

# ANALISA KEBERKESANAN SISTEM PENYELARASAN BELANJAWAN PROJEK PEMBANGUNAN PERISIAN

SITI NURKHADIJAH AISHAH IBRAHIM<sup>1</sup> & ALI SELAMAT<sup>2</sup>

**Abstrak.** Pada masa kini terdapat pelbagai perisian digunakan untuk membuat pengiraan anggaran projek pembangunan perisian. Kebiasaannya organisasi yang terlibat dengan projek pembangunan perisian akan menggunakan perisian tersebut untuk memudahkan mereka menganggarkan bajet sesebuah projek pembangunan perisian yang dilaksanakan. Namun begitu, dengan wujudnya pelbagai model anggaran menyebabkan pengurus projek sukar menentukan model yang sesuai digunakan oleh organisasi untuk membuat pengiraan anggaran bajet projek pembangunan perisian. Oleh itu, satu perisian dikenali sebagai Sistem Penyelaras Belanjawan Projek Pembangunan Perisian (SPBPPP) telah dibangunkan menggunakan Model Rekabentuk Awal yang terdapat dalam *Constructive Cost Model (COCOMO) 2.0*. SPBPPP dibangunkan secara prototaip kerana model prototaip mempunyai beberapa kelebihan selain perisian dapat dibangunkan dengan cepat. Setiap model, teknik dan kaedah yang digunakan dalam SPBPPP ini telah diuji dan dapat memenuhi keperluan pengiraan anggaran projek pembangunan perisian dan memudahkan pengurus projek membuat pengiraan anggaran awal projek pembangunan perisian yang akan dilaksanakan.

*Katakunci: Constructive Cost Model (COCOMO) 2.0, SPBPPP, Anggaran, Model Rekabentuk Awal, Prototaip*

**Abstract.** Recently, there are many software tools have been used to estimate software development project. Conventionally, most organization that involved in developing software development project used the software to ease the estimation problems. However, project manager has faced some difficulties in finding the convenient software for their needs because of the availability of many estimation software projects in the market and the cost are very expensive. In order to achieve local economic market in budgeting, this research has focused on the analysis of System Estimation of Software Development Project (SESDP) using early design model in Constructive Cost Model (COCOMO) 2.0. The software development prototype model has been used to develop the SESDP as it can be rapidly developed. At the end, each type of model, technique and method involved in the development software has been tested for estimating the measurement in latest software development project. From the analysis, the project manager has found that the tool has been easily used to estimate the early software cost development project.

*Keywords: Constructive Cost Model (COCOMO) 2.0, SESDP, Estimation, Early Design Model, Prototype*

---

<sup>1&2</sup> Faculty of Computer Science and Information Systems (FSKSM), Universiti Teknologi Malaysia (UTM), Skudai, 81310, Johor, Malaysia, Tel: +607-55 32099/32211/32212 (ext.), Fax: +607-5532210, Email: [aselamat@fsksm.utm.my](mailto:aselamat@fsksm.utm.my), [cechoas@gmail.com](mailto:cechoas@gmail.com)

## 1.0 Pengenalan

Dalam membuat pengiraan anggaran kos projek pembangunan perisian, seseorang yang berkaliber diperlukan untuk memudahkan lagi pengiraan dibuat. Individu yang dimaksudkan adalah pengurus projek. Pengurus projek mestilah seorang yang bertanggungjawab dalam projek pembangunan perisian di mana beliau dapat membandingkan kos projek pembangunan semasa dengan kos projek-projek pembangunan yang sebelumnya serta mempunyai pengalaman dalam mengawal perjalanan projek pembangunan tersebut [1].

Anggaran belanjawan bagi sesuatu projek pembangunan perisian boleh dikatakan sebagai penilaian kos yang sesuai bagi projek tersebut. Namun begitu, anggaran kos tidak mungkin dapat ditentukan dengan tepat kerana terdapat banyak perkara yang terlibat semasa membuat pengiraan anggaran kos tersebut, contohnya tenaga pekerja, keperluan teknikal, keadaan persekitaran malahan politik [1].

Sebelum memulakan sesuatu projek pembangunan perisian, pengurus projek perlu membuat perancangan pembangunan projek. Satu daripada aspek utama yang perlu disertakan dalam perancangan projek adalah anggaran kos pembangunan perisian [1]. Perancangan projek juga melibatkan anggaran berapa banyak masa, tenaga pekerja, kos dan sumber yang diperlukan untuk membangunkan sistem perisian [2, 3, 5]. Kebiasaannya, anggaran dan penjadualan bagi projek pembangunan sentiasa berjalan seiring semasa projek pembangunan perisian berlangsung. Walau bagaimanapun, sesetengah anggaran kos diperlukan pada fasa awal projek pembangunan perisian sebelum ianya dijalankan [3]. Anggaran ini mungkin diperlukan untuk mengira bajet awal untuk menetapkan harga perisian bagi pelanggan.

