

<http://www.ftsm.ukm.my/apjitm>

Asia-Pacific Journal of Information Technology and Multimedia

Jurnal Teknologi Maklumat dan Multimedia Asia-Pasifik

Vol. 7 No. 2, December 2018: 115 - 130

e-ISSN: 2289-2192

A RISK MANAGEMENT APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF AN EARLY WARNING SYSTEM: A CASE FOR TASIK CHINI

SITI NARIMAH JAMALI
MOHAMAD SHANUDIN ZAKARIA
SITI NABILA JAMALI

ABSTRACT

IT Risk Management is the application of risk management methods to information technology in order to manage IT risk. The business risk associated with the use, ownership, operation, involvement, influence and adoption of IT within an enterprise or organization. The purpose of this paper is to overcome the issue in implementing the IT Risk Management at Tasik Chini Research Centre (PPTC), Universiti Kebangsaan Malaysia. This paper aimed to enhance the risk management awareness by promoting active involvement of the workers in the daily affairs and the decision-making process. This paper used both quantitative and qualitative methods. Data was collected by interviewing the community living at the edge of the lake as well as collecting on-site at the rivers's monitoring station. The negative feedback include no framework of IT risk management at PPTC, lack of understanding in IT risk management concept among the PPTC staffs, and the need to promote a few aspects of the risk management policy, for instance, by introducing the development of risk management system or a customized model to register risk and data collection. The positive side was not limited to IT solely. They include the interest shown by PPTC top managements in implementing the full IT risk management in order to achieve the objectives of research centre. The results were also used in the development of the early warning system in water quality prototype as an early warning to the PPTC staffs and Orang Asli living in the vicinity of Tasik Chini. The study began by identifying the problems faced by the PPTC staffs to the usability of the risk management system that are available from the interviews. Usability characteristics of risk management system and early warning system that are suitable to the PPTC staffs and Orang Asli are identified and a guideline for the users interface usability of information systems is constructed.

Keywords: risk management, water quality, research centre, usability, early warning system

SATU PENDEKATAN PENGURUSAN RISIKO DALAM PEMBANGUNAN SISTEM AMARAN AWAL: KAJIAN KES DI TASIK CHINI

ABSTRAK

Pengurusan Risiko Teknologi Maklumat (PRTM) ialah penggunaan kaedah dalam pengurusan risiko untuk mengurus risiko Teknologi Maklumat (IT) iaitu risiko bisnes berkaitan dengan penggunaan, operasi, penglibatan dan pengaruh IT dalam organisasi. Tujuan kajian ini adalah untuk menangani beberapa isu pelaksanaan PRTM di Pusat Penyelidikan Tasik Chini (PPTC), Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM). Kajian ini membantu PPTC untuk memperbaiki dan meningkatkan kesedaran pengurusan risiko melalui kejayaan penglibatan semua pekerja dalam kegiatan harian dan pembuatan keputusan. Kajian adalah berbentuk tinjauan yang dirancang menggunakan kaedah soal selidik dan temu bual. Data dikumpulkan melalui soal selidik dan temu bual bersama kakitangan PPTC, masyarakat Orang Asli dan di lokasi stesen pengawasan sungai. Hasil temu bual mendapati ketiadaan pelan kerja pengurusan risiko dalam PPTC, konsep pengurusan risiko kurang difahami oleh beberapa kakitangan PPTC dan pusat penyelidikan perlu mempromosikan beberapa aspek polisi pengurusan risiko IT seperti membangunkan sistem pengurusan risiko khas atau model khas untuk pendaftaran risiko dan penyimpanan data. Dari sudut positif pula tidak terhad kepada IT semata-mata. Antaranya termasuk minat yang ditunjukkan oleh pengurusan PPTC atas pelaksanaan pengurusan risiko IT sepenuhnya untuk mencapai matlamat pusat penyelidikan. Hasilnya juga digunakan dalam pembangunan prototaip sistem amaran awal kualiti air sebagai amaran awal kepada kakitangan PPTC dan Orang Asli yang tinggal di sekitar Tasik Chini. Kajian bermula dengan mengenal pasti masalah yang dihadapi oleh kakitangan PPTC untuk kegunaan sistem pengurusan risiko yang diperolehi daripada temu bual.

Kriteria kebolegunaan sistem pengurusan risiko dan sistem amaran awal yang sesuai dengan kakitangan PPTC dan Orang Asli telah dikenal pasti dan garis panduan bagi pengguna iaitu kebolegunaan antara muka sistem maklumat direka bentuk.

Istilah indeks: pengurusan risiko, kualiti air, pusat penyelidikan, kebolegunaan, sistem amaran awal

PENGENALAN

Pusat Penyelidikan Tasik Chini (PPTC) atau Tasik Chini Research Centre telah dibentuk bagi menggalakkan penyelidikan bersepadu di dalam memelihara dan memulihara ekosistem tasik air tawar, biodiversiti flora dan fauna serta komuniti. Tanah seluas 20 ekar yang terletak di tepi tasik telah diperuntukkan oleh Kerajaan Negeri Pahang kepada Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) bagi melaksanakan penyelidikan, pendidikan, kerja lapangan dan sebagai tempat penghubungan masyarakat dengan warga PPTC. Sebuah kompleks makmal air tawar ditubuhkan khusus untuk mengukuhkan pengetahuan dan pemahaman berkenaan tapak rizab biosfera di bawah program *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) untuk membangunkan tapak rizab biosfera secara lestari. PPTC telah terlibat di dalam persiapan cadangan kertas kerja tersebut dan hasilnya Tasik Chini kini merupakan Tapak Rizab Biosfera pertama di Malaysia (Habibah et al. 2012). Terma PPTC untuk memperoleh Tapak Rizab Biosfera adalah memelihara kepelbagaian biologi, mempromosi penyelidikan dan pemantauan dan menyediakan model pembangunan lestari dalam perkhidmatan manusia.

Satu daripada aktiviti yang dijalankan oleh PPTC untuk terma pertama ialah pengekalan ekosistem tasik melalui pemulihan kualiti air. Pelbagai penyelidikan telah dijalankan untuk memulihkan kualiti air dan kualiti air yang terhasil akan dipantau. Pada masa ini, pemantauan kualiti air Tasik Chini dijalankan oleh beberapa agensi secara bersendirian sama ada secara berterusan atau *ad hoc* mengikut keperluan program pemantauan masing-masing. Dua agensi yang berterusan menjalankan pemantauan kualiti air Tasik Chini ialah Jabatan Alam Sekitar Negeri Pahang dan PPTC.

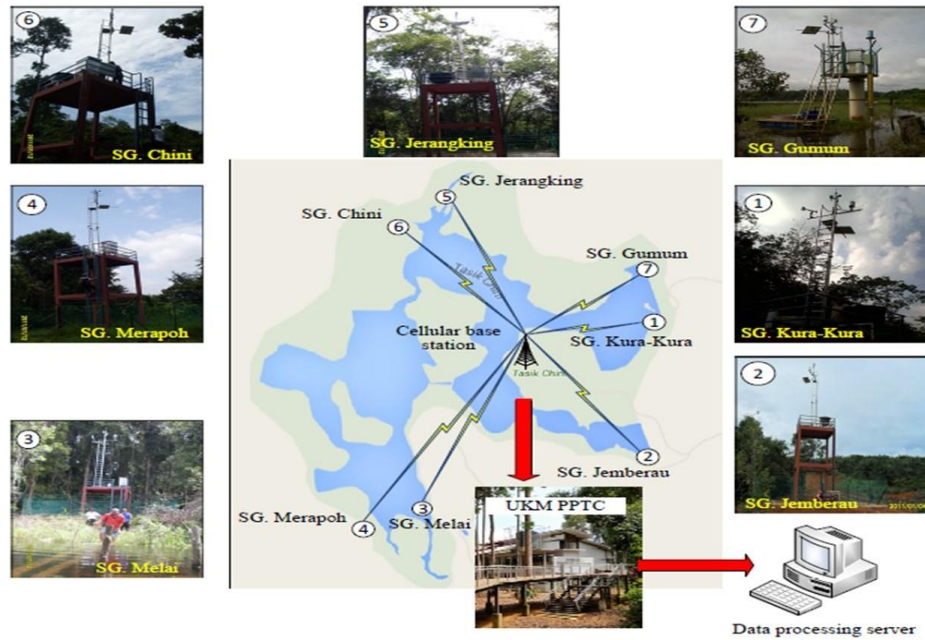
Pemantauan kualiti air di Tasik Chini dijalankan di tujuh buah stesen pemantauan hidrologi termasuk sungai-sungai yang mengalir masuk dan keluar dari tasik berkenaan. Setiap stesen permonitoran dilengkapi dengan sensor-sensor kualiti air, hidrologi dan kaji cuaca. Kajian yang dilakukan oleh Shuhaimi-Othman, Lim dan Mushrifah (2007) menunjukkan bahawa berdasarkan Indeks Kualiti Air (IKA) Malaysia, air di Tasik Chini dikelaskan sebagai kelas II iaitu sesuai untuk aktiviti rekreasi dan membolehkan sentuhan badan.

