

## Model Estimasi Anggaran dan Biaya Konstruksi Pembangunan Kapal (Studi Kasus : Hull Construction pada Kapal Tanker 6500 DWT)

Dendi Adi Saputra M<sup>1,a,\*</sup>, Triwilaswadio WP<sup>2,b</sup>, Adjar Pratoto<sup>3,c</sup>

<sup>1,3</sup>Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas Padang – Indonesia

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS Surabaya - Indonesia

<sup>a</sup>dendi\_as@ft.unand.ac.id, <sup>b</sup>triwilas@na.its.ac.id, <sup>c</sup>adjar.pratoto@ft.unand.ac.id

### Abstrak

The shipbuilding project planning requires a high accuracy to reduce the project completion delays and cost overruns. One of the planning stage is budget estimation. Budget estimation is approximation of the cost of an activity for controlling the shipbuilding cost within a specified period. The paper shows how to get new model of budget estimation for controlling the shipbuilding cost. This study begins with SWOT analysis and develop the existing models with the approach Activity-Based Budgeting (ABB) and Earned Value Analysis (EVA). The result of simulation model provides detailed information of budget and project performance based on shipbuilding activity. The model are expected to help the shipbuilding industry in Indonesia to make the budget estimation process and cost control become more easily, effectively and efficiently.

**Kata kunci :** budget estimation, shipbuilding, controlling, SWOT

### 1. Latar belakang

Estimasi anggaran biaya pembangunan kapal merupakan perencanaan alokasi biaya yang ditujukan untuk memperkirakan kebutuhan biaya pembangunan kapal dalam jangka waktu tertentu. Pada industri galangan kapal, proses perhitungan estimasi anggaran dilakukan oleh *cost estimator* yang nantinya akan menentukan nilai estimasi yang akan digunakan untuk penawaran kepada *customer* (anggaran eksternal) maupun kepada internal perusahaan yang berhubungan langsung dengan proses produksi pembangunan kapal (anggaran internal). Nilai estimasi anggaran eksternal akan selalu di evaluasi sesuai dengan tingkat perencanaan (*concept design, preliminary design, dan contract design*), [1]. Sedangkan nilai estimasi anggaran internal di evaluasi pada periode – periode pembangunan tertentu dalam rangka mengontrol biaya pembangunan kapal agar tidak melebihi nilai anggaran yang telah ditetapkan.

Secara umum, *cost estimator* melakukan estimasi anggaran dengan pendekatan *system-based*, yaitu model *wieght-driven cost*. Pendekatan ini dilakukan dengan memperkirakan anggaran biaya pembangunan kapal secara umum berdasarkan volume pekerjaan yang akan dilakukan. Hal ini dinilai cukup memadai jika galangan sudah memiliki pengalaman dalam membangun kapal dengan disain dan proses produksi yang sama. Namun, pendekatan ini akan menjadi tidak fleksibel ketika terjadi perubahan pada proses produksi, fasilitas dan teknik

manufaktur tingkat lanjut, [2]. Sulitnya menelusuri penyimpangan/varians nilai anggaran juga menjadi kendala dalam penerapan model *weight-driven cost* ini. Penyimpangan/varians nilai anggaran akan diketahui setelah produk/kapal selesai dibangun. Pada penelitian ini, dikembangkan model estimasi anggaran yang sudah ada untuk mendapatkan model estimasi anggaran yang mampu mengendalikan biaya pembangunan kapal dengan pendekatan *Activity-Based Budgeting* (ABB) dan *Earned Value Analysis* (EVA). Pendekatan ABB dan EVA dipilih karena sesuai dengan struktur perincian biaya produksi kapal berdasarkan *Product Work Breakdown Structure* (PWBS) yang berorientasi kepada produk.

### 2. Kajian Literatur

#### 2.1 Metode activity based budgeting (ABB)

Menurut James A. Brimson dan John Antos (1999) dalam Junaedy (2004) [3]; ABB adalah proses perencanaan dan pengendalian aktivitas yang diharapkan oleh perusahaan dapat menghasilkan biaya anggaran yang efektif, memenuhi beban kerja yang diramalkan, dan sesuai dengan tujuan organisasi. ABB juga merupakan perencanaan perubahan untuk memperbaiki kinerja dengan melakukan tiga elemen kunci ABB, yaitu:

1. Tipe pekerjaan yang akan dilakukan
2. Jumlah pekerjaan yang akan dilakukan
3. Biaya pekerjaan yang akan dilakukan

Proses ABB dimulai dari pelanggan. Perusahaan harus menentukan siapa pelanggannya dan apa keinginannya. Perusahaan harus mempertimbangkan pesaingnya. Kompetisi mencakup baik kompetisi langsung maupun tawaran alternatif yang mungkin bersaing dengan tawaran perusahaan lain. Perusahaan harus mengembangkan strategi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan, setelah itu manajemen memperkirakan beban kerja (*work load*) untuk dapat menentukan tingkat penjualan. Ramalan penjualan sering mencakup produk/jasa, pasar baru dan juga perubahan dalam strategi.

