

Earned Value Management (EVM) dalam Estimasi Biaya Proyek Piranti Lunak Menggunakan Spiral Development

Adhi Kusnadi

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Multimedia Nusantara (UMN) Tangerang, Indonesia
Adhi.kusnadi@umn.ac.id

Diterima 15 Mei 2015

Disetujui 10 Juni 2015

Abstract—The success of a project is determined by the success of a software team in estimating the budget plan the cost of the software. The purpose of this paper is the creation, devise ways to estimate project budget software. To be able to compose a *Planned Value* (PV) project software required several steps. The first step is the preparation of WBS. Division of phase-phase creation of software applications in this paper follow the steps in the development of the software spiral. The second step is a software metric, method is the most straightforward and easiest in its application is a measurement based on metric size oriented. Intentionally taken a sample project that contains the work of hardware, so that can be made analysis unit price for the item that has a high price and need analysis. A summary of which can be taken from this discussion is the preparation method of estimating budget projects have successfully made systematically. How is made as simple as possible so that the team members have no experience whatsoever can make a budget.

Keywords: Planned Value (PV) method, spiral, WBS, budget.

1. PENDAHULUAN

Estimasi atau perhitungan biaya proyek piranti lunak merupakan bagian dari manajemen proyek piranti lunak yang sangat penting. Keberhasilan suatu proyek banyak ditentukan oleh keberhasilan tim piranti lunak dalam menghitung rencana anggaran biaya piranti lunak yang akan digunakan dalam mengerjakan suatu proyek piranti lunak. Dalam *Earned Value Management* (EVM), tahapan ini merupakan tahapan pertama yaitu pada tahap *Planned Value* (PV), dulu disebut *budgeted cost of work scheduled* (BCWS) atau disingkat budget, yaitu porsi dari total estimasi biaya terencana yang sudah disetujui untuk dibelanjakan pada sebuah aktifitas selama

periode waktu tertentu. Dalam ilmu manajemen proyek piranti lunak tahap ini merupakan tahapan perencanaan.

Tujuan dari pembuatan karya tulis ini adalah, menyusun cara untuk menghitung suatu anggaran proyek yang mudah, dengan menggunakan konsep yang relatif baru yaitu EVM, yang memiliki kelebihan dibandingkan dengan konsep manajemen secara tradisional. Sehingga memiliki manfaat bagi kalangan yang berkepentingan dalam manajemen proyek piranti lunak, terutama dalam penyusunan anggaran biaya proyek.

Untuk dapat menyusun PV suatu proyek piranti lunak diperlukan beberapa langkah pendahuluan. Langkah pertama adalah penyusunan WBS (*work breakdown structure*). WBS dapat dibuat beberapa level menjadi lebih detail sesuai dengan kebutuhan, semakin detail phase pembagian level WBS sebenarnya semakin baik, akan tetapi jika dirasa pada level tertentu sudah cukup, maka pembagian phase proyek sudah cukup. Pembagian phase-phase pembuatan aplikasi perangkat lunak dalam karya tulis ini mengikuti langkah-langkah dalam pengembangan piranti lunak spiral. Yaitu, komunikasi, perencanaan, modeling, konstruksi dan deployment [1]. Dalam penyusunan cara penyusunan anggaran biaya piranti lunak, metode pengembangan piranti lunak dapat saja mengikuti metode yang lain disesuaikan dengan kebutuhan, misalnya menggunakan metode waterfall. Penggunaan metode spiral dalam karya tulis ini, hanya sebagai contoh saja.

Langkah kedua dalam penyusunan PV adalah metrik piranti lunak yaitu menghitung anggaran dalam pengerjaan aplikasi piranti lunak, dengan kata lain berapa sih biaya

membuat sebuah aplikasi. Ada banyak metode dalam menghitung anggaran piranti lunak, akan tetapi yang paling simpel dan paling mudah dalam penerapannya adalah pengukuran berdasarkan *metric size oriented*. Ukuran yang paling mudah adalah mengukur produktifitas dalam satuan waktu. Contoh dalam menyelesaikan suatu aplikasi berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh seorang programmer untuk menyelesaikannya berdasarkan satuan waktu.