Namun begitu, dengan wujudnya pelbagai kaedah yang boleh digunakan untuk membuat pengiraan anggaran kos menyebabkan organisasi perlu membuat pilihan kaedah yang terbaik [3]. Oleh itu, dalam penyelidikan ini satu kaedah terbaik akan dipilih dan pengiraan anggaran bajet serta kos pekerja dapat dibuat dengan baik

kerana tugas untuk membuat pengiraan anggaran kos pembangunan projek perisian bukanlah suatu perkara yang mudah [3].

## 2.0 Anggaran kos projek pembangunan perisian

Anggaran dan kos adalah perkara yang sering dikaitkan bersama dalam perbelanjaan, dimana perbelanjaan merupakan sebab berlakunya anggaran dan perbelanjaan juga tidak dapat ditentukan tanpa anggaran. Untuk menganggarkan kos sesebuah pembangunan perisian adalah perlu untuk melibatkan anggaran dari segi saiz dan kos. Kos pula melibatkan tenaga pekerja yang digunakan dan mengikut masa yang diperlukan untuk membangunkan sesebuah perisian. Langkah pertama dalam menyediakan anggaran ialah membangunkan anggaran untuk saiz program. Terdapat enam pendekatan yang biasa digunakan untuk mencapai objektif ini [4]:

- (i) Baris-baris kod (*Lines of code*);
- (ii) Titik Fungsi (*Function Point*);
- (iii) Metrik GUI (*GUI Metrics*);
- (iv) Metrik objek (*Object Metrics*);
- (v) *Bottom up* dan *Top down*.

- (i) Menganggar bilangan baris-baris kod

Bilangan baris kod adalah yang terawal diperkenalkan, paling meluas penggunaannya. Pertama kali diperkenalkan oleh Barry Boehm [6] di dalam *Constructive Cost Model* ataupun COCOMO dan ianya menjadi alatan asas untuk menganggarkan kos perisian.

- (ii) Menganggar titik fungsi

Pendekatan titik fungsi ini telah diperkenalkan oleh [7] sebagai pengukur kepada program yang dibangunkan semasa beliau masih berkhidmat dengan IBM. Idea beliau dalam penggunaan titik fungsi adalah sangat mudah.

Untuk mengenalpasti bilangan titik fungsi yang terlibat, beberapa perkara perlu diambilkira iaitu:

- (i) Bilangan input luaran (*external inputs*),
- (ii) Bilangan fail antaramuka (*external files or interface*),
- (iii) Bilangan output luaran (*external output*),
- (iv) Bilangan *query* luaran (*queries*), dan
- (v) Fail dalaman (*internal files*)

Kaedah baris-baris kod dan titik fungsi merupakan antara kaedah yang paling popular digunakan dalam membuat anggaran kos projek pembangunan perisian [5, 6]. Kaedah baris-baris kod hanya digunakan untuk mengira baris-baris kod dalam aturcara program yang dibangunkan manakala titik fungsi pula melibatkan pengiraan anggaran berdasarkan fungsi-fungsi yang terdapat pada sesebuah perisian.

**Jadual 1:** Perbezaan antara *Line of Codes* (LOC) dan *Function Point* (FP)

	<b>Kebaikan</b>	<b>Keburukan</b>
<b><i>Line of Codes</i> (LOC)</b>	(1) Mudah untuk dianggarkan kerana hanya berdasarkan baris-baris kod dalam aturcara program.	(1) Tidak relevan untuk bilangan baris-baris kod yang banyak terutamanya bagi penggunaan bahasa pengaturcaraan yang semakin tinggi.
<b><i>Function Point</i> (FP)</b>	(1) Tidak melibatkan baris-baris kod (2) Anggaran yang dibuat adalah lebih berkesan berbanding LOC.	(1) Data penting diperlukan di awal pembangunan projek perisian dan hanya perlukan spesifikasi yang lengkap untuk menggunakan teknik anggaran ini.

