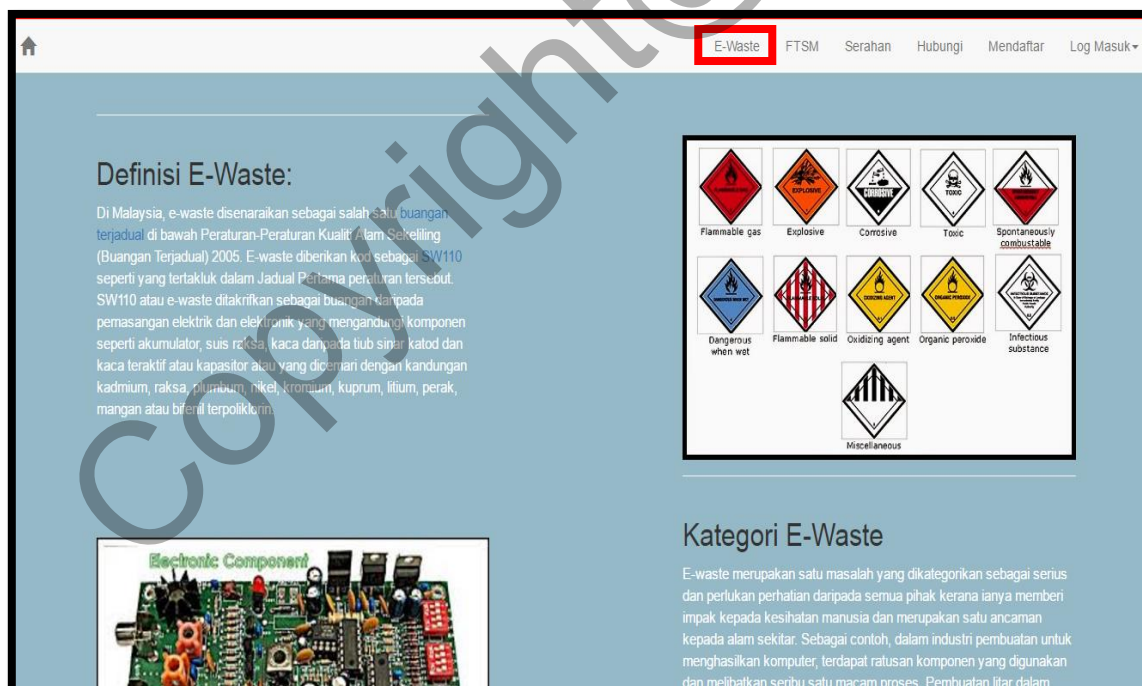
Bahagian ini membincang hasil pembangunan *SISE-waste* merangkumi dua jenis pengguna secara terperinci. Hasil pengujian juga dijelaskan pada bahagian ini bagi memasti hasil pembangunan adalah selaras dengan objektif yang ditetapkan.

Secara umum, aplikasi *SISE-waste* terbahagi kepada dua jenis pengguna iaitu staf dan pengguna. Staf ialah kakitangan FTSM yang bertanggung jawab mengurus peralatan *e-waste* di FTSM manakala pengguna adalah warga FTSM seperti pensyarah dan pelajar. Pembangunan modul adalah berdasarkan jenis pengguna aplikasi. Modul pengguna terbahagi kepada tiga iaitu *e-waste*, FTSM dan serahan. Modul staf pula ialah serahan baru dan peralatan FTSM. Rajah 2 merupakan antara muka halaman utama bagi kategori pengguna yang memapar video berkaitan pengetahuan umum mengenai *e-waste*. Selain memberi pengetahuan, antara muka ini dibangunkan bagi tujuan memupuk kesedaran berkenaan implikasi *e-waste*. Pengguna biasa iaitu pensyarah dan pelajar boleh memilih butang bagi modul *e-waste*, modul FTSM atau modul Serahan. Komponen butang diuji untuk memastikan butang menghubungkan antaramuka yang dikehendaki oleh pengguna.



