

**Sistem Pengurusan Keselamatan Pembinaan Bersepadu:
Pendekatan Sistem Berasaskan Pengetahaun**

**[An Integrated Construction Safety System:
A Knowledge Based System Approach]**

Roslan Bin Amirudin

**Jabatan Ukur Bahan
Fakulti Alam Bina
Universiti Teknologi Malaysia**

2005

Sistem Pengurusan Keselamatan Pembinaan Bersepadu: Pendekatan Sistem Berasaskan Pengetahaun

Abstrak

Keperihatinan terhadap keselamatan pembinaan telah meningkat dengan mendadak dalam tempoh sepuluh tahun yang lalu. Pihak-pihak yang terlibat dengan industri pembinaan berusaha secara berterusan untuk mengurangkan kadar kematian dan kemalangan yang tinggi di kalangan pekerja di tapak bina. Keselamatan projek pembinaan merupakan sebuah proses di dalam industri pembinaan yang mana kebanyakan daripadanya diurus secara reaktif dan merupakan tanggung jawab yang dipikul sepenuhnya oleh kontraktor. Professional dalam keselamatan serta kesihatan kebanyakan bersetuju bahawa pengurangan kecederaan di tapak bina hanya boleh dicapai dengan memperbaiki cara keselamatan diurus di tapak bina. Justeru itu, pendekatan perancangan secara reaktif yang dipraktikkan dengan meluas hari ini haruslah diganti dengan pendekatan secara proaktif demi meningkatkan keselamatan.

Untuk pendekatan proaktif menjadi efektif, sistem berasaskan komputer yang boleh mengurus maklumat keselamatan dengan efektif diperlukan. Penyelidikan ini membangunkan framework bagi sebuah sistem bersepadu yang berasaskan pengetahuan untuk mengendalikan pengurusan keselamatan secara automatik. Sistem yang dicadangkan menyepadukan maklumat keselamatan dengan penjadualan yang mana menjadikan keselamatan sebagai elemen penting untuk melengkapkan keseluruhan kitaran perancangan dan pengawalan projek. Sistem yang dicadangkan ini memastikan capai kepada maklumat keselamatan dapat dibuat pada masa yang bersesuaian dengan mengaitkan maklumat tersebut dengan aktiviti di dalam aktiviti di dalam penjadualan projek.

An Integrated Construction Safety System: A Knowledge Based System Approach

Abstract

Concerns about the safety of construction have dramatically increased in the past decade. Parties involved in the construction industry are continuously working on reducing the high rate of injuries and fatalities on construction sites. Project safety is a process in the construction industry which is, for most part, managed reactively and is the sole responsibility of the contractor. Most safety and health professionals agree that injury reduction is only possible by improving the way safety is managed on site. Thus, reactive planning approach which is widely practiced to managed safety today should be replaced by proactive approach in order to improve safety.

For a proactive approach to be effective, computer based systems that effectively manage safety information are needed. This research develops a framework for an integrated knowledge-based system for automating safety management. The proposed system integrates safety and schedule information thereby making safety a more integral part of the overall planning and control cycle. The proposed system also ensures timely access to safety information by associating each schedule activity with required safety actions.

Kandungan

Sistem Pengurusan Keselamatan Pembinaan Bersepadu: Pendekatan Sistem	
Berasaskan Pengetahaun	1
1.0 Pengenalan	1
2.0 Isu Kajian	3
3.0 Objektif Kajian	6
4.0 Teknologi Maklumat dalam Keselamatan Pembinaan	6
5.0 Kaedah Penyelidikan	9
5.1 Kajian Literatur	9
5.2 Pengumpulan Maklumat	9
5.3 Analisis Data dan Rekabentuk Sistem	10
5.4 Hasil dan Rumusan Penyelidikan	10
6.0 Bentuk Perkhidmatan dan Tahap Bantuan oleh Sistem Berasaskan Pengetahuan	11
7.0 Cadangan Framework Sistem	12
7.1 Perlaksanaan Sistem	12
7.2 Struktur Pangkalan Data Sistem	15
8.0 Rumusan	19
9.0 Rujukkan	20
Senarai Jadual	
Jadual 1: Kemalangan perindustrian tahun 2001	2
Senarai Rajah	
Rajah 1: Framework Perlaksanaan Sistem	14
Rajah 2: Struktur Pangkalan Data Sistem	18

Sistem Pengurusan Keselamatan Pembinaan Bersepadu: Pendekatan Sistem Berasaskan Pengetahaun

1.0 Pengenalan

Industri binaan Malaysia sentiasa memberi sumbangan yang besar kepada pertumbuhan ekonomi Malaysia. Berdasarkan kepada Laporan Ekonomi 2002/2003 yang dikeluarkan oleh Bank Negara, pertumbuhan dalam sektor pembinaan bagi tahun 2001 dan 2002 masing-masingnya mencatatkan nilai 1.0% dan 2.3% (Bank Negara, 1999-2003). Walaubagaimanapun pertumbuhan ini kecil berbanding pertumbuhan di tahun-tahun 90an (1987-1997), yang telah merekodkan pertumbuhan dua digit, kadar pertumbuhan ini masih mendahului kadar pertumbuhan di sektor-sektor ekonomi utama yang lain seperti pembuatan, pertanian dan perlombongan. Kadar pertumbuhan industri binaan bagi tahun 2004 dijangkakan sebanyak 3.5% dan dianggarkan meningkat kepada 5.5% dalam tahun 2005.

Perkembangan dan pertumbuhan pesat yang dialami oleh industri binaan menyebabkan tenaga kerja di negara ini gagal menampung keperluannya. Keadaan ini memaksa negara kita khususnya industri binaan mengimpot tenaga kerja daripada negara lain. Pada masa ini, industri binaan Malaysia sangat bergantung kepada pekerja asing terutamanya daripada Indonesia dan Bangladesh yang membentuk sebahagian besar daripada tenaga kerjanya.