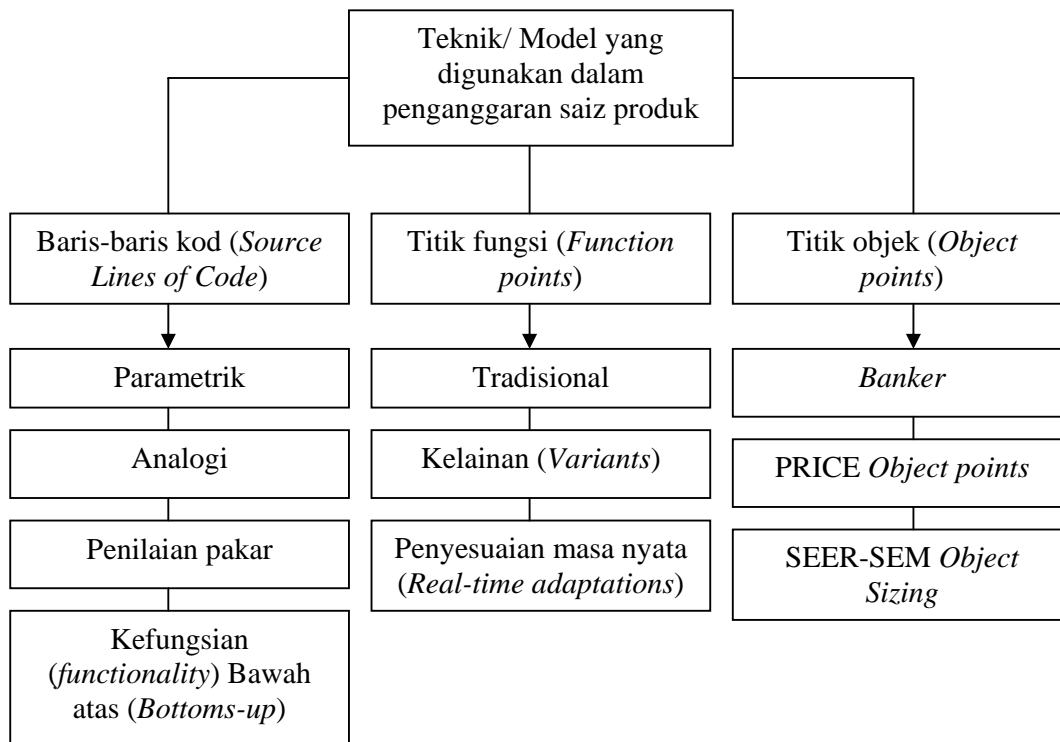
Secara ringkasnya, pendekatan dalam membuat anggaran saiz program ditunjukkan dalam jadual 2(a) dan 2(b) dan rajah 1.

**Jadual 2(a) : Kajian perbandingan antara kategori model**

<b>Kategori model</b>	<b>Huraian</b>	<b>Kelebihan</b>	<b>Had penggunaan</b>
Analogi ( <i>Analogy</i> ). [1]	Membandingkan projek pembangunan semasa dengan projek pembangunan lepas yang lebih kurang sama.	Anggaran dibuat berdasarkan pengalaman projek pembangunan yang lepas.	Perlu wujud projek pembangunan perisian yang sama.
Penilaian pakar ( <i>Expert Judgement</i> ). [1]	Melibatkan perundingan dengan pakar dalam projek pembangunan perisian.	Data lepas tidak diperlukan ataupun hanya sedikit data dari projek lepas akan digunakan. Sesuai untuk projek yang baru dan unik.	Pakar mungkin akan berat sebelah. Kadangkala tahap pengetahuan pakar juga boleh dipersoalkan.
Bawah-atas ( <i>Bottoms-Up</i> ). [1]	Pengguna akan melihat setiap komponen dan kiraan anggaran bagi komponen akan dijumlahkan untuk membuat pengiraan keseluruhan anggaran.	Ketepatan dari segi anggaran boleh dicapai kerana mempunyai asas anggaran lengkap ( <i>Basic of Estimate - BOE</i> ).	Kaedah yang menggunakan masa. Data yang lengkap mungkin tidak diperlukan, terutamanya dalam program awal. Gabungan kos-kos kadangkala diabaikan.

**Jadual 2(b) :** Kajian perbandingan antara kategori model

Model parametrik ( <i>Parametric model</i> ). [1]	Melaksanakan anggaran keseluruhan menggunakan parameter bagi rekabentuk dan algoritma matematik.	Kebiasaannya, model ini mudah dan cepat digunakan dan digunakan di peringkat awal. Boleh berulang dan mempunyai matlamat.	Model mungkin menjadi tidak tepat sekiranya tidak disahkan dengan tepat atau disalah ukur, mungkin juga berlaku data untuk pengiraan anggaran dari projek lepas adalah tidak relevan kepada program baru.
---	--	---	---



**Rajah 1:** Antara teknik/ model yang digunakan dalam penganggaran saiz perisian

## 2.1 Pengenalan kepada Constructive Cost Model (COCOMO) 2.0

Menurut Clark, COCOMO 2.0 merupakan salah satu contoh model parametrik yang digunakan untuk menganggarkan tenaga pekerja dan masa yang diperlukan mengikut saiz program dan faktor-faktor lain. COCOMO 2.0 juga merupakan lanjutan daripada model asal COCOMO. Jadual 3(a) dan 3(b) menunjukkan perbandingan antara model COCOMO yang asal dengan model COCOMO 2.0 [6].