Rajah 2 Halaman Utama Antara Muka Pengguna

Rajah 3 adalah paparan skrin bagi modul *e-waste* sekiranya pengguna memilih butang *e-waste* pada antara muka utama sebelum ini. Modul ini menerangkan takrif, kategori, dan contoh peralatan *e-waste* secara ringkas bagi memberi maklumat dan kefahaman awal kepada pengguna.

Rajah 3 Modul *e-waste*

Rajah 4 adalah paparan skrin bagi modul FTSM oleh pengguna. Modul ini memaparkan maklumat lokasi pengumpulan peralatan *e-waste* di bangunan FTSM dan jadual pengutipan peralatan *e-waste* di FTSM. Modul ini membantu pengguna merancang masa dan menghantar peralatan *e-waste* yang ingin diserahkan kepada pihak FTSM.

The screenshot shows the FTSM website interface. At the top, there are navigation tabs: E-Waste, FTSM (highlighted with a red box), Serahan, Hubungi, Mendaftar, and Log Masuk. Below the navigation is a header area with the text "Antaranya," and three circular icons representing recycling and waste management. The main content area is divided into two columns. The left column features an aerial photograph of a building complex with labels for "Block G" and "Block H". Below the photo is the text "THE FACULTY HAS THE INFRASTRUCTURE, ENVIRONMENT AND EFFICIENT SERVICE OFFERS TO GUARANTEE EXCELLENCE IN EDUCATION, RESEARCH AND SERVICE." The right column has the heading "Lokasi Pengumpulan" and a paragraph stating: "Lokasi pengumpulan E-Waste di FTSM berada di blok G Pejabat Dekan, aras bawah. Klik Untuk melihat peta tempat pengumpulan FTSM." Below this is a calendar titled "Jadual Pengurusan E-Waste FTSM" for April 2017, showing dates from 26 to 22. The calendar has a "Print" button and a "Week" button. The date 20 is highlighted in yellow, and 14 is marked as "Good Friday".

Rajah 4 Modul FTSM

Rajah 5 merupakan paparan skrin yang akan dipapar kepada pengguna yang memilih butang serahan pada antara muka utama. Modul ini mengandungi borang yang memuat butiran diri dan maklumat peralatan *e-waste* yang ingin diserahkan kepada pihak FTSM. Nombor serahan dan ID peralatan dijana secara automatik oleh sistem. Maklumat seperti nama, kategori dan kuantiti yang diberi oleh pengguna akan disimpan ke dalam pangkalan data pengguna dan pangkalan data serahan. Hasil pengujian menunjukkan maklumat yang diisi oleh pengguna berjaya disimpan ke dalam pangkalan data *phpMyAmin*. Maklumat yang telah disimpan tersebut boleh diperolehi oleh pengguna kategori staf yang mengurus modul Serahan Baru.