II. METODE SPIRAL

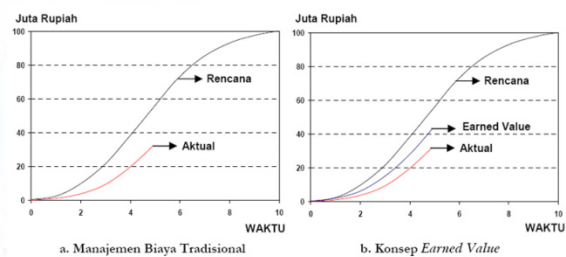
Model pengembangan software ini dikenalkan oleh *Barry Boehm* di tahun 1986, Berikut adalah aktivitas-aktivitas yang dilakukan dalam spiral model [2]:

1. **Customer communication.** Aktivitas yang dibutuhkan untuk membangun komunikasi yang efektif antara developer dengan user / customer terutama mengenai kebutuhan dari customer.
2. **Planning.** Aktivitas perencanaan ini dibutuhkan untuk menentukan sumberdaya, perkiraan waktu pengerjaan, dan informasi lainnya yang dibutuhkan untuk pengembangan software.
3. **Analysis risk.** Aktivitas analisis resiko ini dijalankan untuk menganalisis baik resiko secara teknikal maupun secara manajerial. Tahap inilah yang mungkin tidak ada pada model proses yang juga menggunakan metode iterasi, tetapi hanya dilakukan pada spiral model.
4. **Engineering.** Aktivitas yang dibutuhkan untuk membangun 1 atau lebih representasi dari aplikasi secara teknikal.
5. **Construction & Release.** Aktivitas yang dibutuhkan untuk develop software, testing, instalasi dan penyediaan user / customer support seperti training penggunaan software serta dokumentasi seperti buku manual penggunaan software.
6. **Customer evaluation.** Aktivitas yang

dibutuhkan untuk mendapatkan feedback dari user / customer berdasarkan evaluasi mereka selama representasi software pada tahap engineering maupun pada implementasi selama instalasi software pada tahap construction and release.

III. EARNED VALUE MANAGEMENT (EVM)

Konsep *earned value* dibandingkan manajemen biaya tradisional [3], dapat dijelaskan pada Gambar 1, manajemen biaya tradisional hanya menyajikan dua dimensi saja yaitu hubungan yang sederhana antara biaya aktual dengan biaya rencana. Dengan manajemen biaya tradisional, status kinerja tidak dapat diketahui. Dapat diketahui bahwa biaya aktual memang lebih rendah, namun kenyataan bahwa biaya aktual yang lebih rendah dari rencana ini tidak dapat menunjukkan bahwa kinerja yang telah dilakukan telah sesuai dengan target rencana. Sebaliknya, konsep *earned value* memberikan dimensi yang ketiga selain biaya aktual dan biaya rencana. Dimensi yang ketiga ini adalah besarnya pekerjaan secara fisik yang telah diselesaikan atau disebut *earned value/percent complete*.



Gambar 1. Perbandingan Manajemen Biaya Tradisional dengan Konsep *Earned Value* [3].

Earned Value Management meliputi perhitungan terhadap 3 nilai untuk setiap aktifitas atau summary aktifitas dari WBS proyek:

1. **Planned Value (PV)**, dulu disebut *budgeted cost of work scheduled* (BCWS) atau disingkat budget, yaitu porsi dari total estimasi cost terencana yang sudah disetujui untuk dibelanjakan pada sebuah aktifitas selama periode waktu tertentu.
2. **Actual Cost (AC)**, dulu disebut *actual cost of work performed* (ACWP) adalah total dari biaya langsung atau tidak langsung

yang dipakai dalam penyelesaian pekerjaan pada sebuah aktifitas selama periode waktu tertentu.