Sumbangan industri binaan kepada ekonomi negara sangat membanggakan namun begitu, pujian yang sama tidak boleh diberikan kepada rekod keselamatan dan kesihatan pekerja (OSH) industri ini. Seperti industri pembinaan di negara-negara lain, industri binaan di negara ini sering dikritik kerana prestasi OSH yang tidak memuaskan. Prestasi OSH industri binaan boleh digambarkan dengan jelas melalui maklumat yang dipaparkan di dalam Jadual 1. Dalam tahun 2001, bilangan kemalangan yang telah dilaporkan di dalam industri pembinaan ialah sebanyak 4,593 dan 2.0% melibatkan kematian. Jumlah ini adalah lebih tinggi daripada industri

perlombongan dan kuari yang dianggap jauh lebih berbahaya tetapi industri ini hanya merekodkan 1.2% kematian daripada 573 kemalangan yang dilaporkan.

Jadual 1: Kemalangan Perindustrian Tahun 2001

Industri	Yang dilaporkan	Kecacatan kekal	Kematian
Pertanian, perhutanan dan perikanan	12,424	794 (6.4%)	75 (0.6%)
Perlombongan dan kuari	573	73 (12.7%)	7 (1.2%)
Pembuatan	35,642	5,150 (14.4%)	243 (0.7%)
Pembinaan	4,593	618 (13.5%)	89 (2.0%)
Perkhidmatan	32,637	4,517 (13.8%)	544 (1.7%)
JUMLAH	85,869	11,152	958

Sumber data: Pertubuhan Keselamatan Social (SOCISO) Malaysia.

Kemalangan telah menyebabkan kerugian besar kepada negara. Dalam tahun 2000, kos yang ditanggung oleh negara akibat daripada kemalangan dianggarkan bernilai RM2.4 billion. Dalam tahun yang sama SOCISO telah membuat bayaran berjumlah RM608 juta ke atas pelbagai tuntutan akibat kemalangan yang dikemukakan oleh ahlinya disebabkan kecacatan sementara atau kekal, pampasan kepada waris, kos pengkebumian dan perubatan serta pencen. Selain daripada menanggung kos pembayaran pampasan, industri di negara ini juga menanggung kerugian akibat kehilangan masa disebabkan kemalangan (lost time injuries). Bancian yang telah dilaksanakan ke atas kehilangan masa disebabkan kemalangan mendapati nilainya telah meningkat dari 1.1 jam dalam tahun 1994 kepada 1.3 jam dalam tahun 1995.

Kemalangan industri mempengaruhi prestasi sesebuah organisasi dan industri oleh itu, keadaan ini telah membangkitkan sikap perhatin semua peringkat gulungan terhadap isu keselamatan di tempat kerja. Kesan daripada keperhatinan ini, sebuah akta khas parlimen yang dikenali sebagai Akta Kesihatan dan Keselamatan Pekerja 1994 atau Akta 1994 telah diwartakan. Akta ini bertindak sebagai mekanisma penguatkuasaan yang memantau aktiviti atau tindakan yang dibuat oleh pihak pengurusan sesebuah organisasi dalam memastikan standard keselamatan di tempat

kerja dipelihara dan dipatuhi oleh kedua-dua pihak, pekerja dan juga majikan.

Undang-undang dan peraturan OSH telah digubal dan dibentuk dan dikuatkuasakan oleh Akta 1994 mempunyai kesan yang besar ke atas pengurusan keselamatan dan kesihatan di semua industri termasuk industri pembinaan. Perkerjaan dalam industri binaan secara umumnya lebih merbahaya berbanding dengan perkerjaan dalam industri lain. Penyelidikan yang telah dijalankan oleh Health and Safety Executive di United Kingdom menunjukkan kemungkinan seseorang pekerja pembinaan di UK terbunuh di tempat kerja berbanding dengan pekerja di dalam industri lain adalah lima kali ganda manakala kemungkinan kecederaan serius pula adalah dua kali ganda (Whitelaw 2001). Berdasarkan kepada hasil penyelidikan ini, perancangan dan pelaksanaan aktiviti di tapak pembinaan memerlukan kepakaran untuk memastikan sesuatu aktiviti dilaksanakan dengan selamat. Pengurusan tapak bina mesti mempunyai pengetahuan dan kefahaman yang mendalam ke atas segala undang-undang dan peraturan OSH yang ada.

2.0 Isu Kajian

Pelbagai usaha dan inisiatif telah dan sedang dilaksanakan untuk mengurangkan kadar kemalangan di dalam industri binaan namun demikian, statistik masih menunjukkan kadar kemalangan dan kecederaan di dalam industri ini lebih tinggi berbanding dengan industri-industri lain. Keadaan industri pembinaan yang banyak melibatkan aktiviti yang boleh mendatangkan keadaan yang merbahaya dikenalpasti sebagai faktor utama yang menyebabkan bilangan kemalangan yang tinggi di dalam industri ini. Masalah ini diburukkan lagi dengan keadaan tenaga kerja dalam industri pembinaan yang kebanyakannya terdiri daripada pekerja pekerja asing sama ada daripada daripada Indonesia dan Bangladesh. Taraf pendidikan golongan pekerja ini adalah rendah dan kefahaman mereka terhadap peraturan-peraturan OSH yang dikatogerikan sebagai tidak memuaskan. Kebanyakan daripada pekerja asing ini lazimnya hanya mendapat pendedahan yang minimum terhadap peraturan-peraturan OSH sebelum

memulakan kerja di tapak bina. Keadaan ini boleh menyebabkan mereka cenderung kepada mengambil tindakan-tindakan yang tidak selamat semasa berkerja. Tindakan-tindakan yang tidak selamat telah dikenal pasti sebagai penyebab utama dalam 50% daripada kemalangan pembinaan dan menjadi faktor penyumbang dalam 85% daripada kemalangan pembinaan (Preziosi 1989). Faktor lain yang juga dikenal pasti sebagai menyumbang kepada kadar kemalangan adalah setiap aktiviti pembinaan memerlukan tindakan dan pendekatan yang berbeza-beza untuk mengelakkan kemalangan daripada berlaku.