Kualiti air adalah faktor utama dalam pengurusan sumber air tawar di Tasik Chini Rizab Biosfera di bawah program UNESCO. Stesen pemantauan ini menyumbang kepada keupayaan dalam bidang pemantauan kualiti air dan penilaian dalam Tasik Chini Rizab Biosfera. Kaedah persampelan dan kaedah analisis adalah satu pendekatan bersepadu bagi hidrologi, kimia, biologi dan ukuran sedimen dan kaitannya dengan ekosistem tasik yang merupakan sebahagian daripada lembangan Sungai Pahang. Ini merupakan pelan jangka pendek dan jangka panjang program pemantauan yang digunakan untuk mengesan corak keadaan dalam persekitaran semula jadi dan kajian mengenai kesan pencemaran.

LATAR BELAKANG

Dua agensi yang berterusan menjalankan pemantauan kualiti air Tasik Chini ialah Jabatan Alam Sekitar Negeri Pahang dan PPTC. Jabatan Alam Sekitar Negeri Pahang telah menjalankan program persampelan kualiti air Tasik Chini bermula pada tahun 2005. Pemantauan kualiti air Tasik Chini dijalankan di 15 buah stesen persampelan sehinggalah tahun 2009. Bermula tahun 2010, stesen persampelan telah ditambah kepada 23 stesen dan kekerapan persampelan adalah

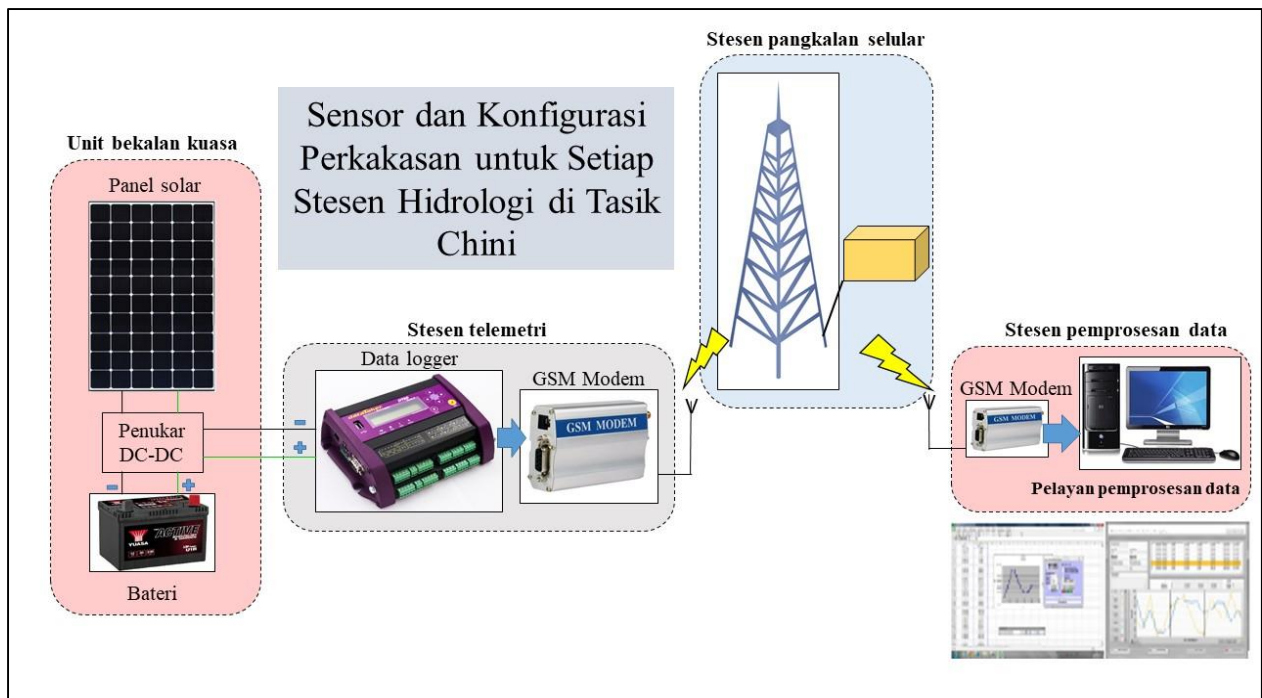
sekali sebulan. Di Makmal Rangkaian Pemantauan PPTC pula, pemantauan kualiti air dijalankan di tujuh buah stesen persampelan dengan kekerapan persampelan dilakukan setiap 15 minit. Gambaran keseluruhan Stesen Pemantauan Hidrologi di Tasik Chini boleh dilihat di Rajah 1.



RAJAH 1. Gambaran keseluruhan stesen pemantauan hidrologi di Tasik Chini

Bacaan data kualiti air dari sensor luaran yang direkod selang 15 minit akan dihantar kepada perakam data atau *data logger*. Perakam data ialah sebuah peranti elektronik yang mencatat data dari masa ke semasa. Seterusnya, data kualiti air dihantar ke modem GSM yang terdapat di setiap Stesen Pemantauan Hidrologi di Tasik Chini. Modem GSM adalah sejenis modem khusus yang menerima kad SIM dan beroperasi melalui langganan kepada pengendali mudah alih seperti telefon bimbit. Makmal pemantauan ini dibina di atas platform sumber terbuka yang menggunakan rangkaian GSM untuk SMS dan komunikasi tanpa wayar GPRS. Fungsi program ditulis untuk bekerja dengan hampir setiap jenis teknologi GSM di pasaran tempatan dan antarabangsa termasuk SIM900 dan SM5100B. Fungsi ini menggunakan AT standad arahan untuk berkomunikasi dengan modem GSM (Habibah et al. 2012).

Data kualiti air daripada modem GSM akan dihantar ke stesen pangkalan selular atau *cellular base station*. Dalam bidang rangkaian komputer tanpa wayar, stesen pangkalan adalah penerima radio atau pemancar yang berfungsi sebagai hab rangkaian tanpa wayar tempatan dan juga merupakan gerbang antara rangkaian berwayar dan rangkaian tanpa wayar. Kebiasaanya terdiri daripada pemancar kuasa rendah dan penghala tanpa wayar seperti yang digunakan di PPTC. Seterusnya, data kualiti air akan dihantar ke modem GSM di Makmal Rangkaian Pemantauan PPTC dan akhirnya ke pelayan maklumat atau *server*. *Server* dalam talian yang terdapat di makmal PPTC ini boleh memberi maklumat dan Sistem Peringatan Khidmat Pesanan Ringkas (SMS) kepada komuniti di Tasik Chini Rizab Biosfera melalui Komunikasi GSM *Wireless*. Rajah 2 menunjukkan sensor dan konfigurasi perkakasan untuk setiap stesen hidrologi di Tasik Chini.