3. *Earned Value (EV)*, dulunya disebut *budgeted cost of work performed (BCWP)*, yaitu sebuah estimasi dari nilai fisik penyelesaian sebuah pekerjaan. Ini didasarkan pada biaya terencana yang original dari sebuah proyek atau sebuah aktifitas dan laju dari tim menyelesaikan proyek atau sebuah aktifitas pada saat tertentu. *Rate Performance (RP)* adalah ratio dari penyelesaian pekerjaan sesungguhnya terhadap persentasi dari perencanaan pekerjaan yang telah selesai pada waktu tertentu sepanjang periode pengerjaan proyek atau aktifitas.

IV. WORK BREAKDOWN STRUCTURE

Ada beberapa peneliti yang menggunakan mengusulkan WBS untuk spiral model. Antar lain Walker Royce mengusulkan pembuatan WBS dengan menggunakan elemen dari proses spiral model. Royce WBS disusun sebagai berikut [4]:

1. Tingkat 1 menunjukkan disiplin utama, biasanya dialokasikan untuk tim tunggal seperti manajemen, persyaratan definisi, analisis dan desain, atau pelaksanaan.
2. Tingkat 2 menunjukkan tahap siklus hidup, seperti awal, elaborasi, konstruksi atau transisi
3. Tingkat 3 menunjukkan kasus penggunaan tugas utama yang menghasilkan artefak utama dalam fase tertentu dan disiplin, seperti pada tahap awal untuk disiplin persyaratan.

- | |
|--|
| 1. Management |
| 2. Environment |
| 3. Requirements |
| 3.1. Inception phase requirement development |
| 3.1.1 Vision specification |
| 3.1.2 Use Case Modeling |
| 3.2. Elaboration phase requirements baselining |
| 3.2.1 Vision baselining |
| 3.2.2 Use case model baselining |
| 3.3. Construction phase requirements maintenance |
| 3.4. Transition phase requirements maintenance |
| 4. Design |
| 4.1. Inception phase requirements development |
| 4.2. Elaboration phase requirement baselining |
| 4.3. Construction phase requirements maintenance |
| 4.4. Transition phase requirement maintenance |
| ... |

Gambar 2. Sebagian Royce WBS

Royce WBS memberi panduan dasar dalam penyusunan PV piranti lunak dengan menggunakan metode spiral. Akan tetapi jika dilihat struktur WBS tersebut terlihat akan mengalami kesulitan dalam melakukan estimasi biaya pada setiap bagian dari pekerjaan, karena phase kegiatan masih terlalu abstrak dan global. Maka dibuatlah revisi untuk WBS tersebut oleh Lisa Brownsword dan Jim Smith pada tahun 2005, sebagai berikut [4]:

- | |
|--|
| 1. Inception phase [Focus = demonstrate feasible scope] |
| 1.1. Business modeling |
| 1.2. Requirements |
| 1.2.1. Vision specification |
| 1.2.2. Critical requirements modeled (e.g., use cases) |
| 1.2.3. Critical non-functional quality attributes (e.g., reliability) characterized with stakeholder consensus |
| 1.3. Analysis and design |
| 1.4. Implementation |
| 1.5. Test |
| 1.6. Deployment |
| 1.7. Configuration and change management |
| 1.8. Project management |
| 1.9. Environmen |
| 2. Elaboration phase [Focus = demonstrate valid architecture] |
| 2.1. Business modeling |
| 2.2. Requirements |
| 2.2.1. Significant use cases modeled |
| 2.2.2. Significant non-functional quality attributes characterized with stakeholder consensus |
| 2.3. Analysis and design |
| 2.4. Implementation |
| 2.5. Test |
| 2.6. Deployment |
| 2.7. Configuration and change management |
| 2.8. Project management |
| 2.9. Environmen |