Keadaan-keadaan yang diterangkan di atas menjadikan pengurusan keselamatan pembinaan menjadi lebih rumit. Justru itu, industri pembinaan hari ini memerlukan kontraktor binaan yang mempunyai pengetahuan dan kefahaman yang mendalam ke atas segala undang-undang dan peraturan OSH yang berkaitan dengan setiap aktiviti pembinaan yang terlibat di dalam projek mereka. Walaupun terdapat piawaian- piawaian dan peraturan- peraturan keselamatan berkaitan dengan aktiviti pembinaan malangnya, sebahagian daripada piawaian- piawaian dan peraturan-peraturan ini tidak diterangkan dengan jelas, mengelirukan dan tidak dikategorikan dengan konsisten. Menentukan sesuatu peraturan yang berkaitan dengan sesuatu aktiviti lazimnya memaksa mereka yang bertanggung jawab ke atas keselamatan pembinaan merujuk kepada peraturan-peraturan dalam judul-judul peraturan keselamatan. Davison (2003) melaporkan di United Kingdom, di mana obligasi OSH yang sama dilaksanakan, profesional industri binaan menghadapi masalah dalam memahami keperluan, mendapatkan bahan rujukan yang relevan dan menyepadukan OSH dalam aktiviti-aktiviti pembinaan di kedua-dua peringkat rekabentuk dan pembinaan. Masalah yang sama kemungkinan besar dihadapi oleh profesional industri binaan di Malaysia.

Keselamatan pembinaan sebenarnya merupakan sebuah proses dalam industri pembinaan, dimana sebahagian besar daripadanya dipertanggung-jawabkan kepada kontraktor. Hinze and Wiegand (1992) di dalam kajian mereka mendapati penekanan yang diberikan oleh kontraktor kepada

pengurusan proses ini tidak sama dengan penekanan yang diberikan kepada proses-proses yang lain. Mereka mendapati proses keselamatan kebanyakannya diurus secara reaktif. Proses-proses yang lain seperti penjadualan, kos, pengeluaran dan kawalan kualiti di urus secara terancang melalui perancangan dan kawalan berkomputer di setiap peringkat pengurusan di dalam organisasi kontraktor.

Bagi memastikan proses keselamatan dapat diurus dan dilaksanakan dengan efektif, Stanton dan Willenbrock (1990) menyarankan aspek keselamatan mesti dijadikan sebahagian daripada prosidur dan aktiviti sesebuah organisasi. Mereka mencadangkan proses ini mesti disepadukan dengan sistem pengurusan dan perancangan organisasi kontraktor, bukannya dilaksanakan dalam bentuk program tambahan kepada aktiviti pengurusan yang sedia ada.

Industri pembinaan terutamanya kontraktor binaan, memerlukan pendekatan atau sistem yang kreatif dan efektif dalam melaksanakan proses pengurusan OSH bagi membantu mengurangkan kadar kemalangan di kalangan pekerja pembinaan. Penggunaan sistem yang efektif akan meningkatkan kecekapan dan keberkesanaan sistem pengurusan sesebuah organisasi kontraktor dan professional dalam kesihatan dan keselamatan industri bersependapat ini boleh memperbaiki rekod prestasi keselamatan sesebuah organisasi (Torres 2006).

Penyelidikan ini bertujuan merangka sebuah sistem yang berupaya menyepadukan keselamatan dengan aspek pengurusan pembinaan atau dengan lebih spesifik lagi penjadualan kerja pembinaan. Pengurusan tapak bina, terutamanya pengurus pembinaan, sepatutnya boleh membuat capaian yang pantas pada bila-bila masa kepada maklumat tertentu untuk melindungi pekerja-pekerjanya daripada bahaya yang berkaitan dengan bahan, logi, peralatan dan prosidur mereka berkerja. Melalui kemudahan ini keadah kerja semua aktiviti pembinaan boleh dirangka dengan terperinci begitu juga dengan tugas yang perlu dilaksanakan oleh pekerja dalam menyempurnakan sesebuah aktiviti. Justru itu, pendekatan ini

membolehkan pihak pengurusan tapak bina bertindak secara proaktif menguruskan isu-isu keselamatan yang terlibat dalam aktiviti pembinaan.

3.0 Objektif Kajian

Matlamat kajian ini ialah untuk mencadangkan aplikasi teknologi maklumat bagi membantu pengurus pembinaan menyepadukan OSH dengan perancangan kerja mereka. Aplikasi ini seharusnya ramah pengguna dan menyediakan nasihat OSH yang praktikal kepada pengurus pembinaan. Oleh itu, aplikasi ini bertindak membantu pengurus pembinaan mematuhi serta menjadikan mereka peka serta lebih teliti terhadap peraturan dan keperluan OSH. Kebolehan memperolehi segala garis panduan dan maklumat yang berkaitan daripada sumber tunggal membolehkan pengurus pembinaan mencapai dan menyepadukan maklumat OHS dengan cepat, ini akan meningkatkan keberkesanan pengurusan projek.

Bagi mencapai matlamat kajian dua objektif kajian telah di:

- Mengenal pasti bentuk perkhidmatan dan tahap bantuan yang perlu disediakan oleh sistem berasaskan pengetahuan yang bertindak sebagai sebuah sistem bantuan membuat keputusan dalam pengurusan keselamatan pembinaan.
- Membangunkan dan mencadangkan framework bagi sistem berasaskan pengetahuan yang membolehkannya beroperasi dengan efektif.

4.0 Teknologi Maklumat dalam Keselamatan Pembinaan

Sistem berasaskan pengetahuan, juga dipanggil sistem pakar, merupakan pengaturcaraan komputer yang boleh meniru (emulate) proses yang

dilaksanakan oleh seorang pakar atau beberapa pakar di dalam sesebuah bidang dalam menyelesaikan masalah. Sebuah sistem berasaskan pengetahuan mengandungi pengetahuan, pengalaman serta pertimbangan pakar oleh itu, sistem ini sesuai digunakan untuk menyelesaikan masalah dimana pertimbangan dan pengalaman memainkan peranan yang penting (Bell and Elzarka 1992). Keupayaan yang dimiliki oleh sistem ini telah mendorong penyelidik membangunkan sistem berasaskan pengetahuan dalam menangani isu dalam pengurusan kesihatan dan keselamatan.

