

## MODEL ANALISIS IMPAK PERUBAHAN KEPERLUAN PERISIAN

MARFIZAH ABDUL RAHMAN  
ROZILAWATI RAZALI  
DALBIR SINGH VALBIR SINGH

### ABSTRAK

*Persekitaran dan proses perniagaan yang dinamik menyebabkan perubahan keperluan dalam perisian tidak dapat dielak. Perubahan keperluan perisian perlu diurus dengan sebaiknya melalui analisis impak yang melibatkan pengenalan faktor penyumbang dan penilaian kesan perubahan keperluan terhadap persekitaran semasa. Analisis impak ini perlu disempurnakan oleh pasukan yang khas iaitu Jawatankuasa Kawalan Perubahan (JKP). Pada dasarnya, analisis impak membantu JKP memperoleh gambaran potensi impak sesuatu perubahan terhadap organisasi sebelum melaksanakannya. Ini perlu kerana analisis impak yang tidak sempurna boleh menjejaskan projek sekali gus kemampanan organisasi. Kajian lampau mengenai analisis impak perubahan keperluan perisian. Namun faktor tersebut dikaji secara bersendirian dan berasingan menyebabkan analisis impak menyeluruh sukar dilakukan. Justeru, kajian ini bertujuan mengenal pasti dan menggabungkan faktor tersebut sebagai model analisis impak perubahan keperluan yang bersepadu. Kajian ini bersifat kualitatif dengan data dikumpul menggunakan teknik temu bual secara kumpulan fokus. Data yang dikumpul dianalisis menggunakan teknik analisis kandungan. Hasil analisis mendapati terdapat empat kategori faktor yang terlibat iaitu Manusia, Proses, Teknologi (sedia ada) dan Organisasi. Setiap kategori faktor mengandungi faktor dan elemen tertentu yang dihubungkan untuk menggambar-perkaitannya. Model ini dapat digunakan oleh JKP sebagai panduan menilai sesuatu permintaan bagi perubahan keperluan perisian.*

*Katakunci: perubahan keperluan, pengurusan perubahan, perisian, analisis impak.*

### ABSTRACT

*Software requirement changes are inevitable due to the dynamic needs of business process and environment. Such changes in requirement need to be managed accordingly by determining the influencing factors as well as assessing their impacts on the current environment through impact analysis. The analysis is accomplished by a dedicated team, namely Change Control Board (CCB). In essence, an impact analysis helps CCB to understand the potential impacts of change towards organization before implementing them. This is vital because an improper analysis may not only affect project but also organization's sustainability. Previous studies have identified several technical and non-technical factors that should be considered during impact analysis. The factors however are isolated and disintegrated, which causes a holistic impact analysis to be difficult. This study therefore aimed to identify and integrate those factors as an integrated impact analysis model for software requirements changes. This study is qualitative in nature where the data were collected through a focus group interview. The collected data were analysed by using content analysis approach. The findings indicate that there are four categories of factor, namely People, Process, Technology(existing) and Organisation. Each category consists of several factors and elements, which are linked to indicate their interrelationships. The model can be used by CCB as a guide to decide the way forward for a particular requirement change request.*

*Keywords: requirement change, change management, software, impact analysis.*

### PENGENALAN

Pengendalian organisasi pada hari ini bergantung kepada Teknologi Maklumat dan Komunikasi (TMK) yang bersifat dinamik dan berubah dengan pantas. Senario sedemikian memberi kesan kepada sistem perisian yang digunakan oleh organisasi. Keperluan pengguna turut berubah bagi memenuhi dasar organisasi dan persekitaran pengendalian perniagaan dan

perkhidmatan. Ini menyebabkan keperluan kepada projek penambahbaikan dan pengemaskinian sistem sedia ada. Kajian menunjukkan antara punca kegagalan projek perisian ialah berlaku perubahan dalam keperluan perisian. Persoalan penting yang timbul daripada fenomena ini ialah bagaimana mengurus perubahan keperluan perisian dalam persekitaran pengendalian perniagaan dan perkhidmatan yang dinamik.

Pengurusan perubahan keperluan merupakan satu daripada aspek penting kejayaan sesuatu projek perisian (Williams dan Williams, 2006). Para penyelidik mencadangkan beberapa proses pengurusan perubahan keperluan perisian supaya perubahan dapat diurus dengan sempurna (Sauve et al., 2006; Madduri et al., 2010). Antara langkah penting dalam pengurusan perubahan keperluan perisian ialah analisis impak yang dapat menentu potensi kesan perubahan sebelum melaksananya (Ge dan Bai, 2010). Terdapat tiga cabaran dalam melaksana analisis impak terhadap perisian iaitu: (1) menentu sumber maklumat, (2) mengenal pasti dan menganalisis hubungan antara faktor perubahan, dan (3) kaedah menganalisis (Bohner, 2002). Kajian bagaimana analisis impak dijalankan adalah penting supaya keputusan yang memuaskan dapat dicapai mengikut masa yang ditetapkan (Rovegard, Angelis dan Wohlin, 2008). Sehingga kini, kebanyakan analisis impak yang dilakukan adalah secara tidak formal sehingga mengakibatkan potensi kesan daripada sesuatu perubahan, khususnya dalam perisian yang kompleks tidak dapat dijangka (Nurmuliani, Zowghi dan Williams, 2006).