**Jadual 3(a):**Perbandingan kaedah COCOMO dan COCOMO 2.0

	<b>COCOMO '81 (COCOMO asal)</b>	<b>COCOMO 2.0</b>
Fungsi	Memerlukan saiz perisian dalam <i>Lines of Codes</i> sebagai input.	Menyediakan model anggaran yang berbeza berdasarkan fasa pembangunan projek perisian.
Formula pengiraan tenaga pekerja	$Effort = A(c_i) (Size)^{Exponent}$	$Effort = A(c_i) (Size)^{Exponent}$
<i>Exponent</i>	<i>Exponent</i> = pemalar tetap; (1)Organic = 1.05 (2)Semi-detached = 1.12 (3)Embedded = 1.20	<i>Exponent</i> = berdasarkan lima jenis skala; (1) <b>PREC</b> , <i>Precedentedness</i> (2) <b>FLEX</b> , <i>Development Flexibility</i> (3) <b>RESL</b> , <i>Architecture/Risk Resolution</i> (4) <b>TEAM</b> , <i>Team Cohesion</i> (5) <b>PMAT</b> , <i>Process Maturity</i>
Saiz kiraan	<i>Lines of codes</i>	<i>Object points, function points</i> atau <i>source lines of code</i>

**Jadual 3(b):**Perbandingan kaedah COCOMO dan COCOMO 2.0

<p><i>Cost drivers (ci)</i></p>	<p>Menggunakan 15 parameter;</p> <p>(1)<b>RELY</b>, <i>Reliability</i>  (2)<b>DATA</b>, <i>Data Base Size</i>  (3)<b>CPLX</b>, <i>Complexity</i>  (4)<b>TIME</b>, <i>Execution Time Constraint</i>  (5)<b>STOR</b>, <i>Main Storage Constraint</i>  (6)<b>VIRT</b>, <i>Virtual Machine Volatility</i>  (7)<b>TURN</b>, <i>Turnaround Time</i>  (8)<b>ACAP</b>, <i>Analyst Capability</i>  (9)<b>PCAP</b>, <i>Programmer Capability</i>  (10)<b>AEXP</b>, <i>Applications Experience</i>  (11)<b>VEXP</b>, <i>Virtual Machine Experience</i>  (12)<b>LEXP</b>, <i>Language Experience</i>  (13)<b>TOOL</b>, <i>Use of Software Tools</i>  (14)<b>MODP</b>, <i>Use of Modern Programming Techniques</i>  (15)<b>SCED</b>, <i>Required Schedule</i></p>	<p>Menggunakan 17 parameter;</p> <p>- <b>RELY</b>, <i>Reliability</i>  - <b>DATA</b>, <i>Data Base Size</i>  - <b>CPLX</b>, <i>Complexity</i>  - <b>RUSE</b>, <i>Required Reusability</i>  - <b>DOCU</b>, <i>Documentation</i>  - <b>TIME</b>, <i>Execution Time Constraint</i>  - <b>STOR</b>, <i>Main Storage Constraint</i>  - <b>PVOL</b>, <i>Platform Volatility</i>  - <b>ACAP</b>, <i>Analyst Capability</i>  - <b>PCAP</b>, <i>Programmer Capability</i>  - <b>AEXP</b>, <i>Applications Experience</i>  - <b>PEXP</b>, <i>Platform Experience</i>  - <b>LTEX</b>, <i>Language &amp; Tool Experience</i>  - <b>PCON</b>, <i>Personnel Continuity</i>  - <b>TOOL</b>, <i>Use of Software Tools</i>  - <b>SITE</b>, <i>Multi-site Development</i>  - <b>SCED</b>, <i>Required Schedule</i></p>
---------------------------------	--	--

COCOMO 2.0 telah dibangunkan pada pertengahan tahun 1990 oleh sekumpulan organisasi yang diketuai oleh Dr. Barry Boehm [6], dan juga beberapa orang pelajar dari University of Southern California (USC). Model pertama COCOMO 2.0 telah dikeluarkan lewat tahun 1996. Tujuan pembangunan model COCOMO 2.0 adalah untuk membangunkan model anggaran kos dan penjadualan projek pembangunan perisian yang bersesuaian untuk zaman 1990 dan 2000. Jika model COCOMO digunakan hanya untuk projek pembangunan perisian yang menggunakan metodologi air terjun (*waterfall methodology*), model COCOMO 2.0 pula lebih sesuai digunakan bersama metodologi rekabentuk masa kini, iaitu berdasarkan teknik orientasi objek (*object-oriented techniques*).

### 2.1.1 Pengiraan anggaran tenaga pekerja

Model COCOMO 2.0 model melakukan kiraan anggaran bagi tenaga kerja yang diperlukan dalam pekerja per bulanan (*Person-Months* – PM) berdasarkan anggaran yang diperolehi bagi saiz perisian yang diukur dalam baris-baris kod sumber (*Source Lines of Code* atau *Kilo Source Lines of Code*) seperti yang telah diterangkan di awal bab ini. Pengiraan contoh di dalam bab ini adalah kajian yang dilakukan oleh [9].

Formula bagi mengira anggaran tenaga pekerja yang diperlukan adalah:

$$Effort = 2.94 \times EAF \times (KSLOC)^E \quad (1)$$

Di mana,

*EAF* adalah *Effort Adjustment Factor* yang diterbitkan dari *Cost Drivers* (*ci*).

*E* adalah eksponen yang diterbitkan daripada lima skala (*Scale Drivers*).

Contoh pengiraannya:

Sebuah projek dengan semua *Cost Drivers* adalah biasa (*Nominal*) dan *Scale Drivers* mempunyai *EAF*=1.00 dan *E*=1.0997. Anggapkan projek itu mempunyai 8000 baris kod sumber. Maka, hasil 28.9 pekerja per bulanan akan diperolehi.