Pakar dan penyelidik dalam bidang kesihatan dan keselamatan pembinaan percaya rekod kesihatan dan keselamatan yang tidak baik di dalam industri binaan boleh diperbaiki dengan mendorong perekabentuk untuk memberikan perhatian yang lebih kepada isu kesihatan dan keselamatan di peringkat rekabentuk. Davison (2003) dan Gambatese et al. (1997) telah membangunkan sistem berasaskan pengetahuan untuk menyediakan perekabentuk dalam industri binaan dengan maklumat kesihatan dan keselamatan. Prototip kepada sistem yang dihasilkan oleh penyelidik-penyelidik ini membolehkan penggunaannya membuat capaian ke maklumat kesihatan dan keselamatan dengan mudah dan ianya boleh digunakan bersendirian (standalone) atau secara interaktif dengan perisian rekabentuk berbantu komputer (CAD). Kemudahan ini membolehkan perekabentuk menambah maklumat ciri-ciri (properties) setiap objek bangunan di dalam rekabentuk mereka dengan maklumat yang kesihatan dan keselamatan yang relevan. Prototip sistem berasaskan pengetahuan ini juga mempunyai alat penyemak rekabentuk, alat ini akan memberi amaran kepada perekabentuk jika risiko ditemui di dalam rekabentuk mereka dan memberi maklumat bagaimana mengurangkan atau melenyapkan sepenuhnya risiko tersebut. Davison (2003) dan Gambatese et al. (1997) mendakwa penilaian oleh pelbagai golongan pengguna ke atas prototip sistem berasaskan pengetahuan mereka menghasilkan maklumbalas yang positif dan golongan pengguna yang terlibat mencadangkan sistem ini dibangunkan dengan lengkap.

Mengenalpasti risiko kemalangan sangat penting kepada keselamatan pembinaan. Justru itu, sesebuah sistem pengurusan keselamatan menjadi

lebih efektif jika ia berupaya mengaitkan aktiviti pembinaan dengan risiko keselamatan serta berupaya mengukur tahap risiko yang bakal berlaku. Carter serta Smith (2001) telah membangunkan sebuah sistem teknologi maklumat yang mampu mengaitkan aktiviti pembinaan dengan risiko keselamatan serta berupaya mengukur tahap risiko yang boleh berlaku. Sistem yang dibangunkan ini bergantung sepenuhnya kepada pangkalan data yang mengandungi gabungan pengetahuan dan pengalaman pekerja di dalam sesebuah organisasi terhadap risiko kemalangan, kaitan di antara aktiviti dengan risiko kemalangan dan ukuran tahap kemalangan. Berasaskan pengetahuan dan pengalaman ini, sistem yang telah dibangunkan oleh Carter serta Smith (2001) meletakkan indeks pada risiko pada setiap aktiviti yang terlibat di dalam sesebuah projek. Pendekatan ini membolehkan pengurusan tapak bina mengenal pasti risiko kemalangan dengan mudah dan bertindak untuk mengurangkannya. Selain daripada itu maklumat yang dijana oleh sistem juga membolehkan pengurusan tapak bina mengagihkan sumber yang terhad untuk mengurangkan risiko dengan efektif iaitu mengikut keutamaan atau tahap risiko.

Beberapa penyelidik (Levitt & Kartam 1990; Radlinah 2000) telah membangunkan sistem pakar untuk menilai prestasi keselamatan kontraktor atau program keselamatan sesebuah firma. Sistem-sistem ini merupakan sebagai alat bantuan untuk membuat keputusan pihak pengurusan dalam mempertingkatkan prestasi keselamatan sesebuah syarikat dan ianya digunakan bersendirian (standalone).

Sistem teknologi maklumat juga dibangunkan untuk menangani isu latihan kesihatan dan keselamatan di tapak pembinaan. Sistem ini disasarkan kepada formen dan pekerja oleh itu, ianya direkabentuk bersesuaian dengan kemampuan mereka. Kebanyakan daripada modul-modul latihan sistem dibuat dalam bentuk klip-klip video manakala perisian latihan menggunakan teks, suara dan ikon supaya mereka yang tidak boleh membaca mampu menggunakannya. Salah sebuah daripada sistem tersebut (Aranda 2000) melibatkan pengguna berjalan secara maya di dalam sebuah tapak pembinaan dan pengguna ini dikehendaki mengenalpasti

risiko kemalangan dan mencadangkan langkah-langkah yang boleh diambil untuk mempertingkatkan keselamatan.

Sistem komputer yang dibangunkan oleh penyelidik di dalam bidang keselamatan pembinaan lebih bertumpu kepada sistem maklumat. Sistem ini amat berguna kerana ianya menyediakan kemudahan kepada pengguna untuk mencapai maklumat keselamatan dengan mudah dan pantas. Walaubagaimanapun manufaat teknologi maklumat ini perlu diperluaskan supaya sistem komputer boleh bertindak sebagai alat yang terlibat secara langsung dalam usaha mengurangkan bilangan kematian dan kemalangan di tapak bina.

5.0 Kaedah Penyelidikan

Penyelidikan ini dilaksanakan menerusi langkah-langkah berikut:

5.1 Kajian Literatur

Kajian ini dilaksanakan untuk mendalami isu-isu yang berkait dengan bidang yang sedang dikaji. Ini melibatkan kajian ke atas artikel yang berkaitan dengan pengurusan keselamatan tapak bina di dalam journal, terbitan dan lapuran. Maklumat yang diperolehi daripada kajian literatur ini digunakan dalam proses merangka aktiviti penyelidikan.

5.2 Pengumpulan Maklumat

Setelah aktiviti penyelidikan ditentukan, langkah seterusnya ialah mengumpulkan maklumat untuk digunakan dalam merekabentuk sistem berasas pengetahuan untuk pengurusan keselamatan pembinaan. Maklumat yang diperlukan untuk tujuan ini lebih bertumpu kepada bentuk bantuan dan maklumat yang diperlukan oleh pihak pengurusan keselamatan daripada sistem yang dicadangkan. Justru itu, sumber maklumat yang diperlukan di dalam kajian ini bertumpu kepada individu yang bertanggung jawab kepada bidang kesihatan dan keselamatan di tapak pembinaan sama ada pengurus pembinaan, pengurus tapak, pegawai

kesihaatan dan keselamatan dan lain-lain. Pendekatan yang digunakan untuk mengumpul maklumat adalah melalui temubual tidak berstruktur. Kaedah ini digunakan kerana ianya memberikan kebebasan kepada responden menjawab dan memberi apa jua pandangan yang difikirkan relevan kepada soalan yang ditanya. Soalan-soalan yang ditanya kepada reponden terbahagi kepada tiga komponen:

- Mengenalpasti potensi penggunaan sistem berasas pengetahuan dalam pengurusan keselamatan di tapak bina
- Bentuk dan tahap bantuan yang diperlu diberikan oleh sistem yang dicadangkan
- Ciri-ciri yang perlu ada pada sistem yang dicadangkan supaya perkhidmatannya lebih efektif

Responden dipilih secara rawak daripada senarai projek pembinaan yang sedang berjalan di sekitar Johor Bahru yang diperolehi daripada Pusat Khidmat Kontraktor dan Jabatan Kerja Raya.