RAJAH 2. Sensor dan konfigurasi perkakasan untuk setiap stesen hidrologi di Tasik Chini

Mengikut rekod data kualiti air yang telah dikumpul di pelayan maklumat PPTC, menunjukkan bahawa data berkenaan berjaya direkod setiap 15 minit sepanjang tahun. Namun begitu, perubahan iklim kebelakangan ini menyebabkan sering berlakunya banjir di Tasik Chini. Dalam pada itu, Tasik Chini juga menerima limpahan air dari Sungai Pahang. Saban tahun banjir yang melanda Tasik Chini semakin teruk kerana air yang terkumpul dari Cameron Highlands, Temerloh dan kawasan pinggir Sungai Pahang mengalir masuk ke Tasik Chini. Oleh itu, Stesen Pemantauan Hidrologi di Tasik Chini juga tenggelam akibat banjir. Pada 9 Januari 2018, banjir mengakibatkan kerosakan pada peralatan yang ditunjukkan dalam Rajah 3. Kerosakan ini menyebabkan data tidak direkodkan. Rajah 3 menunjukkan stesen pemantauan hidrologi yang tenggelam akibat banjir.



RAJAH 3. Stesen pemantauan hidrologi yang tenggelam akibat banjir di Tasik Chini

Hal ini menyebabkan, pemantauan kualiti air di Tasik Chini tidak dapat dijalankan oleh PPTC. Risiko berlakunya bencana alam adalah semakin tinggi dan kesan pada pemantauan kualiti air adalah besar. Oleh sebab itu, PPTC memerlukan satu kaedah untuk mengurus risiko kerosakan pada sensor dan rangkaian sensor disebabkan oleh banjir. Pengurusan risiko ini membantu PPTC supaya sentiasa berada dalam keadaan siap siaga.

Bagi mencapai matlamat kajian ini, objektif kajian adalah mengumpul keperluan mengurus bencana daripada penduduk pinggir tasik, mengkaji kaedah pengurusan risiko berdasarkan amalan pengurusan terbaik atau rangka kerja piawai dan membangun sistem pengurusan risiko untuk menangani bencana akibat daripada kerosakan sensor dan rangkaian sensor berasaskan amalan terbaik atau rangka kerja piawai.

Kajian ini memberi penerangan tentang penerapan pengurusan risiko dalam pemantauan kualiti air dan pemahamannya oleh kakitangan PPTC. Selain itu, semakin tinggi ketidaktentuan keadaan luaran dan dalaman pengurusan pusat penyelidikan, semakin tinggi kepentingan kedua pengenalan dan kuantifikasi risiko, serta pentingnya langkah sesuai yang menentang kesan negatif risiko (Dohn et al. 2014). Kajian ini dapat mengemukakan pendekatan ISO 31000 untuk inovasi teknologi pengurusan risiko berdasarkan amalan pengurusan terbaik (Yun-hong et al. 2007).

Kajian terdahulu menegaskan bahawa mengurangkan risiko dalam kejadian bencana alam seperti banjir menjadi sebab yang paling digemari untuk mengadaptasi pengurusan risiko PPTC (Lin-zi et al. 2010). Andaian bahawa kakitangan PPTC mahukan lebih banyak kebolehpercayaan (Zhang et al. 2014) terhadap sistem pengurusan risiko untuk mengurangkan risiko dalam organisasi telah menyebabkan penglibatan PPTC dalam pengurusan risiko. Ini menunjukkan bahawa risiko untuk organisasi PPTC meningkat dengan ketara akibat kejadian banjir yang semakin kerap berlaku. Ini menjelaskan mengapa risiko sering disebut dalam literasi pengurusan risiko PPTC.

Namun, beberapa kajian telah cuba mengkonseptualisasikan dan membincangkan risiko PPTC. Sebagai contoh, Ozturk et al. (2015) mengkategorikan risiko yang berkaitan dengan PPTC berkaitan dengan kerosakan prasarana, kebakaran, tumpahan asid atau merkuri di dalam lab, kehilangan aset, banjir, serangan binatang berbisa, gangguan bekalan elektrik atau air, gangguan capaian internet, kebocoran gas dan cabaran logistik. Di samping itu, beberapa penyelidik telah mencadangkan bahawa risiko strategik biasanya meliputi isu yang berkaitan dengan pelaksanaan pengurusan risiko PPTC, termasuk perubahan organisasi. Berikutan definisi risiko sebagai gabungan kebarangkalian kehilangan P (kerugian) dan kesan kerugian I ($loss\ n$) bagi organisasi, dengan n menunjukkan bilangan risiko, kerugian atau kesan yang berlainan (Alali 2010). Selain itu, risiko strategik harus dibincangkan sebagai ketidakpastian, cabaran atau halangan tidak mungkin dapat mengira kesan kejadian (Reim et al. 2016).

Sebaliknya, kajian literasi ini khusus memberi tumpuan kepada risiko operasi dalam menyediakan pengurusan risiko PPTC dalam menangani bencana alam seperti banjir. Kajian teori menunjukkan bahawa risiko operasi tidak sering dikaji, walaupun beberapa contoh berasal dari sektor tanaman yang menumpukan pada kegiatan harian mereka (Amaldi & Chellappah 2012; Baird & Riggins 2012; Simmons 2016; Tiranti & Rabuffetti 2010). Ramai penyelidik telah mengenal pasti pelbagai risiko operasi tetapi tanpa memberikan gambaran holistik tentang pengurusan risiko PPTC. Secara umumnya, penyelidik menumpukan perhatian kepada kerosakan aset iaitu sensor kualiti air yang rosak akibat tenggelam semasa banjir yang menyebabkan peningkatan kos pembaikan, penyelenggaraan dan kos lain.

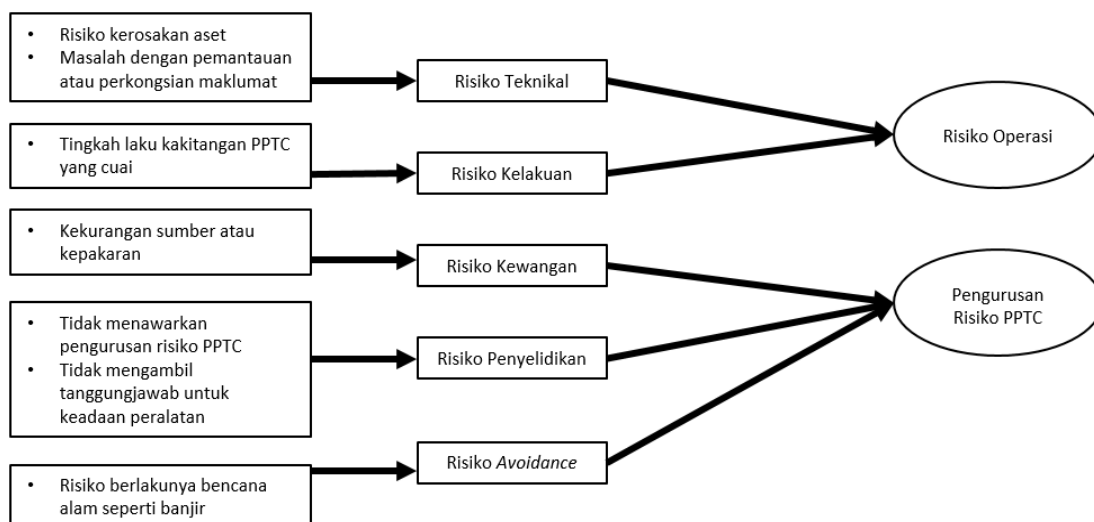
PPTC bertanggungjawab untuk pembaikan dan kerosakan aset akibat bencana alam yang merupakan keadaan normal bagi kebanyakan kakitangan PPTC. Isu teknikal ini juga boleh dikaitkan dengan risiko yang lebih mudah dikaitkan dengan keadaan teknologi yang sudah usang (Frolov et al. 2016; Riley 2013). Faktor risiko lain yang belum difahami dengan baik tetapi mendapat perhatian yang semakin meningkat berkaitan dengan tingkah laku

kakitangan PPTC yang tidak beretika (Aven & Vinnem 2007). Ini termasuk kurang teliti dan cermat ketika menggunakan aset yang dimiliki oleh PPTC. Contohnya termasuk penggunaan makmal tidak mengikut peraturan yang disediakan atau penggunaan yang lain yang mempunyai kesan negatif terhadap keadaan pusat penyelidikan (Insua et al. 2016).

