

KERANGKA HIRARKI FAKTOR PENUAAN PERISIAN (HIPPI): SATU KAJIAN EMPIRIK DI MALAYSIA

Article history

Received

5 April 2015

Received in revised form

22 February 2016

Accepted

15 July 2016

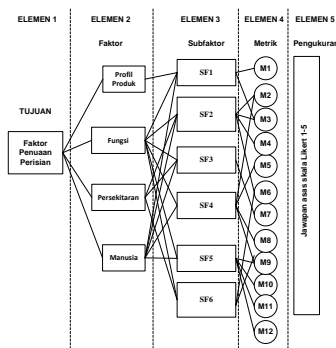
Zaiha Nadiyah Zainal Abidin^{a*}, Jamaiah Yahaya^a, Aziz Deraman^b

*Corresponding author
zaihanadya@yahoo.com

^aCentre for Software Technology and Management, Faculty of Information Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia, Malaysia

^bSchool of Informatics and Applied Mathematics, Universiti Malaysia Terengganu, Malaysia

Graphical abstract



Abstract

Software ageing is a phenomenon of software performance and quality performance decreases with time. Many previous studies assessing the impact experienced by software in aging phase. In this study, the aging of the software defined differently with previous studies. In this study software ageing is defined as a software that loses its value and quality to consumers and the environment. An empirical study was undertaken to identify other factors that affect software ageing. The purpose of this article is to present an analysis of the results of empirical studies on factors that affect software ageing. In this empirical study, questionnaires were distributed randomly to software practitioners through a recognized database. Questionnaires were analyzed using SPSS software. The results of the empirical study identify the factors that influence software ageing. Factors are classified according to specific classes based on the combination of classification approach, Goal Question Metric (GQM) and Factor Attribute Metric Measure (FAME). The final result of this article is a hierarchical classification structure of factors that will be used as the basis for the development of the instrument in the case study at the next level.

Keywords: Software ageing, software ageing factor, software ageing index

Abstrak

Kajian awal mendapati bahawa penuaan perisian merupakan satu fenomena penurunan prestasi dan kualiti persembahan sejajar dengan peningkatan masa. Kajian terdahulu banyak mengkaji mengenai kesan yang dialami oleh perisian sepanjang fasa penuaan. Dalam kajian ini, penuaan perisian diberi pendekatan berbeza dengan kajian sebelum ini. Penuaan perisian dalam kajian ini didefinisikan sebagai sesuatu perisian kehilangan nilai dan kualiti terhadap pengguna dan persekitaran. Satu kajian empirik telah dibuat bagi mengenalpasti faktor yang mempengaruhi penuaan perisian. Objektif artikel ini adalah untuk membentangkan hasil analisis kajian empirik terhadap faktor yang mempengaruhi penuaan perisian. Dalam kajian empirik ini, soal selidik diedar kepada pengamal perisian secara rawak melalui pangkalan data yang diiktiraf. Soal selidik kemudian dianalisis menggunakan perisian SPSS. Hasil kajian empirik akan memaparkan faktor yang mempengaruhi penuaan perisian. Faktor akan dikelaskan mengikut kelas yang spesifik berdasarkan gabungan pengkelasan *Goal Question Metric* (GQM) dan *Factor Attribute Metric Measure* (FAME). Hasil daripada kajian empirik akan terbina satu kerangka hirarki faktor penuaan perisian (HIPPI) yang akan digunakan sebagai asas kepada pembangunan instrumen dalam kajian kes pada peringkat seterusnya.

Kata kunci: Penuaan perisian, faktor penuaan perisian, indeks penuaan perisian

© 2016 Penerbit UTM Press. All rights reserved.

1.0 PENGENALAN

Dalam kejuruteraan perisian dapat dilihat penuaan adalah satu istilah yang digunakan untuk menggambarkan kemerosotan fungsi perisian secara beransur-ansur atau perubahan keadaan perisian terhadap masa. Walaubagaimanapun, masa bukan satu-satunya punca penuaan perisian tetapi ia dipengaruhi oleh kualiti perisian samada kualiti perisian dapat dikekalkan atau tidak sepanjang tempoh kitar hayatnya. Oleh kerana kualiti perisian cenderung merosot dengan masa, maka kajian lanjut perlu dilaksanakan bagi mengkaji apakah faktor yang menyebabkan penuaan perisian. Dalam kajian sebelum ini, pengkaji telah membangunkan satu model mengenai pensijilan perisian yang boleh digunakan pada bila-bila masa dalam kitaran hayat perisian untuk mengukur kualiti agar dapat membantu dalam meramalkan kemerosotan kualiti perisian [1][2].

Dalam kajian [3] kualiti perisian diukur dengan pensijilan perisian di mana perisian yang sedang diguna dinilai oleh pengguna berdasarkan faktor tertentu yang telah dikaji. Apabila sesuatu perisian mempunyai kelayakan tertentu hasil pengukuran dan pensijilan, perisian tersebut layak untuk digunakan kerana telah mencapai tahap kualiti yang diperlukan.

Dalam kajian terdahulu mendapati bahawa penyelidik yang mengkaji mengenai penuaan perisian lebih terjurus kepada sistem operasi. Hasil kajian [4], didapati bahawa peningkatan usia perisian lebih berkaitan dengan kegagalan sesuatu perisian untuk berfungsi dari segi sempadan sistem (dalaman atau luaran), faktor fenomena (semula jadi atau buatan manusia), objektif, keupayaan (tetap atau sementara), dimensi (perkakasan atau perisian) dan fasa pembangunan atau operasi. [5] membuat kajian terperinci terhadap kecenderungan pengkaji lepas yang mengkaji berkaitan dengan usia perisian.

Berdasarkan kajian [5], analisis yang digunakan untuk melaksanakan kajian mengenai penuaan perisian adalah berdasarkan model, pengukuran dan hibrid iaitu gabungan model dan pengukuran. Sistem yang berkaitan yang sering diuji bagi mengetahui usia perisian adalah lebih menjurus kepada sistem yang kurang kritikal. Aras penunjuk yang dikenalpasti dalam menilai usia perisian adalah berdasarkan memori, persembahan sistem dan beberapa faktor lain yang berkaitan.

Dalam kajian lepas juga, isu penuaan perisian disentuh dan terdapat beberapa cara yang dikenalpasti iaitu dengan memulakan semula aplikasi, komponen dan nod. Keadaan ini menjelaskan bahawa pengkaji terdahulu lebih menjurus kepada aktiviti dalaman dalam menilai penuaan sesuatu perisian. Dalam kajian [6], metrik perisian kini lebih relevan diukur dari segi luaran berbanding dalaman. Pengukuran dari segi luaran lebih menyentuh kepada produk akhir dan

melibatkan pengguna. Berbeza dengan skop yang ingin dijalankan oleh penyelidik dalam penyelidikan Model Pengukuran dan Pengindeksan Penuaan Perisian yang lebih tertumpu kepada mengukur penuaan perisian berdasarkan produk akhir yang telah digunakan oleh pengguna sesuatu perisian yang lebih bersifat global tanpa menjurus kepada sesuatu organisasi tertentu. Idea penyelidikan ini tercetus daripada kajian yang telah dijalankan oleh [7] yang menyatakan bahawa perisian mempamerkan sifat yang sama dengan penuaan manusia di mana manusia akan semakin hilang keupayaan sejajar dengan peningkatan usianya. Begitu juga halnya dengan perisian yang boleh dikatakan berusia atau tua jika fungsi aplikasi semakin berkurangan dan tidak bermanfaat kepada pengguna. Dalam hal ini, peningkatan usia manusia dapat diukur berdasarkan angka yang dikelaskan kepada tiga bahagian iaitu awal penuaan, penuaan peringkat pertengahan dan penuaan di peringkat akhir. Terdapat juga faktor yang menyumbang kepada peningkatan usia manusia antaranya ialah cara menjaga kesihatan, rutin harian, ruang kehidupan, pengambilan dadah atau ubat tertentu dan faktor kesihatan.