5.3 Analisis Data dan Rekabentuk Sistem

Maklumat yang dikumpulkan daripada temubual dianalisis. Hasil analisis ini digunakan untuk merekabentuk struktur sistem dan mengenalpasti pelaksanaan yang sesuai untuk sistem yang dicadangkan. Kesemuanya ini dilaksanakan untuk memastikan sistem yang dicadangkan menepati kehendak kumpulan dan fungsi yang disasarkan.

5.4 Hasil dan Rumusan Penyelidikan

Diperingkat ini hasil penyelidikan akan dirumuskan berserta cadangan mengembangkan penyelidikan ini di masa akan datang.

6.0 Bentuk Perkhidmatan dan Tahap Bantuan oleh Sistem Berasaskan Pengetahuan

Bagi memastikan sistem dicadangkan menepati sasaran iaitu keperluan individu yang bertanggung-jawab ke atas pengurusan kesihatan dan keselamatan di tapak bina, maklumat tentang bentuk perkhidmatan dan tahap bantuan yang dikehendaki oleh mereka daripada sistem yang dicadangkan diperlukan. Maklumat ini akan digunakan dalam merekabentuk sistem berasaskan pengetahuan kelak. Sesi temubual dengan lapan belas (18) individu daripada syarikat kontraktor yang berasingan yang bertanggung-jawab ke atas pengurusan keselamatan tapak bina dijalankan dan hasil daripada temubual diterangkan di dalam Bahagian 6.1.1 hingga 6.1.3.

6.1.1 Sistem yang menjimatkan masa dan mengandungi maklumat OSH yang komperhensif

Responden umumnya mengakui bahawa keperihatinan pengurusan keselamatan tapak bina terhadap dokumentasi kesihatan dan keselamatan berada dalam tahap yang rendah. Justru itu, responden berpendapat sistem yang dicadangkan mempunyai potensi yang baik untuk digunakan oleh pengurusan tapak bina kerana mampu membekalkan maklumat dan memperingatkan pengurusan tapak bina dengan peraturan kesihatan dan keselamatan. Bagi memastikan sistem yang dicadangkan mendapat penerimaan yang meluas di kalangan pengurusan tapak bina, responden berpendapat sistem tersebut mesti mampu menyediakan maklumat tentang peraturan OSH yang komprehensif. Maklumat ini juga mesti diperolehi dengan pantas dan mudah.

6.1.2 Sistem boleh di gunakan dengan perisian penjadualan kerja

Responden menyatakan aspek pengurusan keselamatan sangat berkait rapat dengan perancangan serta pelaksanaan aktiviti pembinaan. Mereka mencadangkan sistem yang bakal dihasilkan boleh digunakan bersama dengan perisian penjadualan kerja (rangkaiian laluan kritikal). Ini membolehkan pengurusan tapak bina mendapat maklumat kesihatan dan

keselamatan yang relevan dengan aktiviti pembinaan pada bila-bila masa dan pengguna sistem boleh mengenalpasti jenis-jenis bahaya yang terlibat di dalam sesuatu aktiviti pembinaan. Pengurusan tapak bina juga boleh merancang semua aktiviti pembinaan supaya menepati peruntukan atau peraturan kesihatan dan keselamatan yang ada serta membuat pemantauan ke atas aktiviti-aktiviti yang sedang berjalan dengan lebih efektif.

Hasil temubual juga mendapati semua syarikat responden menggunakan perisian Microsoft Project untuk menghasilkan jadual kerja projek (rangkaian laluan kritikal).

6.1.3 Sistem menyediakan platform untuk pengguna berkongsi pengetahuan

Walaupun projek pembinaan berbeza di antara satu dengan yang lain, kebanyakan melibatkan komponen operasi dan proses yang sama yang mana menggunakan peraturan dan prosidur OSH yang sama. Responden berpendapat sistem yang dicadangkan mesti mengambil kira keadaan ini dengan menyediakan platform yang membolehkan pengguna berkongsi pengetahuan yang dijana dalam projek-projek yang lalu. Perkongsian maklumat dan pengetahuan daripada projek-projek yang lalu boleh meningkatkan prestasi sistem pengurusan menerusi pembelajaran berterusan.