<p>3. Construction phase [Focus = demonstrate initial production release]</p> <p>3.1. Business modeling</p> <p>3.2. Requirements</p> <p> 3.2.1. Remaining use cases modeled</p> <p> 3.2.2. Monitor attainment of non-functional quality attributes</p> <p>3.3. Analysis and design</p> <p>3.4. Implementation</p> <p>3.5. Test</p> <p>3.6. Deployment</p> <p>3.7. Configuration and change management</p> <p>3.8. Project management</p> <p>3.9. Environment</p>
<p>4. Transition phase [Focus = demonstrate full deployment releases]</p> <p>4.1. Business modeling</p> <p>4.2. Requirements</p> <p> 4.2.1. Update use cases as components change</p> <p> 4.2.2. Monitor attainment of non-functional quality attributes</p> <p>4.3. Analysis and design</p> <p>4.4. Implementation</p> <p>4.5. Test</p> <p>4.6. Deployment</p> <p>4.7. Configuration and change management</p> <p>4.8. Project management</p> <p>4.9. Environment</p>

Gambar 3. WBS untuk spiral model

Pada WBS diatas, sesuai dengan metode spiral yang berputar sehingga mengulang setiap fasenya. Jika diperhatikan WBS tersebut sudah cukup baik dibandingkan dengan Royce WBS. Setiap phase dipecah lagi menjadi task, sehingga memudahkan untuk perhitungan PV.

Dalam penyusunan WBS, bisa saja tidak berpatokan pada contoh atau teori yang ada. Contoh dan teori yang ada dapat dijadikan referensi saja. Penyusunan WBS dapat disesuaikan dengan kondisi proyek yang ada. Untuk lebih jelasnya, akan dibuatkan contoh WBS yang disesuaikan dengan proyek.

V. PENGUKURAN PERANGKAT LUNAK

Pengukuran dapat dipisahkan dalam dua kategori, yaitu pengukuran langsung dan pengukuran tidak langsung. Pengukuran langsung dalam proses rekayasa perangkat lunak berhubungan dengan biaya dan sumber daya yang diperlukan, misalnya: pengukuran jumlah baris kode, kecepatan eksekusi, ukuran memori,

dan kesalahan yang ditemui dalam suatu periode waktu.

Pengukuran tidak langsung dari suatu produk berhubungan dengan fungsionalitas, kualitas, kompleksitas, efisiensi, reliabilitas, dan lain sebagainya. Pengukuran secara langsung lebih mudah dilakukan, karena hasil dapat diperoleh secara langsung, sedangkan pengukuran tidak langsung lebih sulit dilakukan, karena harus melalui proses yang lebih kompleks [1].

1. Size-Oriented Metrics

Metrik berorientasi ukuran diperoleh dengan cara melakukan normalisasi ukuran kualitas dan produktivitas dengan menghitung ukuran dari perangkat lunak yang dibuat. Ukuran yang biasanya dijadikan sebagai acuan normalisasi adalah LOC (*lines of code*). Dari pengukuran jumlah LOC pada suatu perangkat lunak, dapat diperoleh:

- Kesalahan per KLOC (ribuan LOC)
- Kekurangan atau cacat pada spesifikasi per KLOC
- Harga per LOC
- Jumlah halaman dokumentasi per LOC

Selain itu, beberapa metrik yang bisa dihitung adalah:

- Kesalahan per orang-bulan
- LOC per orang-bulan
- Harga per halaman dokumentasi

2. Function-Oriented Metrics

Metrik berorientasi fungsi menggunakan ukuran fungsionalitas yang dihasilkan oleh aplikasi sebagai nilai normalisasi. Fungsionalitas tidak dapat diukur secara langsung, sehingga untuk memperolehnya digunakan pengukuran langsung terlebih dahulu, lalu hasil pengukuran

langsung tersebut digunakan sebagai masukan. Metrik berorientasi fungsi pertama kali diusulkan oleh Albrecht [1979], yang menyarankan pengukuran yang disebut *function point* (FP) [5].