Kajian ini bertujuan mengenal pasti faktor yang perlu diambil kira semasa analisis impak bagi mengurus perubahan keperluan perisian. Melalui kajian empirikal secara kumpulan fokus, data kualitatif mengenai analisis impak diperoleh. Pendekatan analisis kandungan dilakukan terhadap data tersebut untuk mengenal pasti faktor berkaitan analisis impak. Faktor berkenaan diguna bagi membentuk model bagi analisis impak perubahan keperluan perisian. Model tersebut dapat membantu proses membuat keputusan bagi sesuatu permintaan perubahan keperluan perisian.

## SOROTAN SUSASTERA

Bahagian ini menyoroti susastera tentang proses pengurusan perubahan keperluan perisian. Penerangan mengenai proses ini membawa kepada perlunya kajian mendalam mengenai kepentingan dan faktor yang terlibat semasa analisis impak perubahan keperluan perisian.

## PENGURUSAN PERUBAHAN

Pengurusan perubahan perisian merupakan proses yang mengurus pengubahsuaian sistem perisian bagi menampung keperluan pengguna dan perniagaan (Keller et al., 2004). Perubahan perisian berlaku semasa fasa pembangunan dan fasa penyenggaraan (Chua dan Verner, 2010). Secara umumnya, proses pengurusan perubahan mengandungi aktiviti seperti berikut:

1. menerima permintaan perubahan keperluan
2. menganalisis impak perubahan keperluan
3. melulus atau menolak permintaan perubahan keperluan
4. merangka strategi melaksana perubahan keperluan yang dilulus
5. merancang pelaksanaan perubahan keperluan
6. melaksana perubahan keperluan

Perubahan perisian dikemuka melalui borang permintaan perubahan (Stojanov dan Dobrilovic, 2010; Bhatti, Hayat dan Ahmed, 2010). Keperluan baharu yang dikemukakan melalui borang permintaan perubahan mengandungi maklumat perubahan seperti alasan, jenis dan sumber perubahan (Nurmuliani, Zowghi dan Williams, 2006). Permintaan perubahan yang perlu diurus oleh pengurus perisian kebiasaannya melibatkan perubahan keperluan (Boehm, 2008). Perubahan keperluan berlaku disebabkan oleh perubahan dalam keperluan pengguna,

perubahan persepsi pihak yang berkepentingan tentang keperluan pengguna dan perubahan dalam dokumen keperluan (Davis et al., 2008). Persoalan yang penting ialah bagaimana menentu sama ada sesuatu permintaan perubahan itu perlu dilulus atau ditolak. Keputusan perlu dibuat oleh ahli jawatankuasa teknikal yang dilantik iaitu Jawatankuasa Kawalan Perubahan (JKP) (Bhatti et al., 2010; Chua dan Verner, 2010).

Perubahan keperluan perisian memberi kesan kepada manusia, proses dan teknologi (Eger, Eckert dan Clarkson, 2003; Reboucas et al., 2007; Poshyvanyk et al., 2008; Park dan Hwan Bee, 2011). Perubahan keperluan perisian juga melibatkan kos (Burgess et al., 2001; Chua dan Verner, 2010) dan sumber seperti manusia, masa dan kod sumber (Chua dan Verner, 2010). JKP memerlukan kriteria tertentu bagi membuat keputusan terhadap permintaan perubahan. Kegagalan JKP membuat keputusan yang baik terhadap permintaan perubahan keperluan perisian boleh menyebabkan kegagalan dalam melaksana perubahan tersebut dan juga projek perisian. Keputusan melulus atau menolak sesuatu perubahan keperluan perisian adalah sukar memandangkan JKP perlu memasti usaha tersebut bertepatan dan boleh diguna pakai. Analisis impak perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum sebarang keputusan dibuat. Ketelitian dalam analisis impak dapat menghasilkan perubahan perisian yang tepat dan lengkap (Vora, 2010). Analisis impak juga dapat mengelak salah tafsir berkenaan kos dan sumber yang berkaitan dengan pelaksanaan perubahan keperluan perisian. Pengenalpastian potensi kesan perubahan melalui analisis impak dapat membantu JKP menentu jadual, kos dan anggaran sumber bagi pelaksanaan perubahan (Ibrahim, Munro dan Deraman, 2003; Mehboob, Zowghi dan Lowe, 2009).