7.0 Cadangan Framework Sistem

7.1 Pelaksanaan Sistem

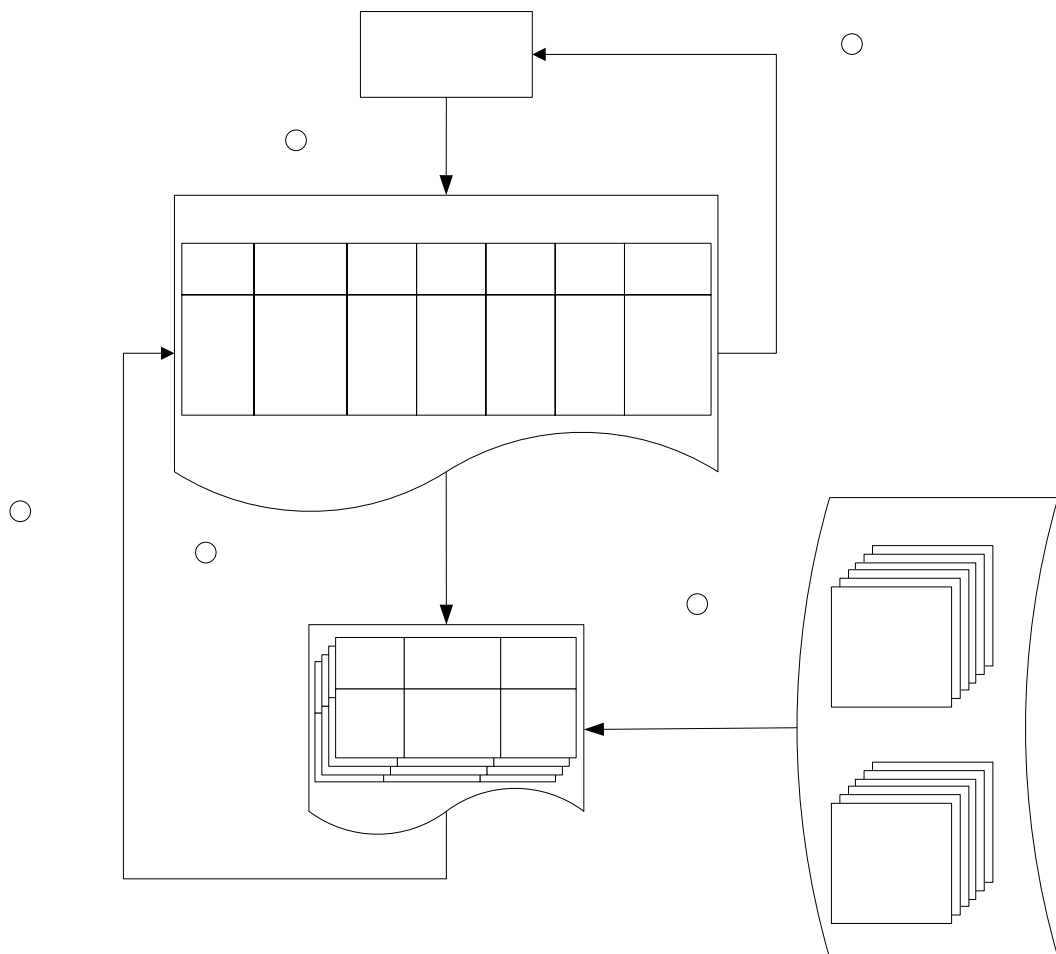
Nadi kepada sistem berasaskan pengetahuan bagi pengurusan keselamatan di tapak bina ini ialah pangkalan data di mana semua maklumat mengenai kesihatan dan keselamatan pembinaan tersimpan. Pangkalan data bagi sistem ini terbahagi kepada dua bahagian yang berasingan: pangkalan data OSH dan pangkalan data pengetahuan syarikat. Pangkalan data OSH mengandungi maklumat berpandukan Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (Akta 514) dan Peraturan-peraturan (NIOSH 1994, OSHA

1998). Pangkalan data pengetahuan syarikat pula mengandungi pengalaman yang diperolehi daripada projek yang lepas dan prosidur-prosidur keselamatan yang diamalkan oleh syarikat. Cadangan sistem struktur pangkalan data sistem ini diterangkan di dalam Bahagian 7.2.

Pangkalan data syarikat diadakan untuk membolehkan pengurusan tapak bina menggunakan pakai pengalaman-pengalaman yang telah digunakan dengan jayanya di tapak bina yang lepas oleh itu kandungannya adalah berbentuk hak milik persendirian sesebuah syarikat kontraktor. Mengadakan pangkalan data ini memenuhi elemen perkongsian maklumat dan pengetahuan daripada projek-projek yang dikehendaki oleh pengurusan tapak bina.

Seperti dinyatakan di dalam Bahagian 6.1.3, sistem berasaskan pengetahuan ini hanya berkesan jika ianya boleh digunakan bersepadu dengan perisian penjadualan projek contohnya Microsoft Projek dan Primevera. Rangkaian laluan kritikan (CPM) yang dihasilkan dengan menggunakan perisian komputer bagi sesebuah projek boleh mengandungi ratusan hingga ribuan aktiviti pembinaan. Justru itu, cubaan memasukkan peraturan dan prosidur OSH ke dalam setiap aktiviti dalam rangkaian laluan kritikan menjadi satu pilihan yang tidak praktikal. Bagi menyelesaikan masalah ini persepadaan di antara sistem berasaskan pengetahuan ini dengan perisian penjadualan projek dicadangkan dibuat melalui hubungan tidak langsung (implied link). Pendekatan ini membolehkan setiap aktiviti di dalam rangkaian laluan kritikan memaparkan maklumat OSH yang diperlukan oleh pengguna apabila dikehendaki. Teknik hypermedia merupakan kaedah yang sesuai digunakan untuk menghubungkan setiap aktiviti dalam rangkaian laluan kritikal dengan maklumat OSH yang dijana oleh sistem berasaskan pengetahuan. Justru itu, dengan perlaksanaan yang dicadangkan sistem berasaskan pengetahuan ini boleh digunakan bersepadu dengan perisian penjadualan projek atau digunakan secara bersendirian (standalone). Ini secara langsung meningkatkan lagi keanjalan penggunaan sistem yang dicadangkan.

Cadangan framework pelaksanaan sistem berasakan pengetahuan bagi pengurusan keselamatan pembinaan ditunjukkan di dalam Rajah 1. Penggunaan sistem ini dimulakan dengan penjanaan fail senarai aktiviti projek berserta butiran-butirannya daripada rangkaian laluan kritikal oleh perisian penjadualan projek. Butiran-butiran yang diperlukan bagi setiap aktiviti hanyalah terhad kepada maklumat yang dikehendaki untuk menentukan peraturan dan prosidur keselamatan yang berkait dengannya serta membolehkan pemantauan pelaksanaan peraturan dan prosidur keselamatan dengan efektif. Dicadangkan maklumat berikut diperlukan di dalam fail senarai aktiviti projek: kod aktiviti, keterangan, tarikh mula, tarikh tamat, tempoh, apungan dan sumber yang digunakan. Ruang saranan OSH diadakan didalam fail ini bagi membolehkan peraturan dan prosidur OSH dikemas kini oleh sistem berasakan pengetahuan bagi pengurusan keselamatan kelak.



Rajah 1: Framework Pelaksanaan Sistem

Bagi memperincikan peraturan dan prosidur yang berkaitan dengan setiap aktiviti projek, fail sementara setiap aktiviti tersebut akan diwujudkan. Berdasarkan kepada keterangan aktiviti dan sumber yang digunakan di untuk aktiviti tersebut, sistem berasaskan pengetahuan ini akan mengenalpasti peraturan-peraturan keselamatan OSH dan prosidur-prosidur yang berkaitan serta senarai semak keselamatan yang diguna pakai oleh syarikat. Sistem ini akan mengemaskini fail tersebut menggunakan maklumat daripada dua pangkalan data sistem ialah pangkalan data OSHA dan pangkalan data syarikat. Seterusnya, dengan menggunakan data dalam fail sementara ini, sistem berasaskan pengetahuan ini akan memasukkan maklumat di dalam fail tersebut ke dalam ruang saranan OSH di dalam fail senarai aktiviti projek yang dibentuk di awal proses. Pada tahap ini, sistem telah bersedia membekalkan maklumat keselamatan setaip aktiviti yang terlibat di dalam projek. Pengguna boleh membuat membuat capaian kepada maklumat keselamatan dalam jadual senarai aktiviti projek keselamatan ini melalui dua cara:

- Melalui perisian penjadualan projek, pengguna boleh mengertik (klik) pada aktiviti dan sistem akan memaparkan semua peraturan dan prosidur yang berkaitan dengan aktiviti tersebut.
- Pengguna boleh memaparkan jadual aktiviti projek dengan menggunakan menu pada sistem dan ini dibuat tanpa melibatkan perisian penjadualan projek

7.2 Struktur Pangkalan Data Sistem

Maklumat di dalam kedua-dua pangkalan data sistem berasaskan pengetahuan ini mesti disusun mengikut sesuatu sistem supaya aliran maklumat diantara sistem berasaskan pengetahuan dengan perisian komputer lain konsisten dan persepaduan yang efektif di antara sistem tercapai. Untuk tujuan ini data-data di dalam sistem perlu disusun menepati standard pengelasan antarabangsa bagi kerja-kerja pembinaan

bangunan. Contoh sistem pengelasan antarabangsa bagi kerja-kerja pembinaan bangunan adalah seperti berikut:

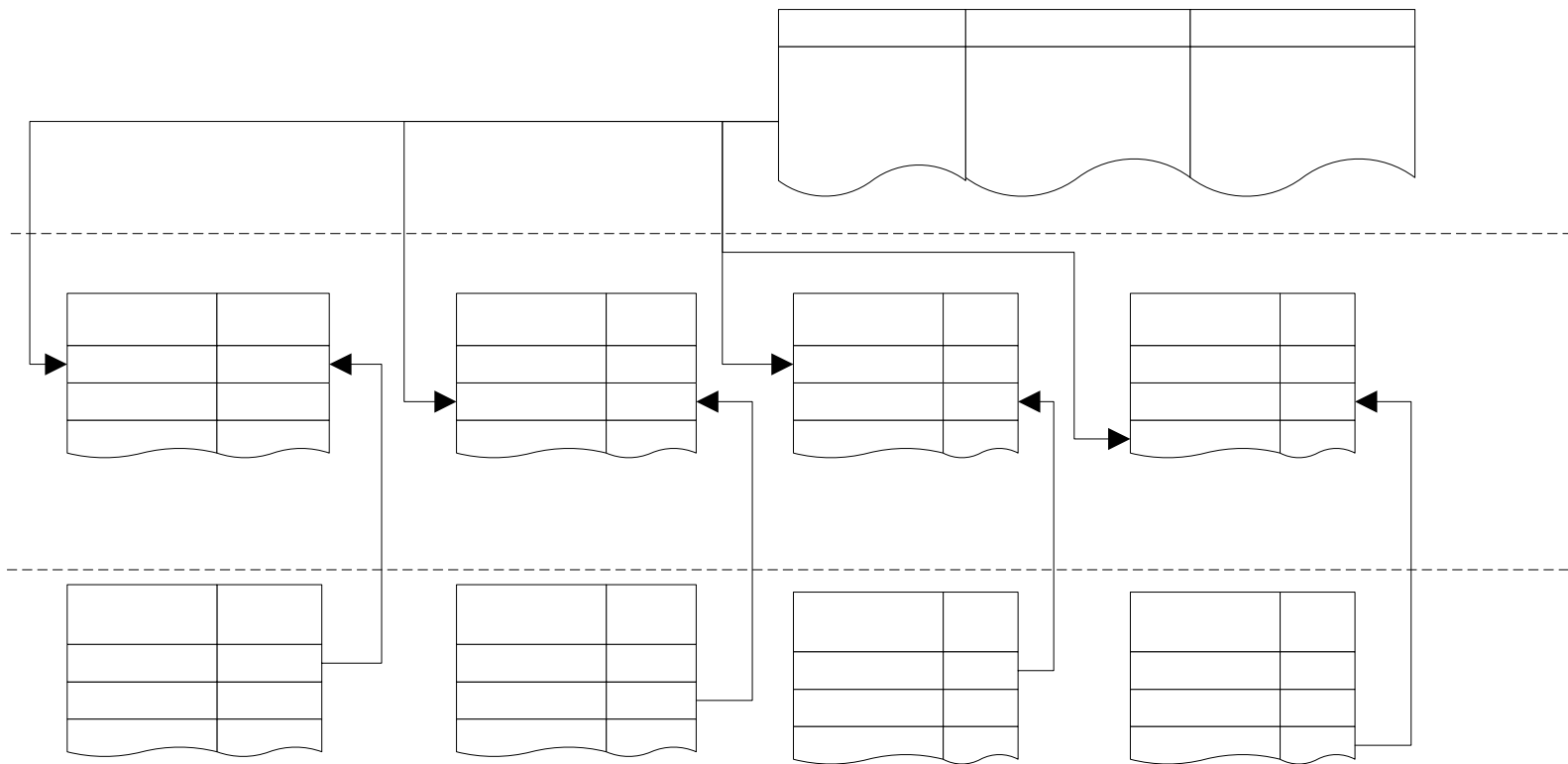
- The Royal Institution of Chartered Surveyors' Building Cost Information Service (BCIS) standard list of elements for cost analysis (UK);
- CI/SfB (UK)
- Unified Classification for the Construction Industry (Uniclass) elements for buildings (US)

Kaedah penyenarian yang dihasilkan oleh BCIS diamalkan dengan meluas di Malaysia terutamanya dalam mengharga kerja-kerja pembinaan dan ianya merupakan sistem pengelasan yang paling sesuai digunakan. Sistem kod yang dicadangkan oleh BCIS akan menjadikan operasi asas komputer iaitu penyimpanan dan pencarian maklumat dilaksanakan dengan berkesan.

Selain daripada digunakan bersepadu dengan perisian penjadualan projek, fungsi lain sistem berasaskan pengetahuan ini ialah menyediakan kemudahan membuat carian ke atas peraturan dan prosidur keselamatan yang berkaitan dengan mana-mana aktiviti pembinaan pada bila-bila masa. Bagi memastikan pengguna dapat membuat carian dengan efektif, sistem ini mesti menyediakan kaedah pencarian yang flexible. Untuk tujuan ini, capaian maklumat yang terdapat di dalam pangkalan data sistem boleh dibuat dalam beberapa kategori contohnya: tajuk keselamatan, aktiviti pembinaan, elemen bangunan atau pengelasan BCIS. Pendekatan ini boleh dilaksanakan seperti digambarkan di dalam Rajah 2.