Dalam penyelidikan ini, pengkaji mengadaptasi peningkatan usia manusia dalam mengenalpasti peningkatan usia perisian. Berdasarkan kajian lanjut dan analisis artikel lepas, pengkaji ingin mengkaji beberapa elemen lain yang didapati perlu bagi membantu penyelidikan ini. Antara elemen yang diperlukan adalah pengkelasan faktor dan pengindeksan. Pengkelasan faktor akan membantu penyelidik dalam mengelaskan faktor yang dikenalpasti dengan lebih sistematik dan relevan. Pemahaman dalam elemen pengindeksan akan membantu penyelidik mengadaptasi algoritma dan formula yang sesuai dalam menghasilkan indeks penuaan perisian.

2.0 ISU DALAM PENUAAN PERISIAN

Kajian mengenai penuaan perisian merupakan satu cabang dalam bidang kejuruteraan perisian. Kajian terdahulu mengenai fenomena penuaan perisian banyak menyentuh aspek kerosakan data, sistem perisian, perkakasan, kegagalan fungsi sistem operasi dan ralat berangka [8]. Penuaan perisian lebih terjurus kepada Linux OS Kernel.

Berdasarkan analisis artikel terdahulu, didapati kekangan dapat dilihat dari segi skop kajian. Oleh itu dalam kajian ini, penyelidik akan mengkaji penuaan perisian dari skop penggunaan aplikasi perisian melalui perspektif pengguna akhir.

Dalam artikel [7], penyelidikan mengatakan bahawa penuaan manusia dapat diterapkan dalam penuaan perisian. Perisian boleh dianggap berkelakuan serupa dengan manusia di mana ia menjadi tua selari dengan peredaran masa. Tetapi kini, seperti manusia, kita boleh melambatkan proses

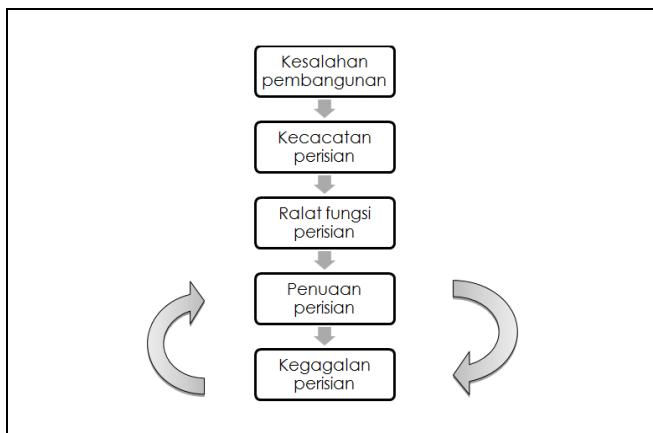
penuaan dengan mengambil makanan tambahan, menjaga kesihatan atau bersedia untuk menghadapi usia tua.

Begitu juga dengan penuaan perisian, sesetengah orang beranggapan bahawa perisian yang baik jika kita menggunakan teknologi baru. Tetapi sebenarnya perisian yang lama mungkin lebih berguna jika kita mengekalkan dengan betul bermula dari proses pembangunan berbanding dengan teknologi baru yang tidak dapat digunakan dengan betul.

Kajian [9] mengaitkan fenomena penuaan perisian dengan kemerosotan fungsi yang progresif dan menyumbang kepada ralat dan kegagalan dalam perisian. Fenomena ralat perisian tersebut menyumbang kepada penuaan perisian. Grottke et. al (2008) menyatakan bahawa ralat perisian menjadi faktor kepada penuaan perisian.

Kajian Grottke menerangkan terdapat dua skop yang perlu disentuh dalam penuaan perisian iaitu dari segi sistem operasi dan pengguna akhir. Tetapi mereka memberi tumpuan lebih kepada mengkaji faktor-faktor penuaan perisian dalam skop sistem operasi.

Kajian [9] turut menyokong kajian [10] dengan menyatakan bahawa kegagalan perisian adalah faktor yang saling berkait dengan penuaan perisian. Rajah 1 menunjuk perkaitan konsep antara ralat fungsi perisian, kegagalan perisian dan penuaan perisian.



Rajah 1 Perkaitan konsep penuaan perisian. Sumber: Langner & Andrzejak (2013)

Dalam kajian [5], pengkaji menganalisis kajian terdahulu dan didapati penyelidikan dahulu lebih terfokus kepada penuaan perisian yang mencakupi perkakasan, sistem operasi dan kegagalan memori. Pengukuran yang dilaksanakan berdasarkan kelemahan persembahan perisian dan penggunaan memori.

Berdasarkan kajian lepas didapati tiada model penuaan perisian yang dibangunkan bagi domain aplikasi perisian yang penting sebagai sumber rujukan pembangun dalam memastikan kualiti

perisian terjamin. Persepsi pengguna akhir penting bagi menjamin dan memastikan perisian yang dibangunkan terus digunakan tanpa mengira usia sesuatu perisian. Persepsi penuaan perisian dalam kajian ini menumpu kepada faktor fungsi dan aspek luaran penggunaan sesuatu perisian.

Dalam kajian lain, [4] mengatakan bahawa kegagalan perisian menyumbang kepada penuaan perisian. Avizienis et al. (2004) membentangkan satu skim untuk mengklasifikasikan kesalahan mengikut kriteria berikut:

- i) Sempadan sistem (dalaman atau luaran)
- ii) Punca fenomenologi (semula jadi atau buatan manusia)
- iii) Objektif
- iv) Keperisian (tetap atau sementara)
- v) Dimensi (perkakasan atau perisian)
- vi) Fasa penciptaan atau kejadian (pembangunan atau operasi)

Berdasarkan kajian [4], ia membantu pengkaji memahami persepsi kegagalan perisian boleh diterapkan dalam mengenalpasti faktor yang mempengaruhi penuaan perisian. Controneo et al. (2011) menganalisis kajian lepas mengenai penuaan perisian dan menyatakan bahawa 49% daripada pengkaji lepas tidak melaksana kajian terhadap sistem sebenar.

Perkara yang masih belum dikaji adalah pembangunan hibrid yang menggunakan pendekatan model dan pengukuran. Selain itu, [5] turut menyatakan bahawa kajian mengenai penuaan perisian perlu diterima pakai oleh pengamal perisian. [5] juga menyatakan bahawa bidang kajian dalam penuaan perisian yang masih belum dikaji adalah mengenai kerangka anggaran penuaan perisian dan fenomena penuaan perisian dalam sistem kritikal. Kajian [11] mengatakan bahawa kegagalan perisian kini lebih tertumpu kepada:

- i) Ralat perisian(40%)
- ii) Ralat perkakasan(15%)
- iii) Ralat Manusia(40%)
- iv) Lain-lain(5%)

[11] melaksana kajian melalui soal selidik terhadap pengamal perisian bagi mengenal pasti faktor penuaan perisian. Hasil analisis soal selidik mendapati faktor yang mempengaruhi penuaan perisian adalah:

- i) Pengurusan dokumentasi kualiti perisian
- ii) Reka bentuk dan perubahan dalam kod perisian
- iii) Tiada pendedahan piawai (kualiti perisian)
- iv) Kos
- v) Teknologi
- vi) Persekitaran

Perkembangan kajian penuaan perisian dapat dilihat dengan meluas dalam kajian [5]. Kajian [12] menerangkan penunjuk penuaan perisian adalah kajian yang penting pada masa kini. Dijelaskan penunjuk perisian yang diguna adalah penggunaan memori, kemerosotan persembahan dan fungsi serta penggunaan sumber lain. Kajian [12] membantu

dalam kajian ini mengenalpasti skop dan pandangan pengkaji lepas mengenai penuaan perisian.

Hasil analisis kajian lampau menunjuk skop penuaan perisian masih tertumpu kepada bahagian dalam sesuatu perisian. Kajian lanjut mengenai penuaan perisian banyak membantu pengkaji dalam mengenalpasti konsep dalam penuaan perisian. pengukuran kualiti perisian berkembang daripada ISO 900 kepada ISO 25010. Jenis kualiti diukur berkembang daripada Kualiti Proses, Kualiti Perisian (Dalam), Kualiti Perisian (Luaran) dan Kualiti Perisian (Digunakan) [13].