Tingkah laku yang opportunistik adalah satu lagi contoh kelakuan buruk yang berlaku apabila kakitangan PPTC menggunakan aset pusat penyelidikan untuk kepentingan diri sendiri dan dengan itu cuba untuk memaksimumkan faedah peribadi (Reim et al. 2016). Selain itu, penyebaran maklumat palsu mengenai PPTC juga boleh mencemarkan reputasi PPTC terutamanya berita di dalam surat khabar dan media massa. Tambahan pula, peningkatan pemahaman tentang risiko ini, semasa peringkat pembangunan awal dapat membantu analisis risiko yang lebih baik untuk mengurangkan kerumitan dan kekaburan yang dikaitkan dengan pengenal pastian dan pengurusan risiko (Ernawati et al. 2012; Hommel et al. 2016).

Walaupun bidang pengurusan risiko telah wujud sejak dekad yang lalu, kajian literasi mengenai pengurusan risiko di dalam PPTC masih dalam peringkat awal (Hou et al. 2013). Pengurusan risiko boleh ditakrifkan sebagai proses logik dan berterusan yang terdiri daripada tiga langkah utama: mengenal pasti risiko, memilih strategi tindak balas risiko dan memantau hasil (Reim et al. 2016). Rajah 4 menunjukkan struktur pengurusan risiko yang dihasilkan selepas mengkaji kajian lepas. Terdapat lima risiko yang telah dikenal pasti untuk pengurusan risiko PPTC iaitu risiko teknikal, risiko kelakuan, risiko kewangan, risiko penyelidikan dan risiko *avoidance*. Risiko ini akan dibahagikan kepada dua dimensi iaitu risiko operasi dan pengurusan risiko PPTC. Ini kerana borang daftar risiko yang akan dibina berdasarkan data struktur ini diasingkan mengikut kategori risiko dan kualiti air di Tasik Chini.

Borang daftar risiko yang dibina, menggunakan ISO 31000 sebagai rujukan kerana lebih bersesuaian dengan keadaan pusat penyelidikan di samping mudah difahami dan terkini. Rangka kerja pengurusan risiko yang dibina mempunyai proses pentadbiran yang berlaku di semua bahagian organisasi PPTC. Selain itu, rangka kerja ini dengan cekap memudahkan pengurusan risiko dengan menggunakan proses pengurusan risiko yang berkesan. Rangka kerja ini memastikan maklumat yang berkaitan dengan risiko dikendalikan dengan wajar dan boleh diakses untuk proses eksekutif dalam organisasi. Matlamat penting rangka kerja ini adalah untuk membantu organisasi untuk mengintegrasikan pengurusan risiko ke seluruh organisasi (ISO 31000 2009).



RAJAH 4. Struktur pengurusan risiko

METODOLOGI

Kajian adalah berbentuk tinjauan yang dirancang mengguna kaedah soal selidik dan temu bual. Selain itu maklumat tentang bencana alam yang kerap berlaku di Tasik Chini juga diambil kira di samping cadangan penyebaran maklumat kepada masyarakat Orang Asli yang diberi oleh responden. Kajian ini secara keseluruhan berbentuk kuantitatif dan kualitatif. Data diukur secara statistik diskriptif seperti peratusan sesuatu kumpulan data.

Temu bual yang dijalankan merupakan kajian rintis bagi mendapatkan pandangan mengenai pengurusan risiko dalam pemantauan kualiti air di Tasik Chini yang merupakan keperluan asas Orang Asli yang tinggal di tebing Tasik Chini. Selain itu, pandangan dan cadangan mengenai pembangunan sistem pengurusan risiko berdasarkan maklumat mengenai tasik oleh Orang Asli diperlukan untuk kajian ini. Risiko dalam kajian ini merujuk kepada apa jua kemungkinan, kesan positif dan negatif daripada bencana alam atau kualiti air di Tasik Chini mengikut pengkelasan status kualiti air sungai dan tasik berdasarkan *National Lake Water Quality Standard (NLWQS)* oleh Institut Penyelidikan Hidraulik Kebangsaan (NAHRIM). Selain itu, pembangunan sistem pengurusan risiko dapat dijadikan medium penyampaian maklumat kualiti air kepada masyarakat Orang Asli menggunakan Khidmat Pesanan Ringkas (SMS) secara pantas, mudah dan murah (Abdul Aziz et al. 2008).

Selain itu, penyelidik diberi kebebasan mengunjung dan bertemu serta mengadakan sesi temu bual di PPTC. Penyelidikan dilakukan berdasarkan masalah yang wujud dalam organisasi PPTC, perancangan dibuat dengan mengadakan beberapa sesi temu bual dan pemerhatian bagi mendapatkan maklumat terperinci daripada pihak PPTC.

Ulasan kepustakaan adalah salah satu kaedah penting yang boleh memberi idea untuk membimbing seseorang penyelidik dalam mengenal pasti masalah dan penyelesaiannya. Jurnal, artikel, buku dan internet adalah sumber bagi memperoleh maklumat yang berkaitan dengan kajian. Rujukan tersebut dihad kepada penerbitan yang berusia tidak melebihi daripada lima tahun, meskipun ada beberapa penerbitan yang berusia melebihi lima tahun.

FASA EMPIRIKAL

Kajian ini menggunakan teknik kajian kuantitatif peringkat asas dan lebih tertumpu kepada teknik kajian kualitatif. Penggunaan teknik kajian kuantitatif yang dilakukan melalui soal selidik hanya untuk mengetahui kesesuaian kandungan dan reka bentuk sistem pengurusan risiko yang dibangunkan dan seterusnya dibuat pembetulan. Manakala teknik kajian kualitatif pula, banyak menggunakan kaedah interaksi bersemuka dan menggalakkan perhubungan secara tidak formal. Tujuan interaksi secara terus dengan kakitangan PPTC supaya mendapat data yang lebih tepat dan boleh memahami keadaan di Tasik Chini supaya keperluan, pilihan dan kebolegunaan terhadap sistem pengurusan risiko yang dibangunkan dapat diperolehi. Tambahan pula, teknik ini berupaya mendapatkan maklumat dengan segera dan banyak maklumat kualitatif yang diperolehi daripada pendapat pengguna sebenar (Simmons 2016).

Kaedah ini bersesuaian untuk menjawab persoalan kajian iaitu untuk mengenal pasti faktor yang diperlukan untuk menghasil sistem pengurusan risiko bagi menangani pengurusan risiko dalam pemantauan kualiti air Tasik Chini dan cara pengurusan risiko ini boleh diadaptasi bagi keperluan pemantauan kualiti air Tasik Chini.

Di samping itu, penggunaan teknik kualitatif adalah fleksibel. Kaedah ini hanya menggunakan sampel yang kecil, mengutip data secara terfokus dan mendalam serta membuat analisis secara penghuraian dan interpretasi naratif. Tambahan pula, kekuatan kajian kualitatif

mempunyai kelebihan untuk menyediakan penerangan secara naratif mengenai pengalaman dan pendapat kakitangan PPTC bagi menjelaskan sesuatu isu.

Sampel adalah merupakan pengambilan sebahagian daripada sesuatu populasi. Ia merupakan kaedah yang baik untuk mengurangkan kos dan menggambarkan keseluruhan populasi. Sampel adalah sumber untuk mendapatkan data. Dalam kajian ini, responden yang terlibat adalah terdiri daripada masyarakat Orang Asli dan kakitangan PPTC (pegawai penyelidik PPTC). Golongan Orang Asli yang dipilih adalah penduduk di sekitar Tasik Chini. Manakala pegawai penyelidik PPTC adalah mereka yang aktif menguruskan maklumat keluar dan masuk terhadap organisasi tersebut menggunakan teknologi internet, peralatan komputer dan peralatan mudah alih.