Mengikut persamaan (1).

$$Effort = 2.94 \times (1.0) \times (8)^{1.0997} = 28.9 \text{ Pekerja per bulanan (Person-Months)} \quad (2)$$

### 2.1.2 Faktor Pengubahsuaian Tenaga Kerja

Faktor Pengubahsuaian Tenaga Kerja dalam pengiraan tenaga kerja merupakan pendarab bagi tenaga kerja yang menyerupai setiap *cost drivers* (*ci*) untuk projek yang dibangunkan. Sebagai contoh, jika projek yang dibangunkan mempunyai

julat sangat tinggi (*Very High*) untuk *Complexity* (pendarab bagi tenaga kerja yang bernilai 1.34), dan nilai julat rendah bagi pengalaman penggunaan bahasa dan alatan yang digunakan (pendarab bagi tenaga kerja yang bernilai 1.09), manakala semua *cost drivers* yang lain dianggap mempunyai nilai *Nominal* (pendarab bagi tenaga kerja yang bernilai 1.00), *EAF* pula merupakan hasil dari nilai 1.34 dan 1.09.

Maka,

$$\text{EffortAdjustmentFactor} = \text{EAF} = 1.34 \times 1.09 = 1.46 \quad (3)$$

$$\text{Effort} = 2.94 \times (1.46) \times (8)^{1.0997} = 42.3 \text{ Pekerja per bulanan (Person-Months)} \quad (4)$$

### 2.1.3 Pengiraan Anggaran Masa Pembangunan

Pengiraan bagi anggaran masa projek pembangunan perisian mengambilkira bilangan bulan yang diperlukan untuk menyempurnakan projek pembangunan perisian itu. Masa pembangunan akan dianggarkan berdasarkan anggaran tenaga pekerja yang telah dilakukan.

$$\text{Duration} = 3.67 \times (\text{Effort})^{SE} \quad (5)$$

Di mana,

*Effort* merupakan hasil kiraan anggaran tenaga pekerja yang telah dilakukan dalam formula (4).

*SE* adalah pengiraan penjadualan secara eksponen hasil daripada lima skala (*Scale Drivers*).

Contoh pengiraannya:

Katakan  $SE=0.3179$  yang dikira dari *Scale Drivers* dan dapatkan purata tenaga pekerja adalah antara 3 hingga 4 orang. Gunakan persamaan (5).

$$Duration = 3.67 \times (42.3)^{0.3179} = 12.1 \text{ bulan} \quad (6)$$

Maka, purata tenaga pekerja =  $(42.3 \text{ Person-Months}) / (12.1 \text{ bulan}) = 3.5$  orang.

## 2.2 Submodel COCOMO 2.0

Dalam kaedah COCOMO 2.0, terdapat beberapa submodel yang berkaitan dengan teknik penganggaran kos projek pembangunan perisian. Menurut [3, 6], submodel bagi COCOMO 2.0 terbahagi kepada empat bahagian seperti yang dijelaskan dalam jadual 4.

**Jadual 4:** Submodel COCOMO 2.0

Submodel	Fungsi
<b>Model Komposisi Aplikasi</b>	Digunakan apabila perisian dibentuk daripada bahagian perisian yang telah sedia ada.
<b>Model Rekabentuk Awalan</b>	Digunakan apabila keperluan diperolehi tetapi rekabentuk belum dibangunkan.
<b>Model Guna Semula</b>	Digunakan untuk mengira tenaga penggabungan komponen-komponen yang boleh diguna semula.
<b>Model Rekabentuk Akhir</b>	Digunakan apabila sistem rekabentuk telah dibangunkan dan maklumat lanjut mengenai sistem tersebut boleh diperolehi.

### 2.2.1 Model Rekabentuk Awalan

Formula bagi Model Rekabentuk Awalan adalah seperti berikut:

- (i)  $PM = A \times Size^B \times M + PM_m$  di mana
- (ii)  $M = PERS \times RCPX \times RUSE \times PDIF \times PREX \times FCIL \times SCED$
- (iii)  $PM_m = (ASLOC \times (AT \div 100)) \div ATPROD$

$A = 2.5$  adalah nilai penentu awalan,  $Size$  dalam (*Kilo Source Lines of Code*) KLOC,  $B$  nilai rawak antara 1.1 hingga 1.24 bergantung kepada kebaruan projek sama ada projek itu masih baru atau tidak, pembangunan yang fleksibel, pendekatan pengurusan risiko dan kematangan proses.