Kualiti perisian boleh naik atau turun berdasarkan beberapa faktor selepas digunakan. Kesilapan yang berlaku boleh menjadi salah satu faktor yang menyumbang kepada penurunan dalam kualiti. Melalui kajian sebelum ini mendapati bahawa penurunan kualiti perisian memberi kesan kepada penuaan perisian. Secara keseluruhan, konsep dalam penuaan perisian adalah kemerosotan fungsi perisian dan kegagalan untuk mengadaptasi secara dinamik terhadap perubahan persekitaran dan teknologi ([7][9] [10][5][12]. Perisian yang tidak berfungsi kepada pengguna dianggap mengalami penuaan perisian. Kajian ini megadaptasi faktor penuaan perisian dan kegagalan perisian sebagai input kepada model pengukuran dan indeks penuaan perisian.

Kajian [9] mengkaji secara lanjut tentang pengkelasan metrik penuaan perisian. Dalam kajian ini, pengkelasan penuaan perisian dilaksanakan melalui proses hirarki dan korelasi. Walau bagaimanapun kajian ini dapat diteruskan dengan mengenal pasti faktor yang mempengaruhi penuaan perisian secara kritikal. Kajian [9] mencetus idea kepada kajian ini untuk mengenalpasti faktor penuaan perisian secara terperinci dan meneruskan kajian menggunakan proses hirarki dan korelasi. [9] melengkapkan kajian [14] tentang persoalan bagaimana penemuan penuaan boleh dipercepatkan iaitu melalui mengenal pasti faktor-faktor penuaan perisian terlebih dahulu.

Kajian terdahulu mendapati, dalam penuaan perisian perkara yang terpenting adalah mengenaplasti apakah faktor yang mempengaruhi penuaan perisian. Setelah kajian lanjut dilaksanakan dan dapatan faktor adalah relevan, kajian pengukuran penuaan perisian boleh dilaksanakan. Seterusnya, akan dibincangkan beberapa kaedah pengkelasan faktor yang telah dikaji oleh penyelidik terdahulu.

3.0 METOD

3.1 Metod Kajian Empirik

Langkah pertama sebelum melaksanakan kajian empirik adalah pembangunan instrumen kajian yang berbentuk soal selidik. Soal selidik dihasilkan melalui

kaedah tinjauan literatur, perbincangan pakar dan sumbang saran. Soal selidik ini terbahagi kepada enam bahagian. Jadual 1 menunjukkan pecahan bahagian dalam soal selidik bagi mencari faktor yang mempengaruhi penuaan perisian.

Berdasarkan Jadual 1 terdapat 7 bahagian dalam soal selidik ini iaitu latar belakang responden, latar belakang organisasi, penggunaan perisian, kesedaran kualiti perisian, penyelenggaraan perisian, kebolegunaan dan keberfungsian perisian dan bahagian terakhir mengenai latihan dan sokongan.

Jadual 1 Bahagian dalam soal selidik

Bahagian	Penerangan
Bahagian A	Latar belakang responden
Bahagian B	Latar belakang organisasi
Bahagian C	Penggunaan perisian
Bahagian D	Kesedaran kualiti perisian
Bahagian E	Penyelenggaraan perisian
Bahagian F	Kebolegunaan dan Keberfungsian Perisian
Bahagian G	Latihan dan sokongan

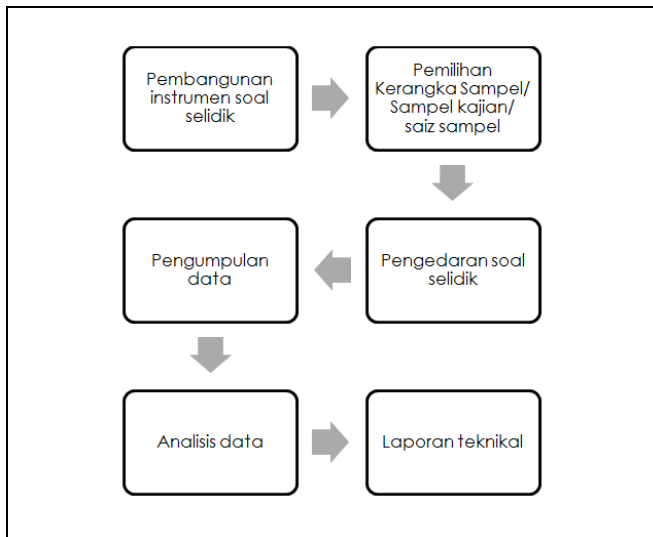
Perkara yang perlu dikenalpasti dalam prosedur persampelan adalah pemilihan kerangka sampel, sampel kajian dan saiz sampel. Dalam kajian yang lebih bersifat deskriptif, pemilihan kerangka sampel boleh dibuat secara eksplisit, hujah logik dan pilihan yang munasabah antara alternatif. Sampel kajian pula dipilih berdasarkan pemilihan sistematik, pemilihan keperluan dan pemilihan secara rawak. Setelah prosedur persampelan dilaksanakan, soal selidik diedarkan kepada sampel yang telah dipilih.

Dalam kajian yang menggunakan pendekatan kajian tinjauan, terdapat beberapa kaedah pengumpulan data seperti soal selidik, temubual dan pemerhatian berstruktur. Rajah 2 menunjukkan aliran metod dalam kajian empirik. Dalam kajian ini, pendekatan pengumpulan data yang dilaksanakan adalah kaedah soal selidik.

Dalam kajian ini terdapat 5 langkah yang dilaksanakan bagi melengkap kajian empirik. Langkah pertama adalah proses memilih sampel kajian. Sampel kajian yang dipilih adalah pengamal perisian yang berada di Malaysia. Maklumat pengamal perisian diperoleh daripada pangkalan data yang diiktiraf seperti berikut:

- <http://www.smecorp.gov.my/vn2/node/335>
- http://www.mscomalaysia.my/status_company
- <http://www.mida.gov.my/env3/index.php?page=malaysian-government-agencies>
- <http://www.crmz.com/Directory/CountryMY.htm>
- <http://www.malaysiabizlist.com/>
- Pangkalan data Universiti Awam dan Swasta

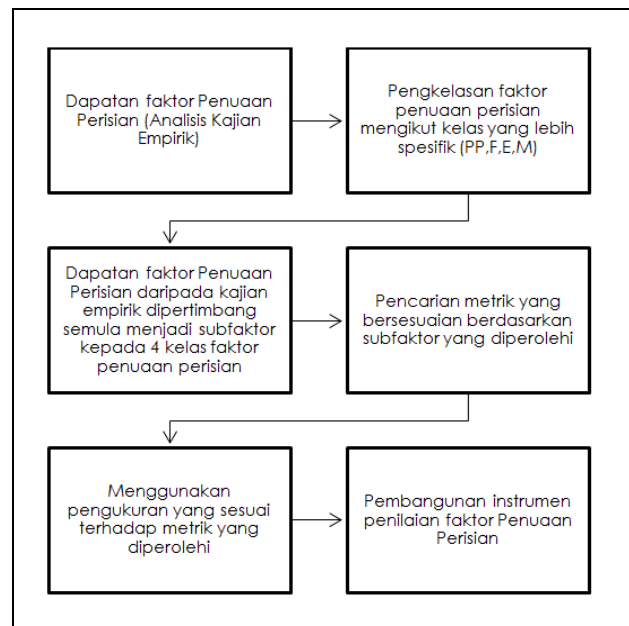
Persampelan dilaksana secara rawak. Seterusnya, soal selidik diedar menggunakan 2 kaedah iaitu secara dalam talian dan secara salinan keras. Dalam tempoh 3 bulan, seramai 111 responden memberikan maklumbalas terhadap soal selidik yang telah diedarkan. Soal selidik kemudian dikumpul dan data dimasukkan kedalam perisian SPSS untuk dianalisis. Dalam kajian ini data yang diperolehi terbahagi kepada dua jenis data iaitu data nominal dan data ordinal. Hasil analisis yang diperolehi kemudian didokumen dalam bentuk laporan teknikal.



Rajah 2 Metod kajian empirik

3.2 Metod penstrukturan Kerangka Hirarki Faktor Penuaan Perisian (HIPP)

Metod dalam proses penstrukturan kerangka Hirarki Faktor Penuaan Perisian (HIPP) dijelaskan seperti carta alir dalam Rajah 3.