PPTC yang berlokasi di Pekan, Pahang menempatkan seramai 5 orang kakitangan yang telah ditemu bual bagi mendapatkan maklumat mengenai pengurusan risiko di PPTC. Sejumlah 4 orang kakitangan PPTC yang bertugas sebagai pegawai penyelidik dan seorang ketua pusat penyelidikan yang menguruskan bahagian pengurusan maklumat yang akan memberi sumber data dan mengesahkan tentang data yang digunakan. Dalam kajian ini, strategi persampelan adalah jenis persampelan bertujuan di mana responden yang dipilih dalam kajian berdasarkan kepada pengalaman, pengetahuan dan kepakaran mereka.

Tambahan pula, seramai 25 orang responden masyarakat Orang Asli di Tasik Chini yang sudi bekerjasama dalam kajian ini dipilih secara rawak dari dua kampung berbeza iaitu Kampung Gumum dan Kampung Cendahan untuk menjawab soal selidik yang disediakan. Pengedaran soal selidik dibuat bermula 12 Februari 2017 dan memakan masa selama seminggu untuk mengumpul data yang diperlukan. Selain itu, 2 sungai telah dipilih dari 9 sungai yang terdapat di Tasik Chini iaitu Sungai Jemberau dan Sungai Chini untuk menunjukkan perbezaan kualiti air. Pemilihan 2 sungai tersebut dibuat kerana sungai tersebut mempunyai data kualiti air yang lengkap direkod di pangkalan data PPTC.

Kajian ini menggunakan dua teknik iaitu soal selidik dan temu bual. Teknik soal selidik kajian ini menggunakan kedua-dua jenis soal selidik iaitu secara berstruktur dan tidak berstruktur. Soal selidik berstruktur dan berbentuk tertutup digunakan supaya jawapan responden adalah seragam dan mudah dibandingkan dengan responden lain. Manakala, soalan berbentuk terbuka dikemukakan untuk memberi ruang kepada responden menyatakan pendapat dan sebagai pelengkap kepada soalan berbentuk tertutup (Hommel et al. 2016). Penggunaan teknik ini hanya digunakan dalam fasa awal pengumpulan data iaitu untuk mendapatkan maklumat asas sebelum kajian mendalam dilaksanakan.

Manakala kaedah kajian yang digunakan untuk pengumpulan data primer melalui kaedah temu bual bersemuka secara individu menggunakan teknik temu bual secara tidak formal dan berulang. Kaedah ini merupakan kaedah paling baik untuk mendapatkan maklumat secara kualitatif berdasarkan pendapat pengguna sebenar (Lehtiranta & Junnonen 2014). Selain itu, temu bual melalui kaedah hubungan telefon dan berbalas emel juga digunakan lanjutan daripada temu bual bersemuka untuk melengkapkan maklumat yang diperlukan. Temu bual adalah merupakan satu cara untuk mendapatkan maklumat secara cepat dan banyak maklumat kualitatif yang diperoleh daripada situasi sebenar kakitangan. Soalan temu bual dibuat secara separa berstruktur dan terbuka. Tujuan teknik ini digunakan untuk menggalakkan interaksi dalam proses pembangunan supaya nilai persamaan dapat dihasilkan.

Tujuan utama kajian ini adalah untuk mengenal pasti tahap dan faktor penggunaan yang mempengaruhi penerimaan dan penggunaan sistem pengurusan risiko dalam kalangan kakitangan PPTC. Walau bagaimanapun, maklumat daripada penduduk sekitar Tasik Chini dapat membantu dalam mengenal pasti keperluan pembangunan sistem pengurusan risiko PPTC.

Beberapa sesi diadakan bagi memperoleh maklumat melalui temu bual dan kemudian dianalisis. Sesi temu bual dimulakan berdasarkan aliran proses yang diamalkan oleh pihak

PPTC. Penyelidik didedah dengan aliran proses yang diamal oleh PPTC. Bermula daripada pegawai penyelidik, penyelidik dan staf sokongan PPTC.

Jenis temu bual yang dijalankan adalah temu bual semi-struktur yang mempunyai satu set soalan yang diubah suai daripada kajian terdahulu. Bergantung kepada respon temu bual, sekiranya maklumat yang diperolehi dari sesi ini tidak lengkap, maka soalan tambahan bagi mendapatkan penjelasan yang lanjut diutarakan. Prof. Dato' Sri Dr. Mushrifah Idris merupakan ketua PPTC yang telah berkhidmat lebih dari 12 tahun di PPTC. Prof. Dato' Sri telah memberi kerjasama yang baik dalam sesi temu bual, di mana beliau telah memberi gambaran bagaimana PPTC berfungsi.

HASIL KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Hasil yang diperolehi daripada soal selidik dan temuduga yang dijalankan di Pusat Penyelidikan Tasik Chini (PPTC). Soal selidik dilakukan kepada masyarakat Orang Asli dan temu bual dilakukan kepada kakitangan PPTC. Kemudian, data Indeks Kualiti Air (IKA) dikumpulkan dan dikodkan untuk dianalisis dengan menggunakan *Microsoft Excel* setelah melalui proses *Extract, Transform* dan *Load* bagi data (IKA). Bahagian IKA meliputi maklumat indeks kualiti air mengikut sungai pada tahun 2016. Terdapat dua sungai yang dikaji mengikut data yang diperolehi dari Makmal Rangkaian Pemantauan Tasik Chini, PPTC iaitu Sungai Jemberau dan Sungai Chini. Data ini digunakan untuk menentukan status kualiti air terkini di Tasik Chini dan pembangunan sistem pengurusan risiko. Bahagian Orang Asli pula meliputi soal selidik dan temu bual bersama 25 orang masyarakat Orang Asli di dua buah kampung berasingan bagi mendapatkan maklumat bencana alam yang kerap berlaku. Analisis Bahagian Indeks Kualiti Air (IKA) melibatkan analisis data bagi maklumat sungai, bulan dan status kualiti air mengikut kelas yang ditetapkan.

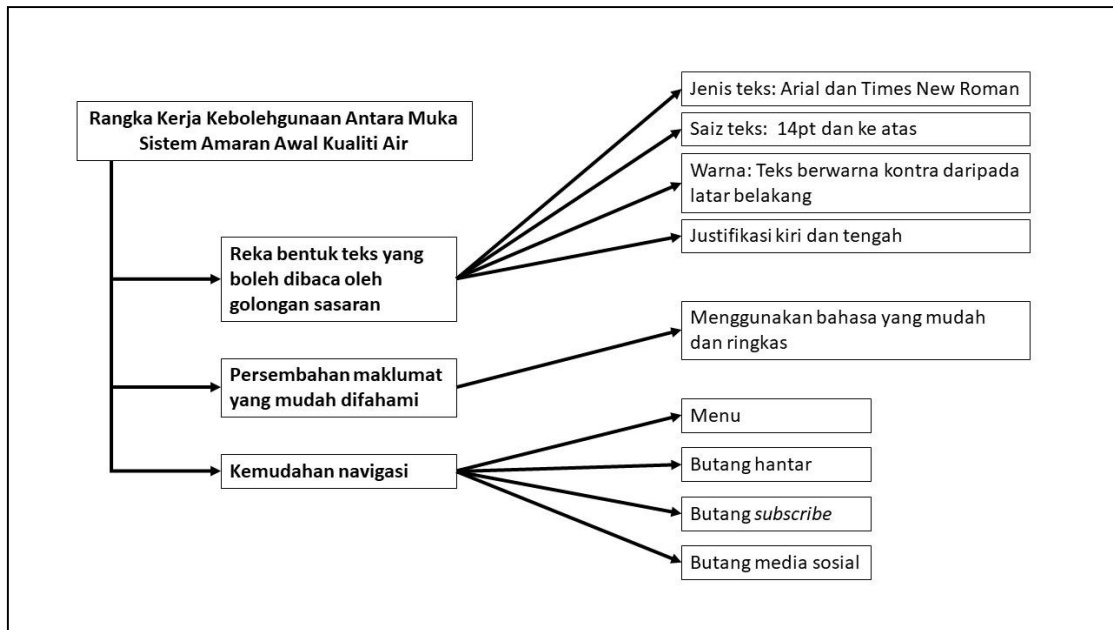
Kategori kelas indeks kualiti air adalah seperti berikut: Kelas I (> 92.7), Kelas II (76.5 - 92.7) dan Kelas III (51.9 - 76.5). Bagi Sungai Jemberau untuk bulan November menunjukkan indeks kualiti air paling rendah iaitu 66 berada di dalam kategori Kelas III. Diikuti dengan indeks kualiti air pada bulan Disember sebanyak 69. Bagi bulan September dan Oktober masing-masing 80 dan 79 menunjukkan indeks kualiti air berada dalam Kelas II. Ini menunjukkan bahawa indeks kualiti air mencapai tahap Kelas II selama dua bulan berturut-turut dan mula jatuh ke Kelas III selepas pencemaran kualiti air berlaku di Sungai Jemberau. Oleh itu, data ini menunjukkan kepentingan pengurusan risiko dalam pemantauan kualiti air di Tasik Chini.