VI. CONTOH PEMBUATAN WBS

Sebagai contoh perhitungan PV proyek piranti lunak, diambil sebuah judul proyek sebagai ruang lingkup pekerjaan, yaitu : Rancangan Bangun Intranet Sistem Informasi Sekolah XYZ. Langkah berikutnya adalah penyusunan WBS, yaitu dengan membagi membagi proyek tersebut menjadi phase-phase dan membagi phase-phase menjadi task. Atau dengan kata lain, membagi pekerjaan menjadi sub-sub pekerjaan yang lebih kecil. Dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 1. WBS

Rencana Anggaran Biaya
Rancang Bangun Intranet
Sistem Informasi Sekolah XYZ

No	Item Pekerjaan	Jumlah	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
I.	Persiapan				
1.1	Persiapan	x	Ls	y	x.y
1.2	Proposal	x	bundel	y	x.y
II.	Piranti Keras (<i>Hardware</i>)				
2.1	Komputer (client)	X	Unit	y	x.y
2.2	Komputer server	x	Unit	y	x.y
2.3	Kartu Jaringan	x	Buah	y	x.y
2.4	Kabel	x	m'	y	x.y

2.5	Asesoris	x	ls	y	x.y
III.	Piranti Lunak (<i>Software</i>)				
3.1	Komunikasi				
3.1.1	Rapat Rutin	x	kali	y	x.y
3.1.2	Konsultasi	x	kali	y	x.y
3.2	Perencanaan				
3.2.1	Estimasi	x	ls	y	x.y
3.2.2	Schedule	x	ls	y	x.y
3.2.3	Analisa Resiko	x	ls	y	x.y
3.3	Pemodelan				
3.3.1	Analisis	x	ls	y	x.y
3.3.2	Disain	x	ls	y	x.y
3.4	Konstruksi	x	ls	y	x.y
3.5	Deployment	x	ls	y	x.y
V.	Testing	x	ls	y	x.y
4.1	Testing Kode	x	ls	y	x.y
4.2	Testing Eksekusi	x	Ls	y	x.y
IV	Perawatan				
4.1	Perawatan Rutin	x	kali	y	x.y
4.2	Garansi	x	Bulan	y	x.y
	Total				Σ y.x
	PPh 2%	Total	x 2%		
	PPN 10%	(Total +PPh)10%		
	Profit				
	Total Harga	Total+PPh+PPN+Profit			

Tabel pembagian WBS diatas adalah format tabel yang biasa digunakan dalam pekerjaan di pemerintahan. Digunakan tabel tersebut dikarenakan lebih mudah dan cocok digunakan dalam menghitung suatu anggaran proyek. Sengaja diambil contoh proyek yang terdapat pekerjaan piranti keras, agar dalam perhitungan PV nanti dapat dibuatkan contoh analisa harga satuan untuk item pekerjaan yang memiliki biaya besar dan perlu analisa. Kemudian dalam pekerjaan piranti lunak, digunakan model pengembangan piranti lunak spiral, dimana phase-phasesnya mengikuti langkah-langkah dalam metode pengembangan piranti lunak spiral.

X pada tabel diatas adalah jumlah item pekerjaan yang akan digunakan dalam pekerjaan sebanyak unit satuan. Misal item pekerjaan 2.4 kabel, disini bisa diartikan panjang seluruh kabel yang akan digunakan

dalam proyek. Kemudian y adalah harga per satuan unit pekerjaan. Untuk item pekerjaan 2.4 adalah harga kabel per 1 meter ditambah dengan biaya pemasangan. Sehingga untuk jumlah harga item pekerjaan adalah x dikalikan dengan y .