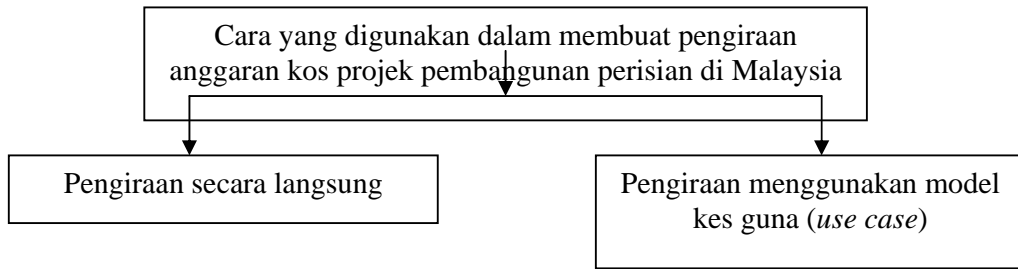
Jadual 5 menunjukkan beberapa jenis senarai pendarab [6] bagi formula Model Rekabentuk Awalan.

**Jadual 5:** Senarai pendarab COCOMO 2.0 bagi Model Rekabentuk Awalan

RCPX	Kebolehpercayaan dan kompleksiti produk
RUSE	Keperluan guna semula
PDIF	Kesukaran dalam platform
PREX	Pengalaman peribadi
PERS	Kebolehan peribadi
SCED	Keperluan penjadualan
FCIL	Keperluan sokongan kumpulan

### 2.3 Pengiraan Anggaran yang Digunakan oleh Organisasi di Malaysia

Berdasarkan kajian yang dilakukan, terdapat dua cara yang digunakan dalam membuat pengiraan anggaran kos projek pembangunan perisian di Malaysia. Dua cara tersebut ditunjukkan dalam rajah 2 dan jadual 5 :



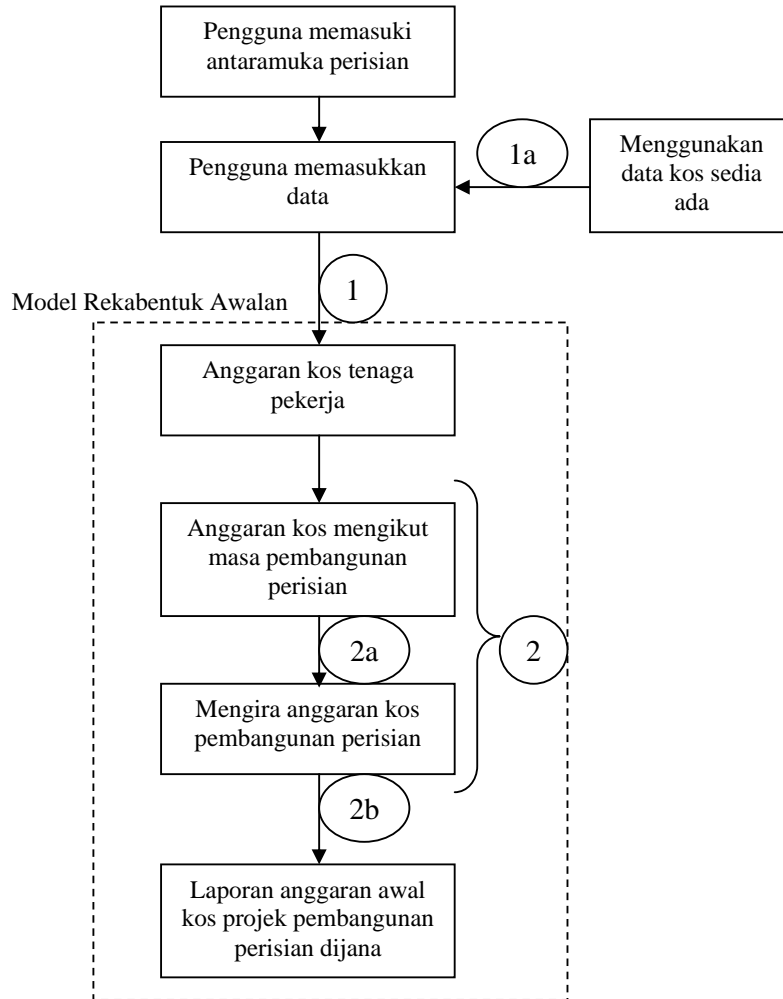
**Rajah 2:** Cara kiraan anggaran kos yang digunakan oleh organisasi di Malaysia

**Jadual 6:** Perbandingan antara pengiraan secara langsung dengan pengiraan menggunakan model kes guna (*use case*)

	<b>Pengiraan Secara Langsung</b>	<b>Pengiraan menggunakan model kes guna (<i>use case</i>)</b>
Persamaan Kiraan	(i) <i>Anggaran pekerja per bulanan = Jumlah bulan bekerja pekerja</i>  (ii) <i>Kos anggaran = Gaji pekerja X Anggaran pekerja per bulanan (Pemberat)</i>	(i) <i>Pekerja per jam = Jumlah poin X Bilangan pekerja per jam</i>  (ii) <i>Masa pembangunan bagi setiap pekerja = Pekerja per jam / Hari bekerja dalam seminggu</i>  (iii) <i>Kos anggaran = Masa pembangunan bagi setiap pekerja X Gaji</i>
Model yang digunakan	Tiada.	Kes guna.