Di Sungai Chini pula, pada bulan Disember menunjukkan indeks kualiti air paling rendah iaitu 62 berada di dalam kategori Kelas III. Diikuti dengan indeks kualiti air pada bulan November sebanyak 64 dan bulan Oktober sebanyak 76 juga berada di dalam Kelas III. Bagi bulan September kualiti air sungai menunjukkan indeks kualiti air sebanyak 81 berada dalam Kelas II. Ini menunjukkan bahawa indeks kualiti air mencapai tahap Kelas II pada awalnya dan mula jatuh ke Kelas III selepas bencana alam seperti banjir berlaku di Sungai Chini. Melalui data yang diperolehi, pembangunan sistem amaran awal kualiti air dan juga sistem pengurusan risiko dilihat perlu bagi kemudahan pihak PPTC dalam mengurus risiko yang dihadapi ketika banjir.

GARIS PANDUAN KEBOLEHGUNAAN

Oleh itu, rangka kerja kebolehgunaan dihasilkan daripada garis panduan sistem amaran awal kualiti air, kajian literasi dan hasil temu bual yang dijalankan. Hasil perbandingan dan gabungan tersebut menghasilkan satu rangka kerja kebolehgunaan yang digunakan dalam sistem amaran awal kualiti air. Rangka kerja ini digunakan dalam pembangunan sistem amaran awal kualiti

air dengan menekankan faktor utama serta elemen antara muka yang bersesuaian dengan kakitangan PPTC dan masyarakat Orang Asli. Tiga faktor harus diberi perhatian iaitu reka bentuk teks yang boleh dan mudah dibaca, persembahan maklumat yang mudah difahami dan kemudahan navigasi.



RAJAH 5. Rangka kerja awal kebolegunaan sistem amaran awal kualiti air

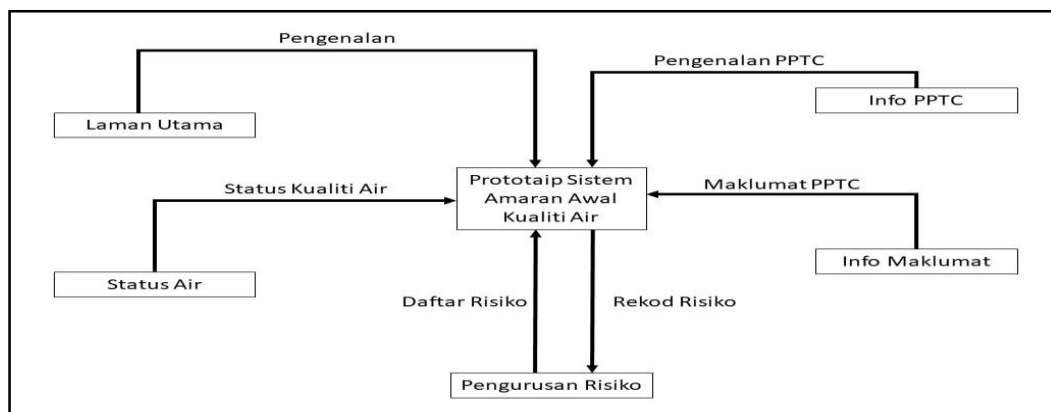
REKA BENTUK SISTEM

Sebelum pembangunan sistem amaran awal kualiti air dan sistem pengurusan risiko dilakukan, reka bentuk sistem perlu dikenal pasti. Rajah konteks menerangkan aliran data yang berlaku di dalam sistem amaran awal kualiti air ketika pengguna menggunakan sistem tersebut. Sistem amaran awal kualiti air ini adalah sistem yang ringkas hasil daripada dapatan elemen dalam rangka kerja kebolegunaan yang dihasilkan sebelum ini dalam Rajah 5. Sistem amaran awal kualiti air ini menggunakan prototaip berfideliti sederhana yang hanya melakukan sambungan data bagi tujuan paparan dan merekod pengurusan risiko sahaja. Rajah 6 menunjukkan antara muka prototaip berfideliti sederhana yang dibangunkan mengikut garis panduan yang memenuhi ciri yang dikehendaki oleh kakitangan PPTC dan Orang Asli.



RAJAH 6. Prototaip garis panduan kebolegunaan antara muka laman web untuk PPTC

Rajah 7 menunjukkan gambar rajah aliran data yang berlaku ketika pengguna menggunakan sistem tersebut. Menu yang terdapat di dalam sistem seperti menu laman utama, status air, info PPTC, cara menghubungi PPTC menggunakan capaian maklumat yang terdapat dalam sistem itu sendiri dan menu pengurusan risiko yang hanya boleh diakses oleh kakitangan PPTC yang berdaftar sahaja. Pengguna sistem ini hanya perlu klik atau menekan pautan yang terdapat pada menu yang dikehendaki jika ingin melihat paparan maklumat yang diinginkan. Manakala pada menu pengurusan risiko, pengguna perlu log masuk ke dalam akaun *Gmail* mereka terlebih dahulu sebelum menggunakan borang daftar risiko dan borang daftar risiko kualiti air yang perlu dilengkapkan oleh kakitangan PPTC bagi merekod setiap risiko dalam bahagian masing-masing dan merekod setiap risiko mengikut status kualiti air sungai di Tasik Chini. Setiap risiko perlu direkodkan di ruangan tempat kosong risiko secara berasingan.



RAJAH 7. Rajah konteks prototaip sistem amaran awal kualiti air

IMPLEMENTASI SISTEM

Sistem amaran awal kualiti air ini dibangunkan menggunakan aplikasi *Wix.com*. Aplikasi ini tidak mempunyai had untuk penyelidik membina laman web mengikut idea kreatif sendiri, tanpa menggunakan pengaturcaraan dan kebebasan sepenuhnya untuk penyelidik mengurus sistem secara keseluruhan dalam talian. Aplikasi *Wix.com* juga mempunyai semua alat dan ciri yang penyelidik perlukan untuk membina sistem amaran awal kualiti air dalam talian yang digunakan secara percuma.

Selain itu, aplikasi ini mempunyai fungsi *drag and drop* sahaja untuk menukar, menyesuaikan atau menambah sesuatu pada sistem amaran awal kualiti air dengan menggunakan keupayaan HTML5. Manakala untuk pangkalan data sistem pengurusan risiko pula, penyimpanan data dilakukan menggunakan aplikasi *Google Drive* untuk menyimpan maklumat risiko yang telah didaftar dan memaparkan semula rekod risiko untuk tujuan laporan. Borang daftar risiko mengikut kategori risiko PPTC dan borang daftar risiko kualiti air pula dibina menggunakan aplikasi *Google Forms*. Walaupun sistem amaran awal kualiti air adalah sebuah sistem yang ringkas, tetapi sistem ini juga memerlukan pangkalan data bagi fungsi menu pengurusan risiko yang terdapat di dalam sistem.