#### ANALISIS IMPAK

Analisis impak dilaksanakan berdasarkan permintaan perubahan. Analisis impak merupakan aktiviti menentu perubahan yang perlu dilaksanakan dan menganggar kesan perubahan tersebut berdasarkan situasi semasa (Bhatti et al., 2010). Proses ini melibatkan pengumpulan maklumat daripada projek perubahan terdahulu untuk membuat anggaran umum tentang kos dan faedah sekiranya permintaan perubahan semasa dilakukan (Hussain, Ehsan dan Nauman, 2010). Analisis impak memberi peluang bagi menilai potensi kesan perubahan yang dicadangkan sebelum perubahan tersebut dilaksanakan (Williams dan Williams, 2006).

Analisis impak melibatkan aspek teknikal dan juga aspek bukan teknikal (Park dan Hwan Bae, 2011). Aspek teknikal memberi tumpuan kepada metodologi, algoritma dan proses analisis perubahan (Rovegard et al., 2008; Poshyvank et al., 2008). Antara fungsinya ialah mengenal pasti masalah seperti kesukaran menjejaki versi perisian, perubahan yang tidak didokumen dengan sempurna, dan ketiadaan pembangun sistem yang lepas untuk menerangkan kod sumber (Pigoski, 2001). Aspek bukan teknikal pula merujuk kepada elemen berkenaan prestasi projek perubahan seperti kos (Ren et al., 2011) dan jadual (Park dan Hwan Bae, 2011). Secara amnya, analisis impak bertujuan mengurangkan kesan perubahan melalui pengenalpastian dan perincian aspek teknikal dan bukan teknikal (Chua, 2010).

Kajian terdahulu memberi tumpuan kepada elemen teras perisian iaitu kod sumber (Kaiya et al., 2011; Vora, 2010). Analisis impak terhadap kod sumber bertujuan mengenal pasti pembolehubah atau prosedur aturcara yang terjejas akibat perubahan yang dicadangkan (Williams dan Carver, 2010). Saiz kod sumber yang terjejas ditentu berdasarkan bilangan baris kod (LOC) yang terlibat (Vora, 2010). Perubahan dalam kod sumber melibatkan proses membuang, menambah atau mengemas kini kod sumber (Fluri et al., 2008). Terdapat teknik yang menggunakan pertanyaan (*query*) untuk mengenal pasti perubahan tertentu dalam kod sumber (Kaiya et al., 2011).

Selain daripada kod sumber, analisis impak terhadap senibina perisian juga dilakukan bagi menentu komponen perisian yang terlibat dalam perubahan (Chua & Verner, 2010). Senibina perisian merujuk kepada komponen, penyambung, modul, hubungan dan topologi

yang membentuk struktur perisian (Williams dan Carver, 2010). Perubahan yang dibuat pada aplikasi tertentu menyebabkan sebahagian komponen tidak lagi diguna dan seterusnya menyukar proses penyenggaraan perisian (Ren et al., 2011). Kajian terdahulu membangun model analisis impak bagi senibina perisian berpandukan arahan aliran kawalan (Vora, 2010). Mengguna model tersebut, dapat ditentu bilangan modul yang perlu diubah apabila sesuatu modul berubah.

Dokumentasi sistem memainkan peranan yang penting dalam perubahan keperluan. Kajian menunjukkan bahawa dokumentasi sistem yang tersedia, membolehkan pembangun sistem mengambil masa yang singkat bagi memahami sistem berbanding kod sumber sahaja (Pigoski, 2001). Dokumen perisian adalah penting bagi mengaitkan perubahan keperluan dan kod sumber (Kaiya et al., 2011). Contoh dokumen perisian ialah spesifikasi keperluan, dokumen reka bentuk dan pelan ujian (Dautovic, Plosch dan Saft, 2011; Tryggeseth, 1997).

Perubahan keperluan perisian bergantung kepada perkakasan yang diguna. Perubahan keperluan perisian juga berpunca dari perubahan dalam persekitaran perkakasan dan perisian pihak ketiga (Nurmuliani, Zowghi dan Williams, 2004). Kajian empirikal menunjukkan perubahan keperluan perisian memberi kesan kepada penggunaan ruang ingatan (Schneidewind, 2001), prestasi Unit Pemprosesan Pusat (CPU) (Williams dan Williams, 2006) dan platform (Nurmuliani, Zowghi dan Williams, 2004).

Proses analisis impak bergantung kepada pihak yang berkepentingan mengikut tugas yang ditetapkan (Mehboob et al., 2009) seperti pasukan projek. Anggaran jadual pelaksanaan perubahan bergantung kepada kebolehan pasukan projek. Unjuran yang mencukupi terhadap peruntukan sumber manusia yang bersesuaian adalah perlu bagi sesuatu aktiviti perubahan (Lunardi et al., 2010). Sukar menentu individu yang dapat melaksana perubahan sistem dan mengekal keadaan sistem baik seperti sedia ada. Beberapa kriteria menilai pasukan projek seperti kemahiran, pengetahuan, pengalaman dan motivasi dicadang dalam menyelesaikan perubahan keperluan (Chua, 2010).