Rajah 3 Metod penstrukturan kerangka Hirarki Faktor Penuaan Perisian (HIPP)

4.0 HASIL ANALISIS KAJIAN EMPIRIK

Kajian mengenai Model Pengukuran dan Pengindeksan Penuaan perisian merupakan satu kajian yang berbentuk deskriptif. Satu kaedah yang sesuai bagi perolehan data deskriptif adalah kajian tinjauan.

Dalam kajian empirik, temubual dan tinjauan melalui soal selidik dilaksanakan bagi memastikan objektif kajian dicapai. Soal selidik yang dilaksanakan adalah berstruktur mengikut item-item tertentu.

Soal selidik memudahkan responden memberikan tindakbalas terhadap soalan berdasarkan skala tertentu. Soalan dan jawapan terbuka juga disediakan dalam soal selidik bagi mendapat tindakbalas di luar jangkaan penyelidik dan lebih mambantu perkembangan idea yang bernas.

Bagi melengkapkan kajian ini, satu kajian empirik melalui kaedah tinjauan soal selidik dilaksanakan. Objektif yang perlu dicapai dalam kajian empirik ini adalah:

- i) Untuk mengenal pasti faktor-faktor yang mempengaruhi penuaan perisian
- ii) Untuk mengenal pasti tahap kualiti (kesedaran kualiti) di kalangan pengamal dan pengguna perisian yang berkaitan berkenaan dengan perkhidmatan yang diberikan oleh perisian.
- iii) Untuk menyediakan klasifikasi faktor penuaan perisian untuk membangunkan model pengukuran penuaan perisian.

4.1 Maklumat Demografi

Kajian empirik telah dilaksanakan terhadap pengamal perisian di organisasi di Malaysia. Persampelan dilaksanakan secara rawak dan teknik pengedaran soal selidik adalah berdasarkan kaedah atas talian, bersemuka, talian telefon dan pos. Seramai 111 responden memberi tindakbalas.

Merujuk kepada Jadual 2 responden terdiri daripada jurutera perisian seramai 46 orang (41%), perunding seramai 21 orang (18%), pegawai IT seramai 10 orang (9%), pembangun perisian seramai 7 orang (6%), ketua projek seramai 6 orang (5%), pendidik seramai 6 orang (5%), Pengasas Syarikat seramai 5 orang (5%), Penyelidik seramai 5 orang (5%) dan Perancang penyelenggaraan seramai 5 orang (5%).

Jadual 2 Jawatan responden

Jawatan	Jumlah responden	Peratus (%)
a. Jurutera perisian	46	41%
b. Perunding	21	18%
c. Pegawai IT	10	9%
d. Pembangun Perisian	7	6%
e. Ketua projek	6	5%
f. Pendidik	6	5%
g. Pengasas Syarikat	5	5%
h. Penyelidik	5	5%
i. Perancang penyelenggaraan	5	5%
Jumlah	111	100%

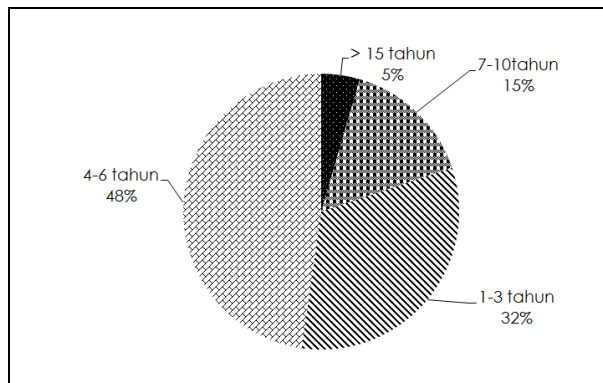
Jadual 3 menunjukkan bidang organisasi setiap responden. Antara bidang organisasi responden adalah perbankan (1%), bioteknologi (4%), kesihatan (4%), industri berasaskan internet (4%), grafik (5%), teknologi maklumat (5%), minyak dan gas (5%), latihan pendidikan (9%), rekabentuk dan kejuruteraan komputer (9%), perundingan (22%) dan pembangunan perisian (32%).

Jadual 3 Bidang organisasi responden

Bidang organisasi	Peratus
a. Perbankan	1%
b. Bioteknologi	4%
c. Kesihatan	4%
d. Industri berasaskan internet	4%
e. Grafik	5%
f. Teknologi Maklumat	5%
g. Minyak dan gas	5%
h. Latihan Pendidikan	9%
i. Rekabentuk dan Kejuruteraan Komputer	9%
j. Perundingan	22%
k. Pembangunan Perisian	32%

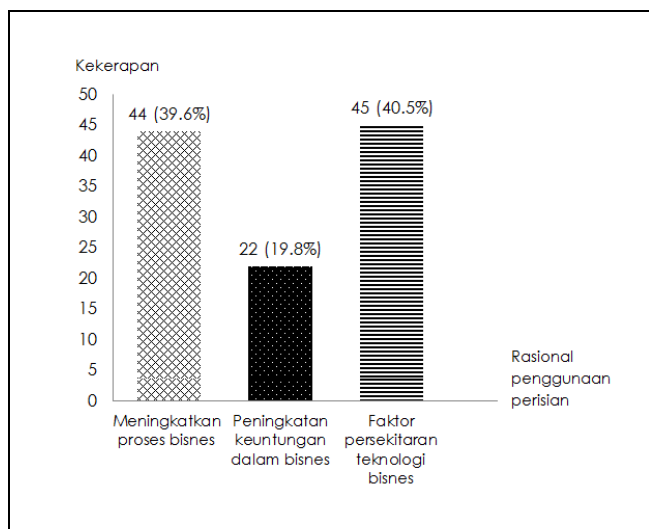
4.2 Penggunaan Perisian

Hasil dapatan kajian empirik menunjukkan bahawa jangka hayat perisian yang digunakan sangat singkat iaitu lebih daripada 30% responden menyatakan jangka hayat perisian hanya 1-2 tahun manakala 48% responden menyatakan jangka hayat perisian antara 4-6 tahun. Daripada analisis ini dapat dilihat bahawa jangka hayat perisian sebenarnya boleh dipanjangkan jika mempunyai sebarang mekanisma yang boleh mengenalpasti tahap prestasi sesuatu perisian tersebut.



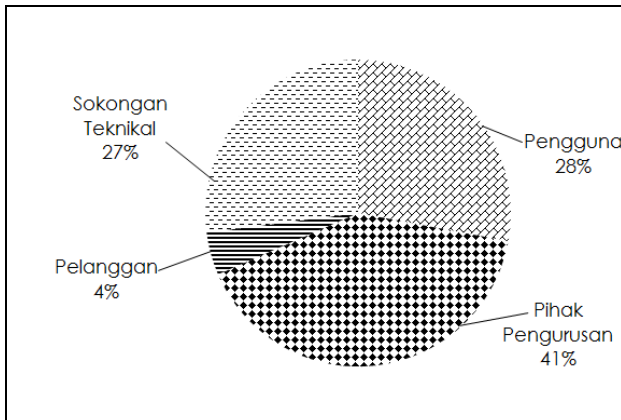
Rajah 4 Jangka hayat perisian dalam organisasi

Rajah 5 menunjukkan carta bar peratusan rasional penggunaan perisian di kalangan pengamal perisian. Didapati bahawa 40% daripada responden menjawab rasional pemilihan perisian dalam organisasi mereka adalah kerana faktor persekitaran teknologi bisnes. 40% responden lain menjawab penggunaan perisian sedia ada adalah untuk meningkatkan proses bisnes manakala baki 19.6% menjawab untuk peningkatan keuntungan dalam bisnes.