Struktur pangkalan data sistem berasaskan pengetahuan ini terdiri daripada tiga jenis fail: Fail rekod keselamatan, fail penghubung dan fail carian. Fail rekod keselamatan merupakan sumber maklumat berkaitan

peraturan dan prosidur keselamatan industri pembinaan. Fail carian atau capaian membenarkan pengguna mendapatkan maklumat berdasarkan beberapa saluran alternatif samada melalui tajuk keselamatan, aktiviti pembinaan, elemen bangunan atau pengelasan BCIS. Hubungan di antara fail carian dengan fail rekod keselamatan dilaksanakan oleh fail penghubung yang mengandungi data daripada kedua-dua fail yang diterangkan sebelum ini.



Rajah 2: Struktur Pangkalan Data Sistem

8.0 Rumusan

Pekerja di dalam industri pembinaan terdedah kepada pelbagai bahaya dan menghadapi risiko kematian atau kecederaan semasa berkerja yang lebih tinggi berbanding dengan mereka yang berkerja di dalam industri yang lain. Justru itu usaha untuk melindungi pekerja di tapak pembinaan akan berhadapan dengan cabaran yang besar berbanding dengan melindungi pekerja di sektor yang lain. Pelbagai usaha boleh dilaksanakan untuk mengurangkan kemalangan di dalam industri pembinaan. Penyelidikan ini mencadangkan satu pendekatan yang boleh membantu usaha-usaha yang sedang berjalan yang bertujuan mengurangkan kadar kematian dan kemalangan di dalam industri pembinaan. Pengurusan tapak bina memerlukan maklumat keselamatan dan kesihatan semasa merancang dan segala maklumat ini boleh di perolehi dengan mudah dan pantas. Keadaan ini akan mendorong pengurusan tapak memastikan aktiviti yang dirancang menepati keperluan keselamatan. Justru, penyelidikan ini mencadangkan penyebaran maklumat dibuat dengan menyepadukan sistem berasaskan pengetahuan dengan perisian penjadualan projek. Temubual dengan mereka yang terlibat secara langsung dengan perancangan aktiviti pembinaan dan keselamatan pembinaan membayangkan sistem yang dicadangkan amat berpotensi untuk digunakan di tapak pembinaan. Ianya boleh menjadi alat yang berharga kepada individu yang bertanggung jawab kepada perancangan aktiviti pembinaan dan mereka yang membangunkan program keselamatan di tapak pembinaan.

Penyelidikan ini juga mencadangkan bentuk pelaksanaan sistem berasaskan pengetahuan dan struktur pangkalan data untuk sistem tersebut. Kesemua cadangan ini di buat berdasarkan kepada maklumat yang diberikan oleh responden terhadap bentuk perkhidmatan dan tahap bantuan yang perlu disediakan oleh sistem. Sistem yang dicadangkan mesti mudah digunakan, mengandungi maklumat OSH yang komperhensif, boleh disepadukan dengan perisian penjadualan kerja, dan menyediakan platform untuk pengguna berkongsi pengetahuan.

9.0 Rujukkan

Aranda, G. 2000. A Study of Hazard Perception among Construction Workers: Addressing Methodological Issues of Using Navigable Movies and Repertory Grids, *In: Doctoral Workshop of the Association of Researchers in Construction Management, October 6, 11-15.*

Bank Negara, 1999-2003. *Laporan Tahunan Bank Negara/Laporan Ekonomi 1999-2003*, Kementerian Kewangan Malaysia.

Carter, G. and Smith, S. 2001. Construction Safety Risk – Improving The Level Of Hazard Identification. *In: European Safety & Reliability International Conference, 16-20 September 2001 Torino, Italy*

Charette, R. P. and Marshall H. E. 1999. *Uniformat II Elemental Classification for Building Specification, Cost Estimating, and Cost Analysis*. U.S. Department of Commerce, NISTIR 6389.

Coble, R. J., Hinze, J. and Haupt, T. C. 2000. *Construction Safety and Health Management*, Prentice-Hall, New Jersey.

Davison, J., 2003. The development of a knowledge based system to deliver health and safety information to designers in the construction industry. Health & Safety Executive Research Report 173. Her Majesty's Stationery Office, UK.

Elzarka, H. M and Bell L.C. 1995. Object-Oriented Methodology for Materials Management systems. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, Vol. 121, No. 4, pp.438-445.

Gambatese, J. A., Hinze, J. W. and Hass C. T. 1997. Tool to Design Construction Worker Safety. *Journal of Architectural Engineering*. Vol. 3, No. 1, March 1997, pp. 32-41

Hinze, J. and Wiegand, F. 1992. Role of designers in construction worker safety. *Journal of Construction Engineering and Management*. ASCE, 118(4), 677-684.

Kartam, N. A., 1997. Integrating Safety and Health Performance into Construction CPM, *Construction Engineering and Management*, 123(2), 121-126.

NIOSH 1994. *Guidelines for Public Safety at Construction Sites*. National Institute of Occupational Safety and Health Malaysia. Kuala Lumpur

OSHA 1998. Occupational Safety and Health Act 1994 (Act 514) and Regulations = Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (Akta 514) dan Peraturan-peraturan as 1st January 1998 Legal Research Board. Kuala Lumpur, International Law Book.

Preziosi, D. 1989. Setting sights on safety. *Civil Engineering*, ASCE, 44-46.

Radlinah Kunju Ahmad, 2000. Developing A Proactive Safety Performance Measurement Tool (SPMT) For Construction Sites. Thesis (PhD). Loughborough University.

Stanton, W. and Willenbrock, J. 1990. Conceptual framework for computer-based construction safety control. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 116(3), 383-398.

Torres, K., 2006. *Expert: Safety Obsolete Without Effective Management Systems* [online]. Diperolehi daripada:
<http://www.occupationalhazards.com/News/Article/38158/>.
Expert_Safety_Obsolete_Without_Effective_Management_Systems.aspx
[Dicapai 15 April 2006]

Whitelaw, J., 2001. *Safety: What do You Think?*, New Civil Engineer, January 11, 22-24.