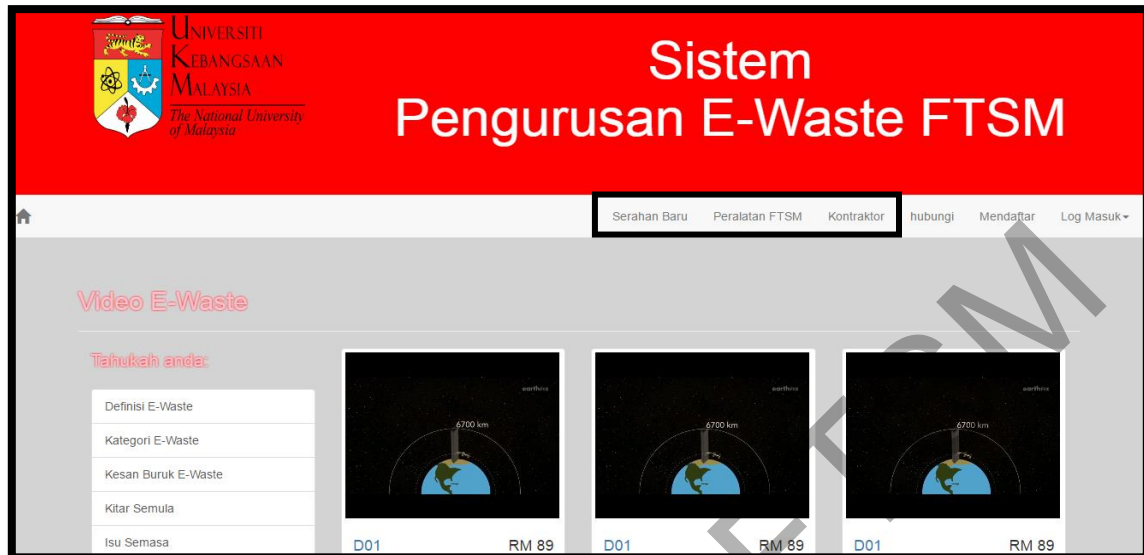
The screenshot shows a form titled "Borang keterangan pelanggan dan peralatan" (highlighted with a red box). The form contains the following fields:

- No. Serahan:
- ID Peralatan:
- No. Matrik:
- Nama Pengguna:
- Kategori:
- Jenama Peralatan:
- Kuantiti:
- Jenis Kerosakan:
- Lokasi:
- Emel:

At the bottom of the form are two buttons: "+ Create" and "Padam".

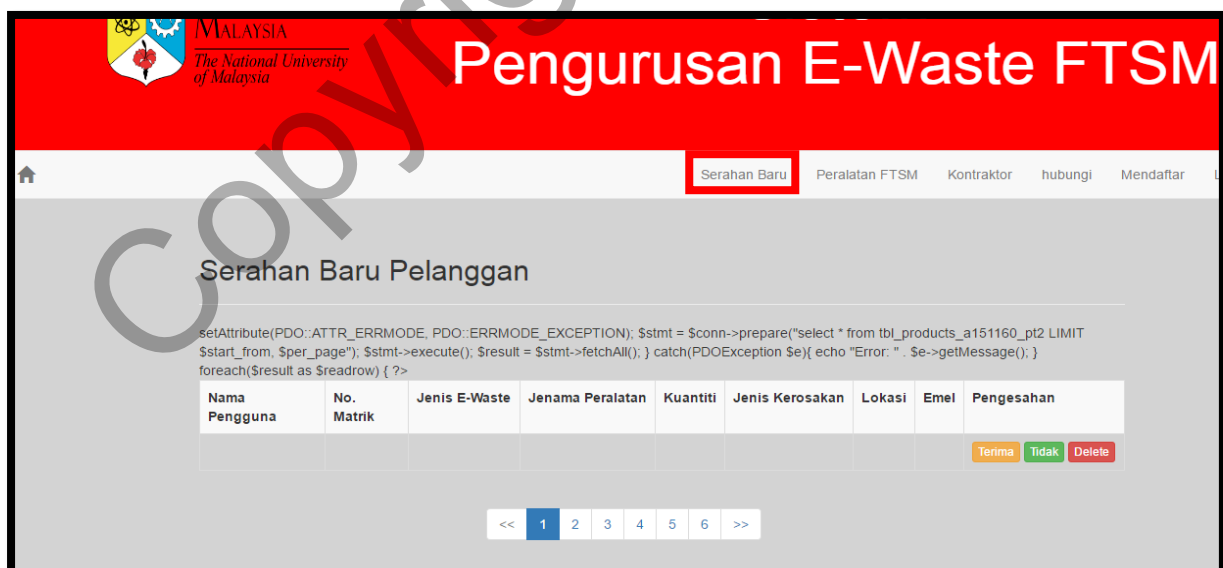
Rajah 5 Modul Serahan

Rajah 6 pula adalah paparan skrin bagi antara muka utama pengguna kategori staf yang mengurus peralatan *e-waste* di FTSM. Antara muka utama pengguna staf terdiri daripada tiga modul utama iaitu serahan baru, peralatan FTSM dan kontraktor. Staf boleh memilih butang mengikut tujuan penggunaan.