Pengguna memainkan peranan yang penting semasa analisis impak. Pengguna perlu terlibat dan mengetahui status perubahan keperluan (Chua, 2010). Penglibatan pengguna penting untuk memasti kesedaran pengguna mengenai situasi masa hadapan dan operasi sistem selepas perubahan dilakukan (Hoorn et al., 2007). Pengguna juga harus menyediakan maklumat mengenai sistem apabila diperlu oleh pasukan projek (Jiayi, Yunjuan dan Yuesheng, 2008).

Analisis impak menentukan anggaran jadual dan kos melaksana sesuatu perubahan. Kajian menunjukkan pengoptimuman jadual perubahan, dapat menjimat masa dengan ketara dalam melaksana perubahan (Reboucas et al., 2007). Elemen yang berkaitan dengan kos perubahan perisian adalah bilangan peserta projek, jangka masa projek, saiz dan skop serta bilangan perunding (Lagerstrom et al., 2011).

Sorotan susastera di atas menunjukkan pelbagai elemen terlibat semasa analisis impak perubahan keperluan perisian. Elemen ini terdiri daripada aspek teknikal dan bukan teknikal. Hasil analisis impak perubahan keperluan mempengaruhi keputusan JKP untuk menerima atau menolak perubahan yang dicadang. Keputusan JKP harus melibatkan kedua-dua aspek teknikal dan bukan teknikal agar tepat dan seimbang (Chua, 2010). Bagaimanapun, tidak ada kajian lampau yang menggabung aspek tersebut sebagai model yang bersepadu yang boleh dijadikan panduan oleh JKP membuat keputusan.

## OBJEKTIF

Objektif kajian ini ialah untuk mengenal pasti faktor dan hubungan antaranya semasa proses analisis impak bagi perubahan keperluan perisian.

Persoalan yang timbul oleh kajian ini adalah seperti berikut:

Apakah faktor yang terlibat semasa analisis impak bagi perubahan keperluan perisian? Bagaimanakah faktor tersebut berhubung kait dan mempengaruhi antara satu dengan yang lain?

## METOD

Bagi mengenal pasti faktor yang terlibat semasa analisis impak perubahan keperluan, temu bual secara kumpulan fokus bersama dengan pakar bidang dan pelaksana daripada industri dilakukan. Kumpulan fokus merupakan perbincangan terancang yang bertujuan mendapat maklumat dalam persekitaran yang terkawal (Krueger dan Caser, 2009). Kaedah kumpulan fokus dipilih kerana boleh menjana idea dan latar belakang proses dan produk melalui hubungan terus dengan peserta (Canada dan Rd, 2005).

Kaedah kumpulan fokus yang diguna adalah seperti yang disaran oleh Kontio et al. (2008). Temu bual yang dijalankan mengguna soalan semi-struktur diadaptasi daripada Revogard et al. (2008) dan Stark et al. (1998). Kajian rintis dilaksana sebelum sesi sebenar dilakukan. Bagi mengesah ketepatan dan kesempurnaan soalan termasuk kesesuaian masa sesi dijalankan. Kajian rintis dilaksana bersama lima orang pembangun sistem. Maklum balas yang diberi diguna bagi menambahbaik perancangan sesi sebenar.

Pemilihan informan bagi sesi kumpulan fokus adalah berdasarkan kriteria yang ditetapkan bagi memasti data yang diperolehi adalah tepat. Kriteria tersebut ialah mempunyai pengalaman melebihi sepuluh tahun dalam pembangunan sistem selain terlibat dalam proses perubahan keperluan perisian. Bagi memasti keperluan ini dipenuhi, kajian mengguna persampelan bertujuan (Babar, Bass dan Gorton, 2007). Seramai lapan orang informan dikenal pasti dan dijemput untuk menghadiri sesi kumpulan fokus. Surat jemputan dikeluarkan yang mengandungi maklumat tentang sesi kumpulan fokus seperti tujuan, tarikh, masa, tepat dan kesan terhadap kajian. Seramai lima orang informan setuju hadir yang menjadikan kadar maklum balas sebanyak 62%. Semua informan bertugas sebagai kakitangan awam. Maklumat latar belakang informan adalah seperti pada Jadual 1.

Sesi kumpulan fokus mengambil masa selama 2 jam dan dirakam melalui video. Sebelum sesi dimulainya penerangan tentang prosedur dan mendapat persetujuan daripada informan diberi melalui borang keizinan.