### 3.0 Metodologi Analisa

Rajah 3 menunjukkan carta alir proses kerja pelaksanaan dalam Sistem Penyelarasan Belanjawan Projek Pembangunan Perisian yang dibangunkan.



**Rajah 3:** Carta alir proses kerja pelaksanaan sistem

### 3.1 Penerangan Proses Kerja

Merujuk kepada rajah 3, carta aliran proses kerja adalah seperti berikut:

**Langkah:** (1)

- i) Pengguna memasukkan data untuk melakukan anggaran kos projek pembangunan perisian.
- ii) Pada peringkat menggunakan perisian yang telah dibangunkan, pengguna akan memasukkan data untuk mula melakukan anggaran. Antara data yang akan dianggarkan termasuklah kos pekerja yang diperlukan dan kos mengikut masa pembangunan projek perisian berlangsung.

**Langkah:** 1a

- i) Menggunakan data kos sedia ada untuk membuat anggaran.
- ii) Anggaran akan dimulakan dengan memasukkan dan menguji data sedia ada yang diperolehi daripada organisasi yang terlibat dengan pembangunan perisian.

**Langkah:** 2

- i) Anggaran kos pembangunan perisian dilakukan.
- ii) Anggaran bagi tenaga pekerja yang diperlukan dan masa pembangunan perisian akan dilakukan terlebih dahulu sebelum anggaran keseluruhan bagi projek pembangunan perisian ditentukan.

**Langkah:** 2a

- i) Anggaran kos awalan bagi projek pembangunan perisian.
- ii) Setelah data sedia ada dianggarkan, anggaran untuk kos keseluruhan projek pembangunan perisian akan dilakukan.

**Langkah:** 2b

- i) Penjanaan laporan anggaran belanjawan projek pembangunan perisian.
- ii) Laporan anggaran belanjawan bagi pembangunan projek perisian akan dijana bagi memudahkan pengurus projek melihat bajet yang diperlukan untuk membangunkan sesebuah projek perisian setelah anggaran dibuat dalam proses sebelumnya.

### 3.2 Perbandingan Sistem Sedia Ada dengan SPBPPP

Jadual 7 di bawah pula menunjukkan perbandingan antara sistem pengiraan kos pembangunan perisian sedia ada dengan SPBPPP.

**Jadual 7:** Kajian perbandingan bagi perisian yang menggunakan model COCOMO 2.0

	<b>COSTAR 7.0</b> (Softstar Systems)	<b>Cost Xpert 3.3</b> (Cost Xpert Group)	<b>Sistem Penyelarasan Belanjawan Projek Pembangunan Perisian</b> (yang dibangunkan)
Submodel yang digunakan	Menggunakan kesemua model yang terdapat dalam COCOMO 2.0.	Menggunakan kesemua model yang terdapat dalam COCOMO 2.0.	Hanya menggunakan Model Rekabentuk Awalan ( <i>Early Design Model</i> ) untuk pengiraan anggaran sebelum sesebuah perisian dibangunkan.
Kelebihan	Data mudah diubah.	Data mudah diubah.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Data mudah diubah.</li> <li>2. Kos anggaran awalan dapat ditentukan terlebih dahulu sebelum sesebuah perisian dibangunkan.</li> </ol>
Kelemahan	Keseluruhan kos sebenar hanya dapat ditentukan setelah perisian dibangunkan.	Keseluruhan kos sebenar hanya dapat ditentukan setelah perisian dibangunkan.	Hanya kos anggaran awalan diketahui.

#### **4.0 Implementasi Fungsi Pengiraan Anggaran Model Rekabentuk Awalan *Constructive Cost Model (COCOMO) 2.0***

Rumus bagi Model Rekabentuk Awalan COCOMO 2.0 yang digunakan untuk pengiraan awalan kos projek pembangunan perisian akan dimasukkan ke dalam aturcara bagi setiap ikon yang terdapat dalam sistem.

##### **4.0.1 Pemprosesan Data dan Pengiraan Formula Model Rekabentuk Awalan *Constructive Cost Model (COCOMO) 2.0***

Menggunakan persamaan yang diberikan di bawah, data yang dimasukkan oleh pengguna akan diproses.

$$\text{Anggaran pekerja per bulanan} = \text{Jumlah bulan bekerja pekerja} \quad (1)$$