Rajah 5 Rasional penggunaan perisian

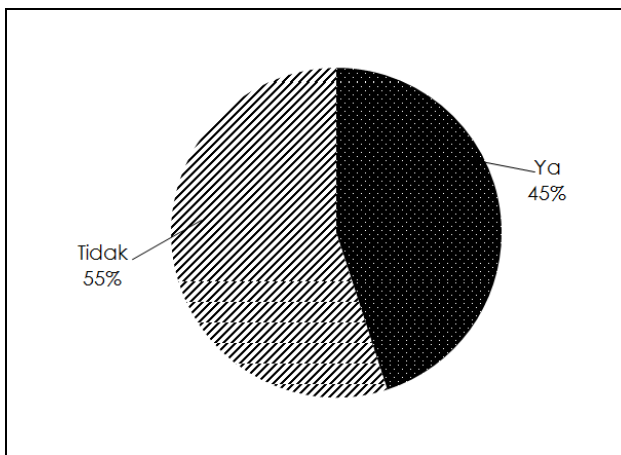
Rajah 6 menunjukkan carta pai peratusan keputusan dalam menggunakan perisian. Aspek yang ingin diketahui dalam menggunakan perisian adalah dari aspek manusia iaitu pihak yang mempengaruhi individu dalam menggunakan perisian sedia ada. Berdasarkan analisis mendapati bahawa pihak pengurusan mendapat peratusan yang tinggi iaitu 41%, diikuti dengan pengguna sebanyak 28%, pihak sokongan teknikal sebanyak 27% dan pelanggan 4%.



Rajah 6 Keputusan menggunakan perisian

4.3 Kesedaran Kualiti Perisian

Rajah 7 menunjukkan hasil daripada kajian ini juga mendapati bahawa lebih daripada 50% dalam organisasi tidak mempunyai sebarang polisi dan mekanisma untuk mengenalpasti kualiti perisian. Analisis ini menunjukkan bahawa kesedaran terhadap kualiti perisian tidak meluas di kalangan individu dan organisasi.



Rajah 7 kesedaran terhadap polisi dan mekanisma untuk mengenalpasti kualiti perisian

Merujuk kepada Jadual 4, terdapat beberapa aktiviti jaminan kualiti perisian yang dilaksanakan di

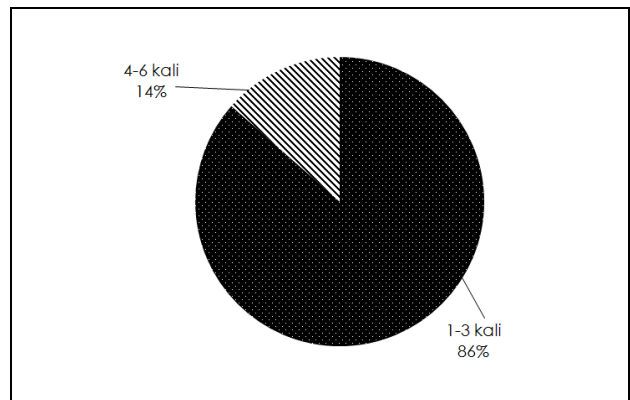
kalangan individu dalam organisasi tertentu. Aktiviti yang pertama adalah mesyuarat (86.4%), diikuti kajian semula dan audit (85.5%), perbincangan kumpulan (85.5%), dokumentasi (81.9%), sudut pandangan jangka panjang (77.4%) dan yang terakhir adalah ujian dan pengesahan (72.9%)

Jadual 4 Aktiviti jaminan kualiti perisian

Aktiviti jaminan kualiti perisian	Peratusan (%)
a. Mesyuarat	86.4%
b. Kajian semula dan audit	85.5%
c. Perbincangan kumpulan	85.5%
d. Dokumentasi	81.9%
e. Sudut pandangan jangka panjang	77.4%
f. Ujian dan pengesahan	72.9%

4.4 Penyelenggaraan Perisian

Penyelenggaraan perisian merupakan aktiviti bagi mengawal kualiti perisian dan tahap kepuasan penggunaan perisian yang digunakan dalam sesebuah organisasi. Merujuk kepada carta pai dalam Rajah 8 didapati bahawa kekerapan aktiviti penyelenggaraan perisian yang tertinggi adalah 1 hingga 3 kali (86%) dan selebihnya antara 4 hingga 6 kali (14%).



Rajah 8 Kekerapan penyelenggaraan perisian setahun

4.5 Kebergunaan dan keberfungsian Perisian

Jadual 5 menunjukkan faktor yang mempengaruhi pengguna memilih sesuatu perisian. Merujuk kepada dapatan analisis ini, semua faktor mendapat peratusan yang tinggi iaitu lebih daripada 85%. Berdasarkan analisis kajian empirik, faktor yang paling mempengaruhi adalah prestasi perisian (90.9%), antaramuka (90.9%) dan

kebergunaan (90.9%). Faktor lain yang mempengaruhi adalah populariti (86.5%) dan sistem sokongan (86.5%).

Jadual 5 Faktor yang mempengaruhi pengguna memilih sesuatu perisian

Faktor yang mempengaruhi pengguna memilih sesuatu perisian	Peratus (%)
a. Prestasi perisian	90.9%
b. Antaramuka	90.9%
c. Kebergunaan	90.9%
d. Populariti	86.5%
e. Sistem sokongan	86.5%

Jadual 6 Faktor penukaran penggunaan perisian sedia ada kepada perisian lain

Faktor peralihan penggunaan perisian sedia ada kepada perisian lain	Peratus (%)	Min	Sisihan piawai
a. Kehendak bisnes	95.5	4.2703	.61712
b. Perubahan teknologi	90.9	4.4955	.58580
c. Kegagalan perisian sedia ada	90.9	4.2703	.68684
d. Perubahan dalam proses bisnes	86.5	3.9099	.84799
e. Kegagalan mendapatkan sistem sokongan	86.5	4.4054	.49320
f. Perubahan persekitaran	81.9	4.3604	.48228
g. Kegagalan menambahbaik perisian mengikut kehendak pengguna	81.9	4.4505	.49980
h. Kekurangan maklumat mengenai perisian	77.5	4.3604	.48228
i. Arahan daripada pihak atasan	68.4	4.3604	.48228

Penukaran penggunaan perisian boleh berlaku atas beberapa faktor tertentu. Jadual 6 menunjukkan faktor yang diperolehi hasil daripada analisis kajian empirik. Faktor yang tertinggi penukaran penggunaan perisian sedia ada kepada perisian lain adalah kehendak bisnes (95.5%), diikuti perubahan teknologi (90.9%), kegagalan perisian sedia ada (90.9%), perubahan dalam proses bisnes (86.5%), kegagalan mendapatkan sistem sokongan (86.5%), perubahan persekitaran (81.9%), kegagalan menambahbaik perisian mengikut kehendak pengguna (81.9%), Kekurangan maklumat mengenai perisian (77.5%) dan arahan daripada pihak atasan (68.5%). Merujuk kepada Jadual 7 didapati lebih

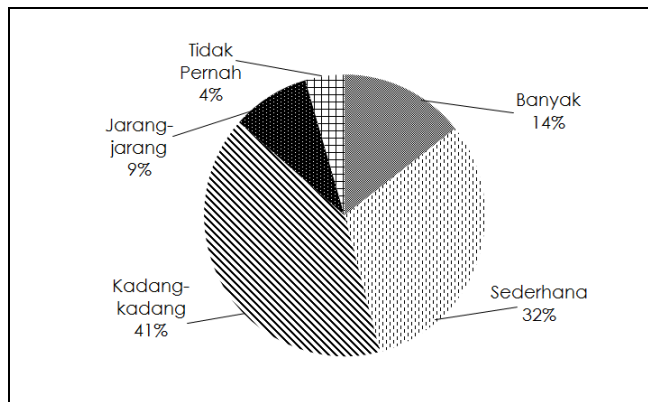
daripada 50% responden menyatakan bahawa tahap pengaruh pihak atasan adalah tinggi manakala 27% menyatakan sederhana manakala 9% menyatakan rendah dan 9% lagi menyatakan tiada.

Jadual 7 Tahap pengaruh pihak atasan terhadap penggunaan perisian

Tahap pengaruh pihak atasan	Peratusan (%)
Sangat tinggi	9.0%
Tinggi	45.9%
Sederhana	27.0%
Rendah	9.0%
Tiada	9.0%

4.6 Latihan dan Sokongan

Rajah 9 menunjukkan kekerapan latihan formal yang dilakukan dalam organisasi bagi setiap perisian yang digunakan. Berdasarkan analisis data responden didapati 41% daripada responden menyatakan bahawa latihan yang diberi adalah kadang-kadang, 32% menyatakan sederhana, 14% menyatakan banyak, 9% menyatakan jarang-jarang dan 4% menyatakan tidak pernah.