JADUAL 1. Latar Belakang Informan

Informan	Agensi	Sistem	Tempoh Pengalaman Kerja (Tahun)	Jawatan
Informan 1	A	A1	28	Ketua projek
Informan 2		A2	14	Ketua unit
Informan 3	B	B1	30	Ketua projek
Informan 4		B2	11	Ketua unit
Informan 5	C	C1	14	Ketua unit

Data daripada kumpulan fokus dianalisis mengguna teknik analisis kandungan. Analisis kandungan merupakan teknik penyelidikan untuk membuat kesimpulan yang sah daripada teks kepada konteks kegunaan melalui penyediaan pengetahuan, pandangan baharu, persembahan fakta dan panduan yang praktikal untuk tindakan (Krippendorff, 2004). Langkah pertama dalam analisis kandungan ialah mengenal pasti elemen yang diumpuk ke dalam kumpulan faktor tertentu. Faktor tersebut seterusnya dikelas mengikut kategori yang bersesuaian. Langkah kedua, faktor tersebut dihubungkan secara sistematik melalui hubungan antara faktor. Faktor dan hubungan tersebut membentuk model analisis impak perubahan keperluan perisian.

## ANALISIS DAN KEPUTUSAN

Analisis kandungan dilakukan ke atas transkrip data video kumpulan fokus. Terdapat empat kategori faktor yang dikenal pasti iaitu Manusia, Proses, Teknologi (sedia ada) dan Organisasi.

Kategori Manusia adalah berkenaan dengan kumpulan sumber manusia yang terlibat semasa analisis impak. Kategori Proses merupakan aktiviti yang berlangsung semasa analisis impak. Kategori Teknologi (sedia ada) merujuk kepada komponen sistem atau aplikasi yang sedia ada yang perlu diubah mengikut permintaan pengguna. Kategori Organisasi adalah komponen yang melibatkan pengurusan organisasi. Setiap kategori meliputi beberapa faktor yang berkaitan. Seterusnya, setiap faktor mengandungi elemen yang terangkum di bawahnya. Hubungan antara faktor adalah berdasarkan kebergantungan antara faktor semasa analisis impak. Rajah 1 menunjukkan model analisis impak perubahan keperluan perisian yang dihasil berdasarkan analisis kandungan. Perincian tentang model adalah seperti berikut:

### *Manusia*

Kategori Manusia merangkumi faktor Pengguna, Pasukan Projek, Pengurusan Atasan dan Pihak Ketiga. Pengguna menghantar permintaan perubahan melalui borang. Pasukan Projek bertanggungjawab menyemak dan menganalisa permintaan termasuk perubahan keperluan perisian. Bagi membuat analisis yang tepat, kemahiran, pengetahuan, motivasi dan pengalaman Pasukan Projek adalah penting. Malahan, motivasi dan komitmen Pasukan Projek semasa analisis impak adalah penting. Bagi memastikan pemahaman yang lebih baik tentang keperluan baharu, Pasukan Projek perlu berkomunikasi dengan pengguna. Sekiranya terdapat maklumat yang tidak lengkap atau mengelirukan, Pasukan Projek perlu mendapat penjelasan lanjut daripada Pengguna. Oleh itu, penglibatan Pengguna adalah penting. Pengguna perlu mempunyai pengetahuan mengenai perubahan yang diminta. Pengguna juga hendaklah memberi kerjasama dan komitmen semasa menilai impak perubahan keperluan. Oleh sebab perubahan keperluan perisian biasanya melibatkan Pengguna, kesediaan pengguna perlu diukur sebelum melaksana perubahan.

Selepas mengenal pasti dan memahami perubahan yang diterima daripada Pengguna, Pasukan Projek perlu membuat anggaran usaha, kos dan jadual bagi perubahan perisian. Apabila membuat anggaran usaha, kos dan jadual bagi melaksana perubahan perisian, Pasukan Projek memerlukan komitmen dan sokongan daripada Pengurusan Atasan. Usaha melaksana perubahan perlu diselaras mengikut kos yang dilulus dan jadual yang dibenar oleh Pengurusan Atasan. Sekiranya perubahan keperluan perisian tersebut melibatkan Pihak Ketiga, bilangan pihak ketiga yang terlibat dalam projek dan kadar kebergantungan terhadap mereka juga mempengaruhi perancangan bagi pelaksanaan perubahan keperluan.

### *Proses*

Terdapat dua faktor bagi kategori proses iaitu Pengenalpastian Perubahan dan Perancangan Pelaksanaan Perubahan. Pengenalpastian Perubahan merangkumi maklumat permintaan perubahan keperluan perisian seperti alasan membuat perubahan, jenis perubahan dan sumber perubahan. Perancangan Pelaksanaan Perubahan melibatkan usaha, jadual dan kos. Anggaran jadual dan kos dibuat berdasarkan kepada usaha Pasukan Projek dan penilaian kesan perubahan terhadap Teknologi (sedia ada). Jadual perubahan mengandungi maklumat pasukan projek, aktiviti, masa dan jangka masa untuk melaksana perubahan. Berdasarkan kepada jadual, anggaran kos bagi perubahan boleh dilakukan.