Rajah 6 Halaman utama staf FTSM

Rajah 7 adalah paparan skrin bagi antara muka serahan baru kepada staf yang memilih modul serahan baru pada antara muka utama. Modul ini berfungsi memapar maklumat peralatan *e-waste* daripada modul serahan pengguna yang disimpan dalam pangkalan data. Terdapat ralat yang berlaku kerana tiada maklumat yang disimpan kerana pangkalan data *phpMyAdmin* belum dihubungkan dengan sistem.



Rajah 7 Modul Serahan Baru

Rajah 8 merupakan paparan skrin bagi modul peralatan FTSM. Modul ini memapar senarai peralatan *e-waste* yang telah didaftar dan akan dilupuskan oleh staf *SISE-waste*. Staf *SISE-waste* juga boleh menambah peralatan *e-waste* sekiranya terdapat peralatan *e-waste* berdaftar atas nama FTSM yang rosak.

Serahan Baru
Peralatan FTSM
Kontraktor
hubungi
Mendaftar

Senarai Peralatan FTSM

** Diisi oleh pegawai aset

```
setAttribute(PDO::ATTR_ERRMODE, PDO::ERRMODE_EXCEPTION); $stmt = $conn->prepare("select * from tbl_products_a151160_pt2 LIMIT $start_from, $per_page"); $stmt->execute(); $result = $stmt->fetchAll(); } catch(PDOException $e){ echo "Error: " . $e->getMessage(); } foreach($result as $readrow) { ?>
```

ID Aset	Jenis Aset	Keterangan Aset	No. siri pendaftaran	Kos Penyelenggaraan terdahulu	Pengguna Terakhir	Tarikh Rosak	Jenis Kerosakan	Diluluskan
								Ya Tidak Edit Padam

<<
1
2
3
4
5
6
>>

Tambah Peralatan Baru

ID Aset:

Jenis Aset:

No. Siri Pendaftaran:

Kos Penyelenggaraan terdahulu (Jika ada):

 Tiada

 < Separuh Harga Asal

 >= Separuh Harga Asal

Pengguna Terakhir:

Tarikh Rosak:

Jenis Kerosakan:

KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, aplikasi *SISE-waste* yang dibangunkan menepati keperluan asas pengurusan peralatan *e-waste* di FTSM. Aplikasi tersebut membantu staf *SISE-waste* untuk mengurus log masuk peralatan *e-waste* FTSM yang hendak dilupus dan membantu para pensyarah dan pelajar FTSM mengurus peralatan *e-waste* dengan lebih baik dan selamat. Bagi para pensyarah dan pelajar, aplikasi *SISE-waste* dapat membantu mereka untuk merancang masa yang sesuai bagi menyerah peralatan *e-waste* bagi tujuan pelupusan. Selain itu, notifikasi dalam bentuk e-mail akan dihantar ke akaun berdaftar pengguna untuk memberi peringatan mengenai lokasi dan tarikh pengutipan peralatan. Penambahbaikan pada masa hadapan perlu dilakukan bagi memastikan sistem sentiasa berjalan dengan lancar berserta fungsian dan modul baharu mengikut keperluan pengguna yang selalu berubah.

RUJUKAN

- Gaidajis, G., K. Angelakoglou, and D. Aktsoglou. 2010. *E-waste: Environmental Problems and Current Management*. *Journal of Engineering Science and Technology Review* 3.1,193–199.
- Norlida 2016. 2015."47,962 tan metrik *E-waste* dilupus tahun lupus." *Kosmo*.
- Wath, Sushant B., P. S. Dutt, and T. Chakrabarti. 2011. *E-waste Scenario in India, Its Management and Implications*. *Environmental Monitoring and Assessment*, 249–262. Web.

Copyright@FTSM