VII. CONTOH PERHITUNGAN HARGA SATUAN PEKERJAAN

Pada bagian ini contoh perhitungan harga satuan dimasukkan dengan maksud, jika ada anggota tim yang membuat WBS tidak sama dengan contoh diatas dan menemukan item pekerjaan yang perlu dianalisis seperti item pekerjaan yang terdiri dari komponen-komponen yang kompleks, memiliki harga mahal dan sebagainya. Item pekerjaan tersebut dapat saja merupakan salah satu tahapan dalam model spiral, misal pada bagian disain. Pada WBS diatas tahapan disain dicantumkan hanya merupakan satu item pekerjaan saja, padahal jika diuraikan bisa saja terdiri dari banyak komponen, hal tersebut dapat dijelaskan pada perhitungan harga satuan yang merupakan lembar terpisah dari WBS, sehingga tidak membuat tampilan WBS menjadi rumit.

Sebagai contoh dibuat sebuah analisis harga satuan untuk sebuah komputer, karena item pekerjaan ini yang paling mudah dianalisis dan paling banyak komponennya, hal ini untuk mempermudah bagi pembuat anggaran pemula. Diasumsikan komponen komputer merakit sendiri. Jika dirasa komponen atau yang lainnya kurang dapat ditambahkan pada contoh dibawah. Terdapat beberapa unit satuan yang dipakai, seperti terdapat unit, kali (jumlah) dan ls (lumpsum) atau totalan sekali saja.

Tabel 2. Analisa Harga Satuan

Item Pekerjaan 2.1 Komputer (Client)

No	Item Pekerjaan	Jumlah	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
I. Bahan/Material/Komponen					
1.1	Monitor		unit		
1.2	Keyboard		buah		

1.3	Mouse				
1.4	System Unit				
	- Prosesor		buah		
	- motherboard		unit		
	- memori		MB		
1.5	Asesoris		ls		
1.6	Software		ls		
II. Tenaga					
2.1	Perakit		Unit		
2.2	Teknisi		Unit		
III. Alat					
3.1	Alat bantu		ls		
	Total				

Cara pengisian sama, perbedaan hanya pada total harga, pada analisa harga satuan tidak ditambahkan PPN, PPh dan profit. Karena sudah ditambahkan pada tabel 1. Kemudian harga yang didapat dimasukkan dalam tabel 1. Tidak semua item pekerjaan dibuat analisisnya, hanya yang dianggap perlu saja, misalnya karena memiliki anggaran yang besar atau penting dan memiliki bagian-bagian.

Untuk satuan kali, merupakan satuan yang menyatakan jumlah. Lumpsum menyatakan banyak sedikit pekerjaan akan dinilai tetap. Masih banyak lagi satuan unit lain yang belum tercantum dalam karya tulis ini, yang dapat dipelajari secara otodidak.

VIII. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan yang dapat diambil dari pembahasan ini adalah penyusunan cara perhitungan anggaran proyek telah berhasil dibuat secara sistematis. Cara ini dibuat sesederhana mungkin agar anggota tim yang tidak mempunyai pengalaman pun dapat membuat anggaran. Cara ini lebih mudah dibandingkan dengan metode lain, seperti misalnya menghitung harga piranti lunak dengan menggunakan LOC. Untuk saran, penyusunan cara perhitungan ini dapat dilanjutkan sampai dengan perhitungan CPI dan SPI dalam EVM, agar fungsi EVM sebagai, alat perhitungan,

control dapat dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pressman, Roger. 2010. "Software Engineering" Seven Edition, McGraw-Hill International Edition.
- [2] Boehm B, "A Spiral Model of Software Development and Enhancement", ACM SIGSOFT Software Engineering Notes", "ACM", 11(4):14-24, August 1986
- [3] Flemming, Q.W., Koppelman, J.M., "The Essence and Evolution of Earned Value", AACE Transactions, 1994.
- [4] Brownsword, Lisa dan Smith, Jim. 2005. "Using Earned Value Management (EVM) in Spiral Development. CMU/SEI-2005-TN-016.
- [5] Albrecht, A. J., *Measuring Application Development Productivity*, IBM Applications Development Symposium, Monterey, CA , 1979 , pp. 83-92