### *Teknologi (sedia ada)*

Permintaan perubahan memberi kesan ke atas teknologi sedia ada. Teknologi sedia ada merangkumi Perisian dan Perkakasan. Perisian terdiri daripada kod sumber, senibina perisian, alatan perisian dan dokumentasi. Analisis impak terhadap Perisian perlu dilakukan bagi mengelak isu di luar jangkauan seperti prestasi, kestabilan, skalabiliti dan keserasian produk sedia ada selepas melaksana perubahan (Postma, America dan Wijnstra, 2004). Analisis impak ke atas kod sumber menentu bahagian program yang terjejas. Perubahan kepada kod sumber

menjejas senibina perisian sedia ada. Kebergantungan antara kod sumber juga penting bagi menganggar kesan perubahan.

Perubahan kepada kod sumber dan senibina perisian pula memberi kesan kepada dokumentasi sistem sedia ada. Dokumentasi sistem perlu dikemas kini selepas perubahan dilaksana. Dokumentasi yang dikemas kini dapat membantu pembangun sistem memahami sistem. Dokumentasi sistem dan kod sumber mesti disenggara secara serentak untuk memasti produktiviti pasukan projek (Tryggeseth, 1997). Penerangan yang lengkap tentang sistem dapat membantu pasukan projek mengenal pasti dan memperbetul kesilapan dengan mudah termasuk menambah baik sistem (Ren et al., 2011).

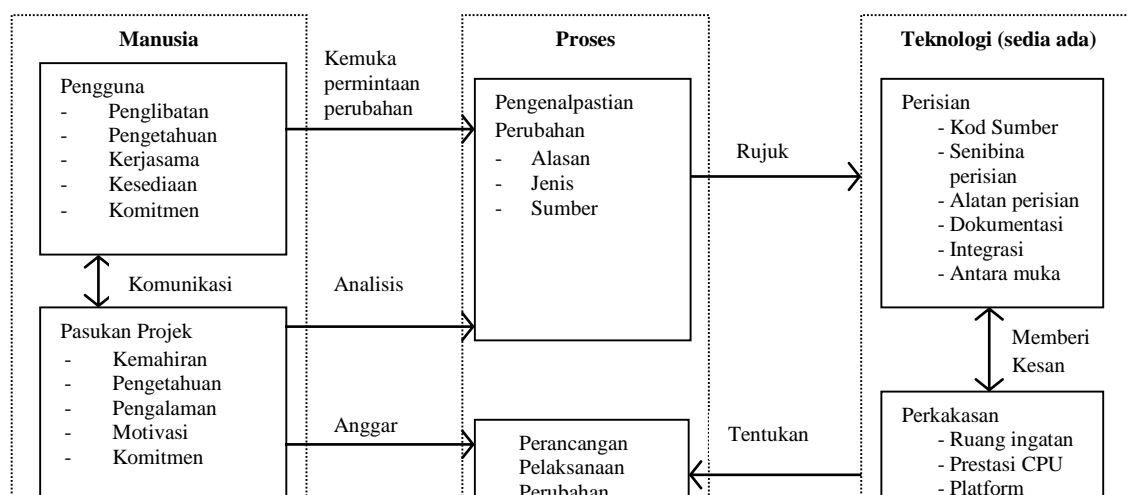
Perubahan dalam sesuatu komponen perisian boleh menjejas Perkakasan. Sebagai contoh, perubahan kepada kod sumber mungkin menjejas ruang ingatan, prestasi CPU dan platform. Seterusnya, perubahan kepada Perkakasan mungkin menjejas konfigurasi Perisian tertentu. Sistem yang besar mempunyai integrasi dan antara muka dengan sistem yang lain. Integrasi dan antara muka sistem boleh berlaku pada peringkat Perkakasan dan Perisian. Sebarang perubahan yang dibuat terhadap sesuatu komponen mengakibatkan perubahan ke atas komponen yang bergantung dengannya. Anggaran impak bagi teknologi sedia ada ditentukan berdasarkan aspek ini.

### Organisasi

Organisasi terdiri daripada dua faktor iaitu Piawai Teknologi dan Perancangan Strategik. Piawai Teknologi merujuk kepada kriteria bagi perisian dan perkakasan tertentu yang ditetapkan oleh organisasi bagi projek pembangunan dan penyenggaraan perisian. Setiap organisasi mempunyai Perancangan Strategik seperti dasar yang menggaris hala tuju organisasi dan matlamat yang mengandungi misi dan visi organisasi. Bagi memasti pembangunan sistem selari dengan keperluan organisasi, sebarang perubahan keperluan perlu memenuhi Piawai Teknologi dan Perancangan Strategik yang ditetapkan oleh organisasi. Keperluan ini mempengaruhi Perancangan Pelaksanaan Perubahan keperluan perisian.