Perisian yang terakhir yang terlibat di dalam pembangunan sistem amaran awal kualiti air ialah *PhotoScape*. *PhotoScape* digunakan dalam pengeditan grafik yang membolehkan penyelidik untuk mengubah suai gambar daripada kamera digital atau telefon bimbit.

ANALISIS PENILAIAN PROTOTAIP

Tujuan menganalisis prototaip adalah untuk menguji sama ada prototaip yang dibangunkan mengikut keperluan pengurusan risiko PPTC dan masyarakat Orang Asli. Selain itu, prototaip

sistem amaran awal kualiti air dapat menguji keberkesanan prototaip sebelum dibangunkan secara menyeluruh. Analisis penilaian prototaip telah dilakukan bagi mendapatkan maklum balas daripada golongan sasaran iaitu kakitangan PPTC terhadap prototaip sistem amaran awal kualiti air yang telah dibangunkan. Seramai sembilan orang responden terdiri daripada lima orang perempuan dan empat orang lelaki telah menjawab soalan kaji selidik penilaian kebolegunaan prototaip yang dibangunkan.

Hasil jawapan analisis golongan sasaran mendapati mereka bersetuju bahawa sistem amaran awal kualiti air ini bersesuaian dengan golongan sasaran dan mempunyai ciri butang ‘hantar’, peratusan bagi kesesuaian tulisan di dalam sistem ialah 78% manakala ciri butang ‘hantar’ adalah 70%. Sebanyak 81% responden bersetuju bahawa prototaip sistem amaran awal kualiti air ini menggunakan bahasa yang mudah difahami, susun atur dan reka bentuk seragam dan mempunyai menu yang mudah dilihat dan diklik.

Seterusnya apabila ditanya mengenai kekemasan dan tulisan di dalam sistem, responden memberikan 80% dan peratusan yang sama diberikan apabila mereka menjawab mengenai pautan yang terdapat di dalam prototaip tersebut. Penyelidik ada menyediakan soalan berkenaan gabungan media seperti adakah prototaip sistem amaran awal kualiti air ini mempunyai video, audio ataupun animasi untuk melihat maklum balas daripada kakitangan PPTC. Jadual 1 menunjukkan hasil analisis prototaip bersama responden. Oleh itu, dapat disimpulkan daripada hasil analisis prototaip bersama responden bahawa sistem amaran awal kualiti air mesra pengguna dan memenuhi kriteria yang dinyatakan ketika ditemu bual.

JADUAL 1. Hasil analisis prototaip bersama responden

Panduan	Ciri sistem	Ya Peratus
Reka bentuk teks yang boleh dibaca	Adakah sistem ini mudah dibaca?	65
	Adakah tulisan di dalam sistem ini sesuai?	78
Persembahan maklumat kepada kakitangan PPTC	Adakah sistem ini menggunakan bahasa yang mudah difahami?	81
	Adakah setiap halaman sistem seragam dari segi susun atur dan reka bentuk?	81
Gabungan media	Adakah sistem ini nampak kemas dan menarik?	80
	Adakah sistem ini mempunyai video yang menarik?	71
	Adakah sistem ini mempunyai audio yang jelas?	-
Kemudahan navigasi	Adakah sistem ini mempunyai animasi yang menarik?	-
	Adakah butang menu sesuai dan mudah dilihat dan diklik?	81
	Adakah sistem ini menyediakan butang “back”?	-
	Adakah butang hantar mudah digunakan untuk menghantar maklumat risiko?	70
	Adakah pautan yang terdapat di dalam sistem mudah dilihat dan diklik?	80

PERBINCANGAN

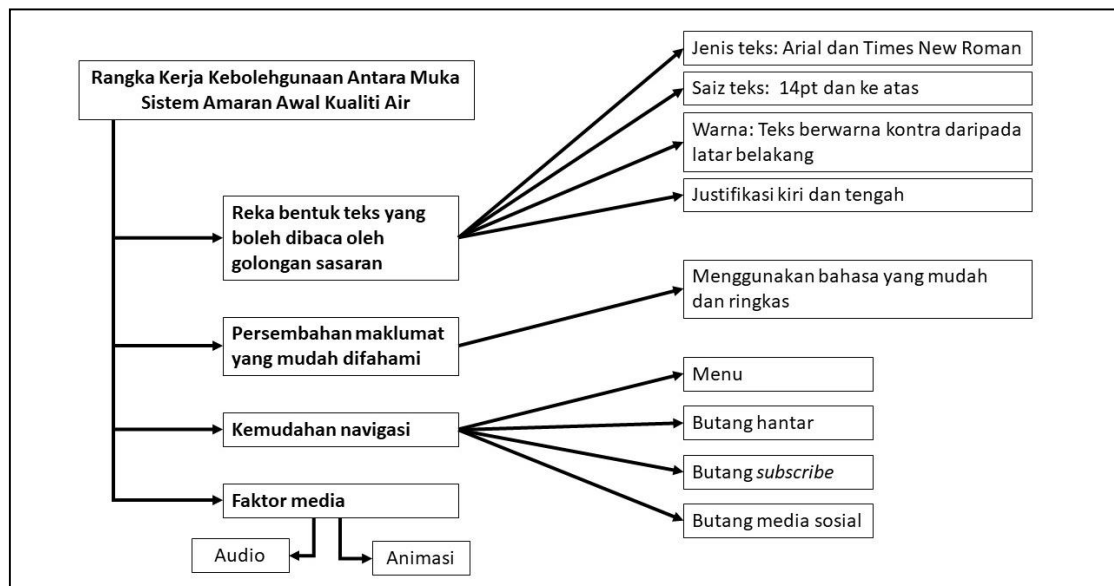
Setelah prototaip dianalisis bersama responden, penyelidik meminta responden untuk memberikan cadangan penambahbaikan yang perlu dilakukan. Tujuh daripada sembilan responden memberikan cadangan penambahbaikan terhadap sistem amaran awal kualiti air ini. Cadangan penambahbaikan tersebut diringkaskan seperti berikut:

1. Penggunaan bahasa yang mudah, ringkas dan sistem hendaklah mempunyai status kualiti air yang sentiasa dikemas kini setelah data dianalisis.
2. Sistem amaran awal kualiti air ini boleh diperbaiki lagi dari segi tambahan maklumat dan ciri sistem. Bagi sistem pengurusan risiko pula, borang daftar risiko perlu disediakan dalam bentuk yang ringkas dan padat.

3. Masukkan sejarah dan cerita dongeng Tasik Chini di dalam sistem amaran awal kualiti air untuk menarik lebih ramai pelawat.
4. Maklumat dibuat dalam bentuk point dan banyakkkan gambar.
5. Penambahan menu seperti menu ‘pelancongan’ bagi menarik pelancong ke Tasik Chini.
6. Asingkan kedudukan menu ‘hubungi kami’ dan ‘pengurusan risiko’ dan letakkan di header menu utama.

Kesimpulan daripada hasil kaji selidik analisis penilaian prototaip sistem amaran awal kualiti air, mereka bersetuju dengan ciri kebolegunaan yang terdapat di dalam sistem tersebut tetapi penambahbaikan perlu dilakukan bagi meningkatkan lagi fungsi sistem amaran awal kualiti air ini supaya mereka boleh mengiklankan PPTC di samping membuat rujukan atau mencari maklumat dengan efektif menggunakan sistem amaran awal kualiti air ini.

Hasil dapatan penilaian prototaip rangka kerja kebolegunaan untuk kakitangan PPTC dan masyarakat Orang Asli, penambahbaikan telah dilakukan dengan memasukkan ciri dan cadangan yang telah dicadangkan oleh responden. Rajah 8 menunjukkan rangka kerja yang ditambah kemudahan navigasi dengan butang kembali dan faktor media dengan elemen audio dan animasi. Seterusnya prototaip ditambah dengan elemen tersebut.