Rajah 9 Kekerapan latihan formal dalam organisasi terhadap penggunaan perisian

Jadual 8 menunjukkan jadual silang antara latihan yang diberikan dengan tahap kepuasan penggunaan perisian. Berdasarkan Jadual 8, apabila latihan dirancang dan dilaksanakan dengan baik responden yang menjawab tahap kepuasan sangat baik adalah sebanyak 10 manakala yang menjawab baik adalah 7. Bagi latihan yang memuaskan, responden yang menjawab baik adalah 35 dan sederhana sebanyak 15.

Status latihan yang sedikit, menjurus 30 responden menjawab tahap kepuasan adalah rendah. Sebanyak 9 responden menjawab tahap

kepuasan pengguna adalah rendah apabila latihan yang diberi tidak mencukupi dan baki 5 responden turut menjawab kepuasan pengguna adalah rendah apabila tiada latihan yang diberikan.

Jadual 8 Jadual silang latihan yang diberikan dan tahap kepuasan penggunaan perisian

Tahap kepuasan	Sangat baik	Baik	Sederhana	Rendah	Total
Latihan	10	7	0	0	17
Dirancang	0	35	15	0	50
Memuaskan	0	0	0	30	30
Sedikit	0	0	0	9	9
Tidak cukup	0	0	0	5	5
Tiada	10	7	0	0	17
Total	10	42	15	44	111

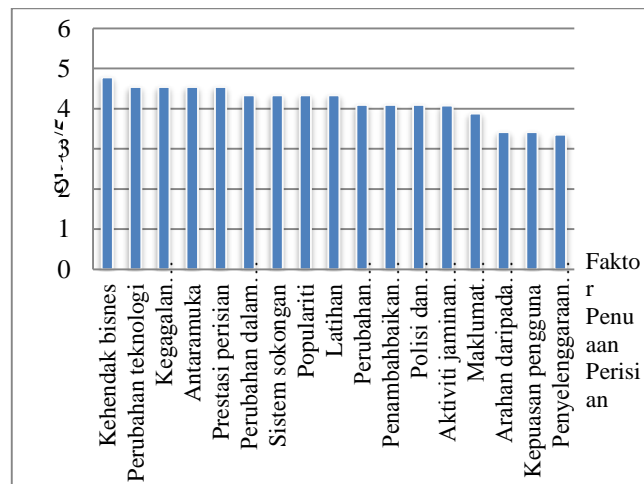
4.7 Faktor yang Menyumbang kepada Penuaan Perisian

Berdasarkan analisis daripada seksyen 4.2 hingga 4.6, analisis lanjut dilaksanakan dengan mengira skor terhadap faktor yang diperolehi. Dapatan setiap faktor di ambil kira sebagai faktor yang mempengaruhi penuaan perisian.

Didapati terdapat 17 faktor yang diperolehi seperti yang disenaraikan dalam Jadual 9 dan carta bar dalam Rajah 10. Faktor yang mendapat skor tertinggi adalah kehendak bisnes iaitu 4.78 dan yang paling rendah adalah penyelenggaraan perisian dengan skor 3.35.

Jadual 9 Jadual skor faktor penuaan perisian

Faktor Penuaan Perisian	Peratus (%)	Skor /5.00
1) Kehendak bisnes	95.5	4.78
2) Perubahan teknologi	90.9	4.54
3) Kegagalan perisian sedia ada	90.9	4.54
4) Antaramuka	90.9	4.54
5) Prestasi perisian	90.9	4.54
6) Perubahan dalam proses bisnes	86.5	4.33
7) Sistem sokongan	86.5	4.33
8) Populariti	86.5	4.33
9) Latihan	86.5	4.33
10) Perubahan persekitaran	81.9	4.09
11) Penambahbaikan perisian mengikut kehendak pengguna	81.9	4.09
12) Polisi dan dokumentasi	81.9	4.09
13) Aktiviti jaminan kualiti perisian	81.6	4.08
14) Maklumat mengenai perisian	77.5	3.88
15) Arahan daripada pihak atasan	68.4	3.42
16) Kepuasan pengguna	68.4	3.42
17) Penyelenggaraan perisian	66.9	3.35



Rajah 10 Carta bar skor faktor penuaan perisian

5.0 DAPATAN DAN PERBINCANGAN

5.1 Isu Penggunaan Perisian

Hasil daripada analisis kajian ini mendapati bahawa isu penggunaan perisian tertumpu kepada rasional penggunaan perisian, tempoh relevan sesuatu sistem dan keputusan menggunakan sesuatu perisian. Berdasarkan analisis mendapati lebih daripada 30% responden beranggapan bahawa tempoh hayat perisian berada pada tahap yang minimum iaitu antara 1-3 tahun.

Daripada dapatan ini menjelaskan bahawa jangka hayat kebanyakan perisian sangat singkat dan memerlukan satu mekanisma yang baik bagi memanjangkan hayat perisian agar ia relevan dalam jangka masa yang lebih lama. Dari segi rasional penggunaan perisian didapati kebanyakan responden cenderung menggunakan sesuatu perisian atas aspek persekitaran teknologi bisnes, peningkatan keuntungan bisnes dan untuk peningkatan proses bisnes. Dapat disimpulkan bahawa pengguna perisian dikalangan responden dalam organisasi adalah atas kehendak syarikat dan pihak atasan. Perkara ini dapat dibuktikan dengan dapatan analisis mengenai pihak yang membuat keputusan menggunakan sesuatu perisian iaitu lebih 40% responden menjawab pihak pengurusan.

Daripada dapatan mengenai isu penggunaan perisian dapat disimpulkan bahawa antara faktor yang boleh mempengaruhi responden adalah kehendak bisnes, persekitaran teknologi bisnes, profit bisnes dan pihak atasan dalam sesuatu organisasi. Faktor yang diperolehi ini seterusnya dikelaskan kepada faktor penuaan perisian secara lebih spesifik.

5.2 Isu Kesedaran Kualiti perisian

Hasil dapatan kajian ini juga menunjukkan kesedaran kualiti perisian didapati bahawa lebih daripada 50% responden menyatakan bahawa organisasi tidak mempunyai sebarang polisi dan mekanisma yang boleh digunakan untuk memantau kualiti perisian. Analisis ini menunjukkan bahawa kesedaran terhadap kualiti perisian tidak meluas dikalangan individu dan organisasi. Pemantauan mengenai kualiti perisian perlu bagi menjamin perisian yang digunakan berada pada tahap yang baik.

Antara aktiviti jaminan kualiti perisian yang terlibat adalah mesyuarat, kajian semula dan audit, perbincangan kumpulan, dokumentasi, sudut pandangan jangka panjang serta ujian dan pengesahan. Aktiviti jaminan kualiti yang diterapkan dalam organisasi dapat menjamin kualiti perisian padatahapan yang sepatutnya dan dapat memanjangkan tempoh penggunaan sesuatu perisian.

Pengabaian kepada kualiti perisian akan menyumbang kepada kemerosotan perisian dari segi fungsi dan kebergunaan. Apabila perisian tidak lagi relevan dan tidak berguna kepada pengguna dan organisasi, perisian tersebut akan diabaikan dan dibuang pada akhirnya. Pengabaian kesedaran kualiti perisian merupakan salah satu faktor yang boleh menyumbang kepada faktor penuaan perisian dalam kajian ini.

5.3 Isu Penyelenggaraan Perisian

Aktiviti jaminan kualiti perisian yang baik akan menyumbang kepada penyelenggaraan perisian yang lebih sistematik dan kekerapan yang bersesuaian bergantung kepada tahap sesuatu perisian. Hasil daripada kajian ini mendapati aktiviti penyelenggaraan perisian di kalangan responden dilaksanakan paling banyak adalah 1-3 kali dalam setahun. Penyelenggaraan perisian ini penting dalam menjamin kualiti perisian berada pada tahap yang baik.