## KESIMPULAN DAN KAJIAN MASA HADAPAN

Kajian ini membincang aspek teknikal dan bukan teknikal berkaitan analisis impak perubahan keperluan perisian. Kajian empirikal secara kumpulan fokus yang dilakukan mengenal pasti beberapa faktor yang terlibat semasa analisis impak. Faktor ini dikumpul kepada empat kategori iaitu Manusia, Proses, Teknologi (sedia ada) dan Organisasi bagi membentuk model analisis impak perubahan keperluan perisian. Model ini membolehkan pengamal perisian khususnya JKP untuk membuat keputusan yang baik mengenai cadangan perubahan keperluan perisian. Penemuan kajian ini ialah adalah proses analisis impak perubahan keperluan perisian umum. Penyelidikan selanjutnya boleh mengkaji model analisis yang khusus kepada domain dan jenis perisian yang tertentu. Hasil kajian juga boleh disesuaikan mengikut jenis projek pembangunan seperti keselamatan atau pembangunan berasaskan sumber luar.



## PENGHARGAAN

Kajian ini ditaja oleh Jabatan Perkhidmatan Awam Malaysia.

## RUJUKAN

- Babar, M. A., Bass, L., & Gorton, I. 2007. Factors Influencing Industrial Practices of Software Architecture Evaluation: An Empirical Investigation. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 90–107.
- Bhatti, M. W., Hayat, F., & Ahmed, S. 2010. An Investigation of Changing Requirements with respect to Development Phases of a Software Project. *International Conference on Computer Information Systems and Industrial management Applications* :323-327
- Boehm, B. 2008. Software Change Impacts An Evolving Perspective. *Conference on Software Maintenance*: 263-271.
- Bohner, S. A. 2002. Software Change Impacts An Evolving Perspective. *Conference on Software Maintenance*: 263-271.
- Burd, E., & Munro, M. 2000. Using evolution to evaluate reverse engineering technologies: mapping the process of software change. *The Journal of Systems and Software*, 53: 43-51.
- Burgess, C. J., Dattani, I., Hughes, G., May, J. H. R., & Rees, K. 2001. Using Influence Diagrams to Aid the Management of Software Change. *Requirements Engineering*, 6: 173-182.
- Canada, C., & Rd, M. 2005. Studying Software Engineers: Data Collection Techniques for Software Field Studies. *Empirical Software Engineering*, 10: 311–341.
- Chua, B. B. 2010. Rework Requirement Changes in Software Maintenance. *International Conference on Software Engineering Advances*: 252-258.
- Chua, B. B., & Verner, J. 2010. Examining Requirements Change Rework Effort: A Study. *International Journal of Software Engineering*, 1(3): 48-64.
- Dautovic, A., Plosch, R., & Saft, M. 2011. Automatic Checking of Quality Best Practices in Software Development Documents. *11th International Conference on Quality Software*: 208-217.
- Davis, A. M., Nurmuliani, N., Park, S., & Zowghi, D. 2008. Requirements Change: What's the Alternative? *Annual IEEE International Computer Software and Applications Conference*: 635-638.
- Eger, T., Eckert, C. M., & Clarkson, P. J. 2003. Towards A Change Process Planning Tool. *International Conference on Engineering Design*, 1 - 10.
- Fluri, B., Giger, E., & Gall, H. C. 2008. Discovering Patterns of Change Types. *IEEE*: 463-466.