RAJAH 8. Rangka kerja kebolegunaan sistem amaran awal kualiti air

KESIMPULAN

Kesimpulannya, penemuan kajian ini menunjukkan pencapaian dalam memenuhi matlamat menyediakan satu platform bagi pelaksanaan pengurusan risiko di PPTC dan pembangunan sistem amaran awal kualiti air yang dilihat oleh penyelidik sebagai satu keperluan yang utama dalam memantau kualiti air di Tasik Chini. Semua pegawai penyelidik dan pembuat keputusan di pusat penyelidikan perlu mengambil kira bahawa pelaksanaan pengurusan risiko adalah sebahagian daripada semua tugas mereka. Dengan mengikuti prosedur yang betul untuk pengurusan risiko, ini akan memberi peluang kepada semua kakitangan PPTC untuk melanjutkan dan mempromosikan budaya organisasi berdasarkan persekitaran yang tersusun dan teratur.

Kajian ini bertujuan untuk menyediakan panduan yang jelas dan penambahbaikan yang perlu atau perubahan bagi pelaksanaan pengurusan risiko di Pusat Penyelidikan Tasik Chini

(PPTC), UKM. Di samping itu, kajian ini bertujuan untuk meningkatkan kesedaran tentang pengurusan risiko dalam kalangan semua kakitangan PPTC bagi meningkatkan keputusan dan tanggungjawab mereka. Sistem amaran awal kualiti air pula membantu dalam memantau kualiti air di Tasik Chini. Ini akan memberi asas yang munasabah untuk perancangan strategik, membantu mengurangkan risiko dan membawa kepada pengurusan risiko yang lebih baik. Semua ini akhirnya akan meningkatkan reputasi pusat penyelidikan di peringkat tempatan dan global.

RUJUKAN

- Abdul Aziz, I., Ismail, M. J., Samiha Haron, N. & Mehat, M. 2008. Remote monitoring using sensor in greenhouse agriculture. 2008 International Symposium on Information Technology 4: 1–8. doi:10.1109/ITSIM.2008.4631923.
- Alali, B. 2010. Post-project risk perception and systems management reaction. Norfolk, Virginia. Old Dominion University.
- Amaldi, P. & Chellappah, A. 2012. The integration of alarm device into socio-technical systems: The case of an onboard alert device (ACAS). (July): 1-7.
- Anon. 2016. Majalah kualiti air & eko-hidrologi. Pusat Penyelidikan Tasik Chini, Fakulti Sains dan Teknologi. Pekan, Pahang. Penerbit UKM. 15 Oktober: 3-7.
- AS/NZS ISO 31000. 2009. Risk management - Principles and guidelines (February): 108–116. doi:10.1007/b138437.
- Aven, T. & Vinnem, J. E. 2007. Risk Management With Applications from the Offshore Petroleum Industry. (H. Pham, Ed.). Springer Series in Reliability Engineering 1-20.
- Baird, A. & Riggins, F. J. 2012. Planning and Sprinting: Use of a Hybrid Project Management Methodology within a CIS Capstone Course. *Journal of Information Systems Education* 23(3): 243–257. doi:10.1002/spip.
- Dohn, K., Zoleński, W. & Gumiński, A. 2014. Early Warning Concept in Identifying Risks in Business Activity 149–187. doi:10.1007/978-3-319-30877-7.
- Ebrahimpour, M. & Mushrifah, I. 2008. Heavy metal concentrations in water and sediments in Tasik Chini, a freshwater lake, Malaysia. *Environmental Monitoring and Assessment* 141(1–3): 297–307. doi:10.1007/s10661-007-9896-7.
- Ernawati, T., Suhardi & Nugroho, D. R. 2012. IT Risk Management Framework Based on ISO 31000:2009. System Engineering and Technology (ICSET), 2012 International Conference on 1–8. doi:10.1109/ICSEngT.2012.6339352.
- Frolov, a. V., Asmus, V. V., Borshch, S. V., Vil'fand, R. M., Zhabina, I. I., Zatyagalova, V. V., Krovotyntsev, V. a., et al. 2016. GIS-Amur system of flood monitoring, forecasting, and early warning. *Russian Meteorology and Hydrology* 41(3): 157–169. doi:10.3103/S1068373916030018.
- Habibah, A., Mushrifah, I., Hamzah, J., Toriman, M. E., Buang, A., Jusoff, K., Fuad, M. J. M., et al. 2012. Assessing Natural Capitals for Sustainable Ecotourism in Tasik Chini Biosphere. *Advances in Natural and Applied Sciences* 6(1): 1–9. doi:1995-0772.
- Hassen, S. S. & Zakaria, M. S. 2013. Managing university IT risks in structured and organized environment. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 6(12): 2270–2276.
- Hommel, U., Li, W. & Pastwa, A. M. 2016. The state of risk management in business schools. *Journal of Management Development* 35(5): 606–622. doi:10.1108/JMD-08-2014-0088.
- Hou, D., Song, X., Zhang, G., Zhang, H. & Loaiciga, H. 2013. An early warning and control system for urban, drinking water quality protection: China's experience. *Environmental science and pollution research international* 20(7): 4496–508. doi:10.1007/s11356-012-1406-y.
- Idris, A., Basari, A. S. H. & Zubir, N. H. 2009. An Application of SMS Technology for Customer Service Centre. *SoCPaR 2009 - Soft Computing and Pattern Recognition* 633–636. doi:10.1109/SoCPaR.2009.124.

- Insua, D. R., Alfaro, C., Gomez, J., Hernandez-Coronado, P. & Bernal, F. 2016. A framework for risk management decisions in aviation safety at state level. *Reliability Engineering and System Safety* 1-31. doi:10.1016/j.ress.2016.12.002.
- ISO 31000. 2009. A structured approach to Enterprise Risk Management (ERM) and the requirements of ISO 31000. *Risk Management* 7(1): 20. doi:10.1016/j.solmat.2010.12.013.
- Lehtiranta, L. & Junnonen, J.-M. 2014. Stretching risk management standards: multi-organizational perspectives. *Built Environment Project and Asset Management* 4(2): 128–145. doi:10.1108/BEPAM-06-2013-0019.
- Lin-zi, L., Yu, Q. & Yu-chao, Z. 2010. Developing water pollution accident emergency warning system for Chu River downstream basin 1-6.
- Ozturk, U., Tarakegn, Y. A., Longoni, L., Brambilla, D., Papini, M. & Jensen, J. 2015. A simplified early-warning system for imminent landslide prediction based on failure index fragility curves developed through numerical analysis. *Geomatics, Natural Hazards and Risk* 5705(August): 1–20. doi:10.1080/19475705.2015.1058863.
- Reim, W., Parida, V. & Sjödin, D. R. 2016. Risk management for product-service system operation. *International Journal of Operations & Production Management* 36(6): 665–686. doi:10.1108/IJOPM-10-2014-0498.
- Shuhaimi-Othman, M., Lim, E. C. & Mushrifah, I. 2007. Water quality changes in Chini Lake, Pahang, West Malaysia. *Environmental Monitoring and Assessment* 131(1–3): 279–292. doi:10.1007/s10661-006-9475-3.
- Simmons, T. 2016. A qualitative examination of the perception of risk in warnings for severe weather. Walden University. Tesis PhD.
- Tiranti, D. & Rabuffetti, D. 2010. Estimation of rainfall thresholds triggering shallow landslides for an operational warning system implementation (January 2009): 471–481. doi:10.1007/s10346-010-0198-8.
- Yun-hong, H., Wen-bo, L. & Xiu-ling, X. 2007. An early warning system for technological innovation risk management using artificial neural networks 2128–2133.
- Zhang, X. ju, Qiu, N., Zhao, W. R., An, H. & Tommy, J. L. 2014. Water environment early warning index system in Tongzhou District. *Natural Hazards* 75(3): 2699–2714. doi:10.1007/s11069-014-1456-1.

Siti Narimah Jamali

Mohamad Shanudin Zakaria

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat,
Universiti Kebangsaan Malaysia

sitinarimahjamali27@gmail.com, msz@ukm.edu.my

Siti Nabila Jamali

Biology

The University of Manchester, UK

itisnabila@gmail.com

Received: 28 Mei 2018

Accepted: 14 August 2018

Published: 27 December 2018