Bagi memastikan penyelenggaraan dilaksanakan dengan baik, satu mekanisma dan sistem yang mengikut piawai perlu diwujudkan. Mekanisma yang piawai dapat memastikan individu yang terlibat dalam penyelenggaraan boleh mengenalpasti keadaan prestasi perisian yang digunakan. Kewujudan mekanisma yang mengikut piawai menjadikan proses pemantauan lebih teratur dan dapat menjamin kualiti perisian dengan lebih baik.

5.4 Isu Kebergunaan dan keberfungsian perisian

Hasil analisis mengenai isu kebergunaan dan keberfungsian perisian mendapati bahawa dalam memilih untuk menggunakan sesuatu perisian terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi responden. Antara faktor yang mempengaruhi

pengguna adalah prestasi perisian, antaramuka, kebergunaan, populariti dan sistem sokongan (rujuk seksyen 4.6).

Dalam memilih perisian, faktor yang diambil kira adalah perisian itu sendiri serta pengaruh luaran seperti populariti dikalangan pengguna lain dan sistem sokongan. Dalam kajian ini sistem sokongan berkait rapat dengan aktiviti penyelenggaraan dan latihan terhadap penggunaan perisian. Pengguna akan lebih terjurus menggunakan perisian yang mudah mendapat bantuan teknikal dan sokongan apabila terdapat sebarang masalah. Penukaran penggunaan perisian berlaku apabila terdapat beberapa faktor yang mengganggu kelancaran penggunaan perisian sedia ada.

Sebagai contoh kegagalan mendapatkan bantuan dan sistem sokongan apabila berlaku sebarang masalah, prestasi perisian yang merosot akibat ralat, antaramuka yang tidak menarik dan perisian yang tidak menepati kriteria keperluan pengguna.

Terdapat juga faktor luaran yang menyebabkan pengguna bertukar kepada perisian lain seperti populariti, arahan daripada pihak atasan, perisian sedia ada tidak mengikut perkembangan teknologi terkini dan kekurangan maklumat mengenai perisian tersebut. Kesemua faktor mengenai penggunaan dan penukaran perisian amat penting untuk dijadikan input kepada pengelasan faktor penuaan perisian seperti yang dibincang dalam seksyen 4.8.

5.5 Isu Latihan dan Sokongan

Latihan dan sokongan merupakan elemen yang penting dalam menggunakan perisian yang dibangunkan untuk sesuatu organisasi. Berdasarkan analisis kajian ini mendapati bahawa latihan dan sokongan di kalangan responden adalah rendah.

Apabila latihan terhadap perisian yang digunakan sedikit, maka tahap kepuasan pengguna dalam menggunakan perisian adalah rendah. Apabila pengguna tidak berpuashati dengan penggunaan perisian maka kebarangkalian pengguna mengabaikan perisian tersebut akan menjadi tinggi seterusnya menyumbang kepada pembuangan perisian dan perisian akan lenyap dan tidak digunakan lagi.

5.6 Pengelasan Faktor Penuaan Perisian

Hasil dapatan faktor menyumbang kepada penuaan perisian. Faktor-faktor yang diperolehi dikelaskan dengan lebih spesifik dan terperinci untuk membangunkan faktor penuaan perisian yang baru. Faktor yang diperolehi disenaraikan dalam bentuk jadual kemudian dikelaskan mengikut kelas spesifik yang sesuai. Kaedah ini lebih dikenali sebagai kaedah *bawah-atas*. Berdasarkan Jadual 10, terdapat 17 faktor yang dikenalpasti daripada kajian empirik. Faktor yang

dikenalpasti kemudian dikelaskan kepada empat faktor spesifik yang dicadangkan bersesuaian dengan faktor yang diperolehi daripada kajian empirik iaitu profil produk (PP), keberfungsian (F), persekitaran (E) dan manusia (M).

5.6.1 Faktor Profil Produk (PP)

Aspek-aspek yang perlu diambil kira dalam faktor profil produk ini adalah yang berkaitan dengan perisian itu sendiri seperti tarikh pemerolehan, pembelian, teknologi dan usia perisian. Sebagai contoh, perisian dianggap perisian pada asalnya diperolehi kerana arahan pihak atasan dalam syarikat tetapi pada akhirnya pengguna kurang kerap menggunakannya kerana faktor tertentu seperti teknologi yang menyokong perisian telah ketinggalan zaman.

5.6.2 Faktor Keberfungsian (F)

Faktor keberfungsian berkaitan dengan kebolegunaan perisian. Sebagai contoh, jika fungsi perisian menurun akibat kerosakan dan ralat perisian tersebut dianggap mengalami fasa penuaan perisian dan akan mati jika tiada sebarang tindakan diambil.

5.6.3 Faktor Persekitaran (E)

Faktor persekitaran melibatkan aksesori, alternatif dan perubahan teknologi. Sebagai contoh, perisian dianggap mengalami penuaan kerana faktor persekitaran jika ia tidak dapat menampung keperluan untuk teknologi baru dalam persekitaran. Sebagai contoh, jika perisian boleh berfungsi lagi kerana tidak dapat mengikut perubahan persekitaran maka ia mengalami fasa penuaan.

5.6.4 Faktor Manusia (M)

Sub faktor yang berkaitan dengan faktor manusia adalah persekitaran, kakitangan, pengguna, pendidikan, latihan dan populariti. Sebagai contoh, perisian yang dianggap mengalami penuaan akibat faktor manusia jika penggunanya kurang kerap kerana mereka lebih suka untuk menggunakan perisian alternatif lain yang lebih berpengaruh dan popular dikalangan manusia di persekitaran.

Jadual 10 Jadual pengkelasan faktor spesifik penuaan perisian

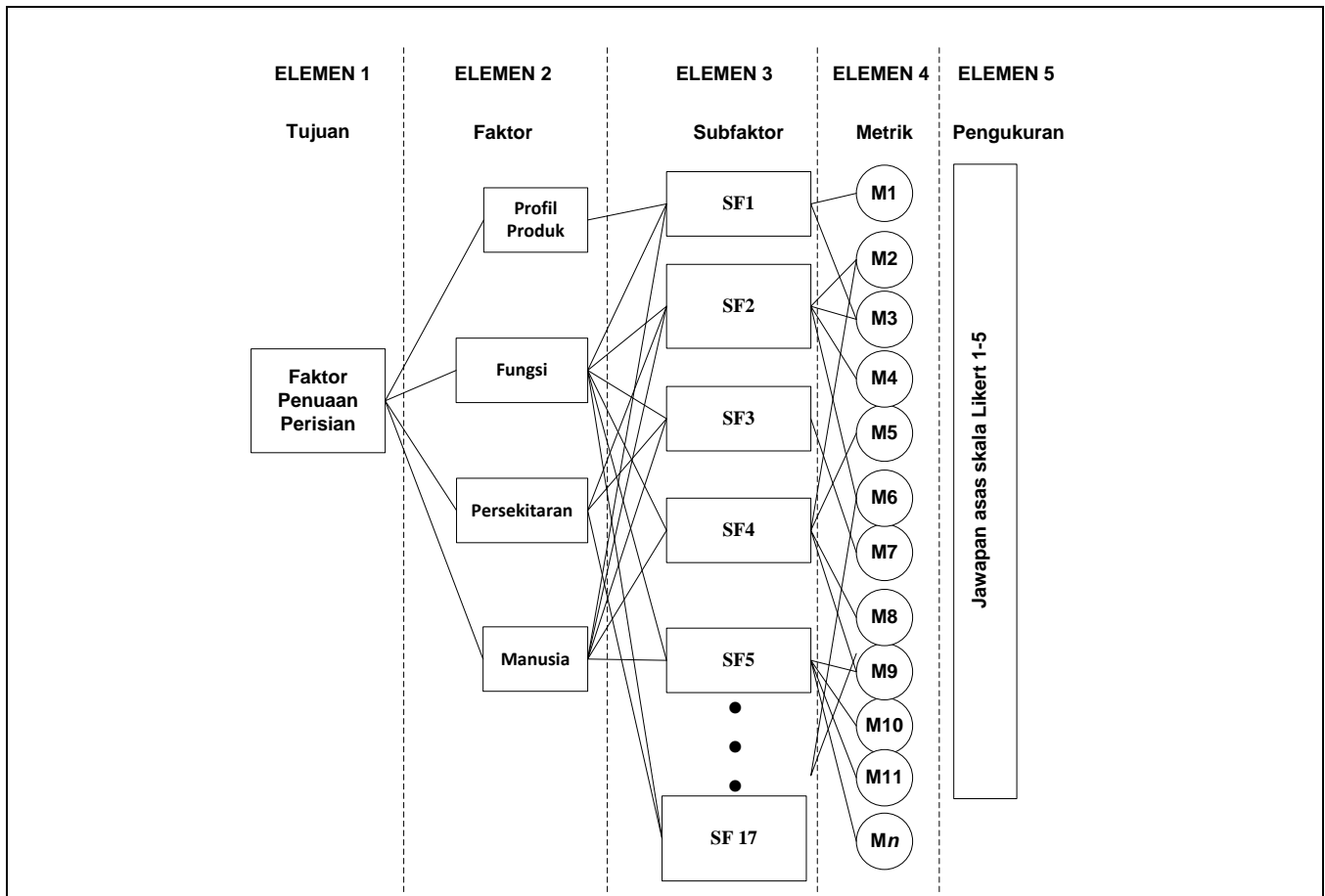
FAKTOR PENUAAN PERISIAN	KELAS FAKTOR PENUAAN PERISIAN			
	PP	F	E	M
1) Kehendak bisnes			*	*
2) Perubahan teknologi	*		*	
3) Kegagalan perisian sedia ada	*	*		
4) Perubahan dalam proses bisnes			*	*
5) Sistem sokongan		*		*
6) Perubahan persekitaran			*	
7) Penambahbaikan perisian mengikut kehendak pengguna	*	*		*
8) Maklumat mengenai perisian	*		*	
9) Arahan daripada pihak atasan				*
10) Populariti	*		*	*
11) Antaramuka		*		
12) Prestasi perisian		*		
13) Latihan				*
14) Polisi dan dokumentasi	*			
15) Aktiviti jaminan kualiti perisian				*
16) Penyelenggaraan perisian	*			*
17) Kepuasan pengguna				*