- Ge, Y., & Bai, L. 2010. Probability-based Safety Related Requirements Change Impact Analysis. *IEEE*: 719-722.
- Hoorn, J. F., Konijn, E. A., Vliet, H. van, & Ver, G. van der. 2007. Requirement Change: Fear Dictate the Must Haves; Desires the Won't Have. *The Journal of Defense Software Engineering*, 80: 328-355.
- Hussain, S., Ehsan, N., & Nauman, S. 2010. A Strategic Framework for Requirements Change in Technical Projects : Case Study of a R & D Project. *IEEE*: 354-358.
- Ibrahim, S., Munro, M., & Deraman, A. 2003. A Requirements Traceability To Support Change Impact Analysis. *IEEE*: 1-12.
- Jiayi, Z., Yunjuan, L., & Yuesheng, G. 2008. The Requirements change Analysis for Different level users. *International Symposium on Intelligent Information Technology Application Workshops*: 987-989.
- Kaiya, H., Hara, K., Kobayashi, K., Osada, A., & Kaijiri, K. 2011. Exploring How to Support Software Revision in Software Non-intensive Projects Using Existing Techniques. *IEEE 35th Annual Computer Software and Applications Conference Workshops*: 327-334.
- Keller, A., Hellerstein, J. L., Wolf, J. L., Krishnan, V., & Heights, Y. 2004. The CHAMPS System : Change Management with Planning and Scheduling. *Proceeding of the 9th IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium*: 395 - 408.
- Kontio, J., Bragge, J., & Lehtola, L. 2008. The Focus Group Method as an Empirical Tool in Software Engineering. *Springer*: 271–280.
- Krippendorff, K. H. 2004. *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology* (Second Edi.). London: Sage Publications, Inc.
- Krueger, R. A., & Caser, M. A. 2009. *A Practical Guide for Applied Research* (Fourth Ed.). Thousand Oaks CA: Sage Publications.
- Lagerstrom, R., Wurtemberg, L. M. von, Holm, H., & Luczak, O. 2011. Identifying factors affecting software development cost and productivity. *Software Quality Journal*: 1 - 23
- Lu, G. 2010. Comparison of Requirement Items based on the Requirements Change Management System of QONE. *WCSE , IEEE*: 211 - 215
- Lunardi, R. C., Andreis, F. G., Luis da Costa Cordeiro, W., & Araujo Wickboldt, J. 2010. On Strategies for Planning the Assignment of Human Resources to IT Change Activities. *IEEE Network Operations and Management Symposium*: 248-255.
- Madduri, V. R., Gupta, M., De, P., & Anand, V. 2010. Towards Mitigating Human Errors in IT Change. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*: 657-662.
- Mehboob, Z., Zowghi, D., & Lowe, D. 2009. An Approach for Comparison of Architecture Level Change Impact Analysis Methods and their relevance in Web Systems Evolution. *Australian Software Engineering Conference IEEE*: 162-172.
- Nurmuliani, N., Zowghi, D., & Williams, S. P. 2006. Requirements Volatility and Its Impact on Change Effort : Evidence-based Research in Software Development Projects. *AWRE 2006*.
- Nurmuliani, N., Zowghi, D., & Williams, S. P. 2004. Using card sorting technique to classify requirements change. *Proceedings. 12th IEEE International Requirements Engineering Conference, 2004.*: 224-232.
- Park, S., & Hwan Bae, D. 2011. An Approach to Analyzing the Software Process Change Impact Using Process Slicing and Simulation. *The Journal of Systems and Software*, 84: 528 - 543.
- Pigoski, T. M. 2001. Software Maintenance. *The Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK)*:1-16.
- Poshyvanyk, D., Marcus, A., Ferenc, R., & Gyimothy, T. 2008. Using information retrieval based coupling measures for impact analysis. *Empirical Software Engineering*, 14(1): 5-32.
- Postma, A., America, P., & Wijnstra, J. G. 2004. Component replacement in a long-living architecture: The 3RDBA approach. *Proceedings of the Fourth Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture (WICSA 2004)*: 89-98.
- Reboucas, R., Sauve, J., Moura, A., Bartolini, C., & Trastour, D. 2007. A decision support tool to optimize scheduling of IT changes. *10th IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management*: 343 - 352.
- Ren, Y., Chen, X., Xing, T., & Chai, X. 2011. Research on Software Maintenance Cost of Influence Factor Analysis and Estimation Method. *IEEE*: 1 - 4.

- Rovegard, P., Angelis, L., & Wohlin, C. 2008. An Empirical Study on Views of Importance of Change Impact Analysis Issues. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 34(4): 516-530.
- Sauve, J., Rebroucas, R., Moura, A., Bartolini, C., Boulmakoul, A., & Trastour, D. 2006. Business-driven decision support for change management : planning and scheduling of changes. *HP Laboratories Bristol. UK*: 1 - 12
- Schneidewind, N. F. 2001. Investigation of the Risk to Software Reliability and Maintainability of Requirements Changes. *Proceedings. IEEE International Conference on Software Maintenance*: 127-136.
- Stojanov, Z., & Dobrilovic, D. 2010. An Approach to Integration of Maintenance Services in Educational Web Portal. *International Symposium on Intelligent Systems and Informatics*: 443-448.
- The Standish Groups. 2009. CHAOS Report Summary 2009. <http://www.standishgroup.com> [12 Januari 2012].
- Tryggeseth, E. 1997. Report from an Experiment: Impact of Documentation on Maintenance. *Empirical Software Engineering*: 201-207.
- Vora, U. 2010. Change Impact Analysis and Software Evolution Specification for Continually Evolving Systems. *2010 Fifth International Conference on Software Engineering Advances*: 238 - 243.
- Williams, B. J., & Carver, J. C. 2010. Characterizing Software Architecture Changes : A Systematic Review. *Information and Software Technology*, 52: 31 - 51.
- Williams, B. J., & Williams, P. B. J. 2006. Change Risk Assessment : Understanding Risks Involved in Changing Software Requirements. *The 2006 International Conference on Software Engineering Research and Practice*: 1 – 6

Received: 25 September 2013

Accepted: 30 November 2013

Published: 1 March 2014