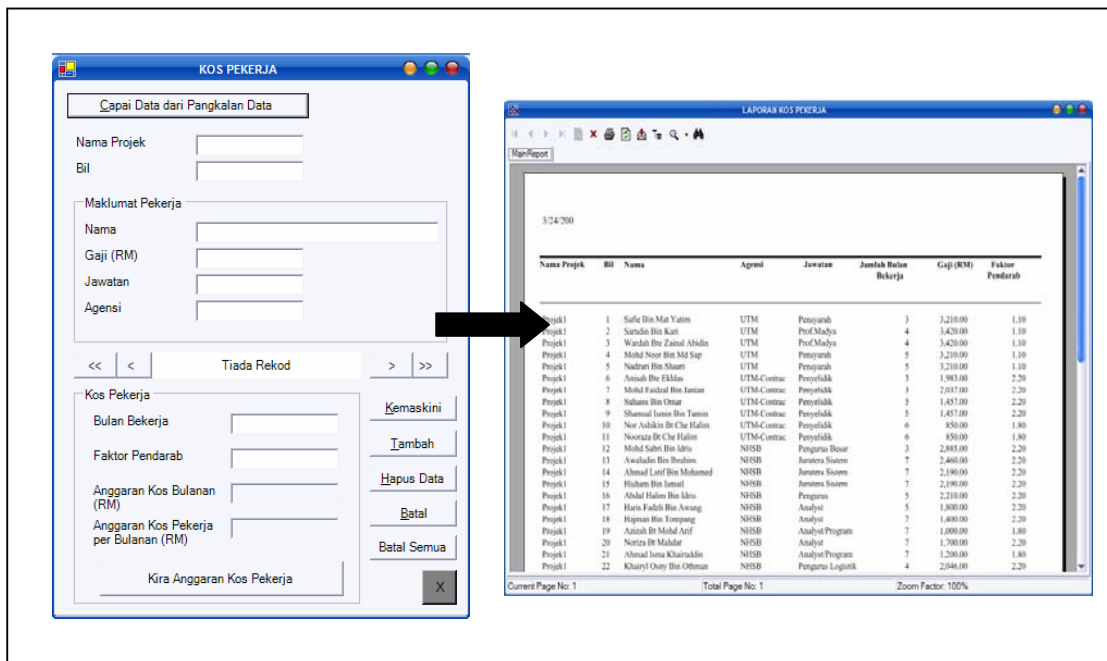
$$\text{Kos anggaran} = \text{Gaji pekerja} \times \text{Anggaran pekerja per bulanan (Pemberat)} \quad (2)$$

##### **4.0.2 Laporan Hasil Anggaran**

Setelah data dimasukkan dan proses pengiraan siap, laporan keseluruhan belanjawan bagi kos projek pembangunan perisian akan dijana di mana pengguna akan dapat melihat hasil anggaran awalan yang dilakukan.

#### **5.0 Antaramuka Sistem Penyelarasan Belanjawan Projek Pembangunan Perisian (SPBPPP)**

Rajah 4 menunjukkan antaramuka bagi pengiraan kos anggaran awalan projek pembangunan perisian. Dalam SPBPPP, pengguna perlu memasukkan data yang berkaitan seperti yang telah diterangkan pada bahagian 3.1 untuk membolehkan pengguna melaksanakan pengiraan anggaran sesebuah projek. Seperti mana yang telah diterangkan, sistem akan melakukan pengiraan dan satu laporan akan dijana berdasarkan data yang telah dimasukkan oleh pengguna.



**Rajah 4:** Antaramuka Sistem Penyelarasan Belanjawan Projek Pembangunan Perisian

## 6.0 Kesimpulan

Pembangunan projek ini bertujuan membangunkan sebuah perisian yang dapat memudahkan pengurus projek membuat kiraan anggaran kos awalan bagi projek pembangunan perisian tanpa perlu membangunkan perisian terlebih dahulu.

Sistem Penyelarasan Belanjawan Projek Pembangunan Perisian dibangunkan bagi membantu pengurus projek membuat kiraan anggaran awalan kos projek pembangunan perisian. Untuk membuat kiraan anggaran awalan kos projek pembangunan perisian, Sistem Penyelarasan Belanjawan Projek Pembangunan Perisian ini dibangunkan menggunakan Model Rekabentuk Awalan (*Early Design Model*) *Constructive Cost Model (COCOMO) 2.0* di mana anggaran akan dibuat sebelum sesebuah perisian dibangunkan.

## RUJUKAN

- [1] Lee, S., Titchkosky, L. and Bowen, S. (1995). *Software Cost Estimation*. Department of Computer Science University of Calgary. 66
- [2] Baik, J., Chulani, S. dan Horowitz, E. (1998). *Software Effort and Schedule Estimation Using the Constructive Cost Model: COCOMO II*. University of Southern California.
- [3] Sommerville, I. (2001). *Software Engineering*. 6<sup>th</sup> Ed. London: Pearson Education Limited.
- [4] Londeix, B. (1987). *Cost Estimation for Software Development*. Addison-Wesley Publishing Company.
- [5] Leung, H. dan Fa, Z. (2000). *Software Cost Estimation*. Department of Computing. The Hong Kong Polytechnic University.
- [6] Boehm, B., Clark, B., Horowitz, E., Westland, C., Madachy, R. dan Selby, R. (1995). *Cocomo 2.0 Model User's Guide*, <http://sunset.usc.edu/research/COCOMOII/index.html>
- [7] Albrecht, A. J. "Measuring Application Development Productivity," in *GUIDE/SHARE Proceedings of the IBM Application Development Symposium*, October 1979, pp. 83-92.
- [8] Clark, B. (1998). *COCOMO II*. PSM Users' Group Conference. 980713.
- [9] Softstar Systems (2005). *Overview of COCOMO*. "Tidak diterbitkan".