5.7 Kerangka Hirarki Faktor Penuaan Perisian(HIPP)

Berdasarkan kepada pengkelasan spesifik seperti Jadual 10 didapati bahawa satu struktur pengkelasan yang sistematis dapat dihasilkan. Rajah 11 menunjukkan struktur kerangka pengkelasan yang dibangunkan berdasarkan pendekatan kaedah pengkelasan *Goal Question Metric (GQM)* dan *Factor Attribute Metric Measure (FAME)*. Dalam kerangka hirarki faktor penuaan perisian (HIPP) terdapat 5 elemen yang perlu dilaksanakan secara berturutan:

- i) Elemen 1(Tujuan): Pada elemen 1 satu tujuan perlu diset untuk dicapai. Dalam kerangka HIPP ini tujuan yang ingin dicapai adalah faktor penuaan perisian.
- ii) Elemen 2 (Faktor): Pada elemen 2 faktor yang telah dikenalpasti di plot. Dalam kerangka HIPP 4 faktor telah dikenalpasti iaitu profil produk (PP), keberfungsian (F), persekitaran (E) dan manusia (M).

- iii) Elemen 3(Subfaktor): Elemen 3 merupakan subfaktor (SF) yang diplot daripada empat faktor utama. Dalam kerangka HIPP subfaktor dipecah kepada 17 iaitu dari SF1 hingga SF17.
- iv) Elemen 4 (Metrik): Metrik pada setiap subfaktor dikenalpasti dan diplotkan dalam elemen 4 iaitu dari M1 hingga Mn. Dalam kerangka HIPP, metrik akan dikenalpasti pada peringkat seterusnya dalam kajian ini.
- v) Elemen 5 (Pengukuran): Seterusnya setiap metrik yang dihasilkan akan diberikan pengukuran yang bersesuaian.



Rajah 11 Kerangka hirarki pengukuran penuaan perisian (HIPP)

6.0 KESIMPULAN DAN PENYELIDIKAN LANJUT

Artikel ini menerangkan dengan terperinci proses dapatan dan analisis kajian empirik yang dilaksanakan di Malaysia. Hasil daripada kajian empirik, terdapat 17 faktor yang mempengaruhi penuaan perisian telah dikenalpasti dan seterusnya dikelaskan secara spesifik kepada empat faktor utama iaitu profil produk (PP), keberfungsian (F), persekitaran (E) dan Manusia (M) menggunakan pendekatan GQM dan FAME. Kajian ini akan dilanjutkan dengan mengenalpasti

metrik dan pengukuran yang bersesuaian bagi setiap subfaktor yang diperoleh. Metrik dan pengukuran yang akan dikenalpasti akan dijadikan input kepada instrumen dalam kajian kes yang akan dilaksanakan secara lanjut selepas ini.

Penghargaan

Kami berterima kasih kerana penyelidikan ini dibiayai oleh Skim Geran Penyelidikan Fundamental, Malaysia Kementerian Pengajian Tinggi yang telah diberikan di bawah Universiti

Kebangsaan Malaysia. (FRGS / 1/2012 / SG05 / UKM / 02/10).

Rujukan

- [1] Jamaiah, H. Yahaya and Aziz Deraman. 2010. Measuring The Unmeasurable Characteristics Of Software Product Quality. *International Journal of Advancements in Computing Technology (IJACT)*. 2(4): 95-106.
- [2] Voas, J. 1999. Certifying Software For High Assurance Environments. *IEEE Software*. 22-25.
- [3] Jamaiah, H. Yahaya, Aziz Deraman and Abdul Razak Hamdan. 2008. Software Certification Model Based On Product Quality Approach. *Journal of Sustainability Science and Management*. 3(2): 14-29.
- [4] Avizienis, A., Laprie, J. C., Randell B., and Landwehr, C. 2004. Basic Concepts And Taxonomy Of Dependable And Secure Computing. *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*. 1(1): 11-33.
- [5] Cotroneo, D., Natella, R., Pietrantonio, R. and Russo, S. 2011. Software Aging and Rejuvenation: Where We Are and Where We Are Going. *IEEE Third Int. Work. Software Aging Rejuvenation*. 30(1): 1-6.
- [6] Aziz Deraman. 2011. Software Certification: The Way Forward (Keynote). *Proceeding of The 5th Malaysian Software Engineering Conference (MySec2011)*. Johor Bharu, Malaysia. 13-14 December 2011.
- [7] Parnas, D. L. 1994. Software Aging. *Proceeding of ICSE '94 The 16th International Conference on Software Engineering*. Sorrento, Italy. 16-21 May 1994. 279-287.
- [8] Wah, B. 2008. Software Aging and Rejuvenation. *Wiley Encyclopedia of Computer Science and Engineering*. John Wiley & Son, Inc.
- [9] Langner, F. and Andrzejak, A. 2013. Detecting Software Aging in a Cloud Computing Framework by Comparing Development Versions. *Proceedings of 2013 IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management (IM2013)*. Ghent, Belgium. 27-31 May 2013. 896-899.
- [10] Grottke, M., Matias, R. and Trivedi, K.S. 2008. The Fundamentals of Software Aging. *Proceedings of the 1st International Workshop on Software Aging and Rejuvenation, IEEE*. Seattle, Redmond, USA. 11-14 November 2008.
- [11] Jamaiah, H. Yahaya & Aziz Deraman. 2012. Towards a Study on Software Ageing for Application Software: The Influential Factors. *IJACT: International Journal of Advancements in Computing Technology*. 51-59.
- [12] Controneo, D., Natella, R., Pietrantonio, R. and Russo, S. 2010. Software Aging Analysis Of The Linux Operating System. *Proceeding of IEEE 21st International Symposium on Software Reliability Engineering IEEE Computer Society*. Washington, DC, USA.
- [13] P. Lew. 2014. Software Quality Metrics, Do and Dont's. Software Quality Improvements.
- [14] Matias, R., Trivedi, K. S. & Maciel, P. R. M. 2010. Using Accelerated Life Tests To Estimate Time To Software Aging Failure. *Proceedings - International Symposium on Software Reliability Engineering, ISSRE*. 211-219.