## 2.2 Metode earned value analysis (EVA)

*Earned value analysis* merupakan suatu metode pengendalian yang digunakan untuk mengendalikan biaya dan jadwal secara terpadu. Konsep *earned value* menyajikan tiga dimensi yaitu penyelesaian fisik dari proyek (*the percent complete*) yang mencerminkan rencana penyerapan biaya (*budgeted cost*), biaya aktual yang sudah dikeluarkan atau yang disebut dengan *actual cost* serta apa yang yang didapatkan dari biaya yang sudah dikeluarkan atau yang disebut *earned value*. Pengembangan konsep *earned value analysis* sangat banyak ditemukan pada jurnal – jurnal manajemen proyek baik nasional maupun internasional. Soemardi et al., 2006[4], mengemukakan konsep *earned value* untuk pengelolaan proyek konstruksi, pada penelitian yang dilakukannya, disimpulkan bahwa penerapan konsep *earned value* pada proyek konstruksi secara umum (proyek sipil) perlu dikembangkan lebih lanjut. Lipke et al., 2009 [5] merumuskan konsep *earned value management* dan *earned schedule indexes* untuk memprediksi output dari sebuah proyek kedalam sebuah metode statistik. Sedangkan Chou et al., 2010[6], mengembangkan sistem *earned value management* berbasis web yang digunakan untuk menilai kinerja sebuah proyek.

## 3. Metodologi

Adapun metodologi yang digunakan dalam penelitian ini, pertama adalah menggali informasi dari tingkat kepentingan *cost estimator* terhadap konsep estimasi anggaran yang diterapkan pada galangan kapal dengan cara wawancara (*interview*) dan membandingkannya (*benchmarking*). Tahap selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan analisa SWOT terhadap model eksisting/model yang sudah ada. Analisa SWOT dilakukan untuk melihat faktor eksternal (peluang dan tantangan) dan faktor internal (kekuatan dan kelemahan) dari model-model estimasi anggaran yang ada sehingga akan

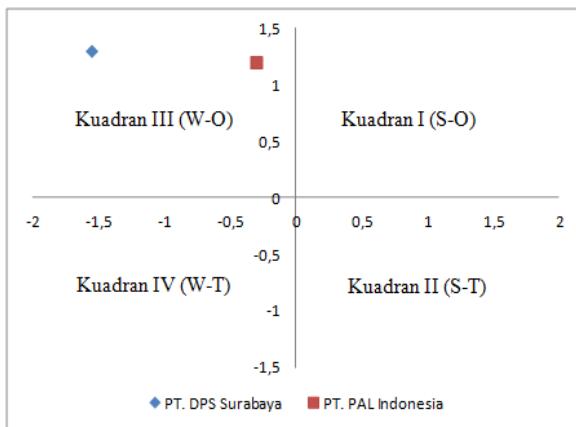
menghasilkan isu-isu strategis yang timbul akibat hasil titik pertemuan faktor internal dan faktor eksternal. Isu-isu strategis dijadikan tolak ukur untuk mengembangkan atau tetap menggunakan model yang sudah ada. Jika diperlukan pengembangan model, maka tahap selanjutnya yang dilakukan adalah formulasi model yang akan dikembangkan. Formulasi dilakukan dengan tujuan untuk merumuskan kebutuhan galangan (*customer*) yang akan menjadi atribut model. Setelah formulasi model dilakukan maka dilakukan tahap disain konseptual yaitu tahap perancangan konsep solusi untuk model yang dikembangkan. Pada tahap ini ditawarkan metode-metode yang akan digunakan dalam model. Pemilihan metode dilakukan berdasarkan karakteristik produk model yang dikembangkan. Fase selanjutnya adalah fase *embodiment design*, tawaran konsep solusi yang ditetapkan pada tahap disain konseptual diwujudkan kedalam bentuk arsitektur model. Arsitektur model ini dikembangkan menjadi sebuah prototipe yang nantinya diuji validasinya ke *customer* (galangan). Umpaman balik dari *customer* dijadikan sebagai langkah perbaikan model agar model dapat diterapkan pada industri galangan kapal.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Hasil analisa SWOT

Berikut disajikan hasil dari analisa SWOT model estimasi anggaran biaya pembangunan kapal yang diperoleh dari galangan kapal nasional. Data SWOT kualitatif didapatkan berdasarkan data primer yang diberikan oleh galangan, yang kemudian diterjemahkan kedalam data SWOT kuantitatif untuk melihat posisi galangan dalam menggunakan model estimasi anggaran biaya pembangunan kapal.

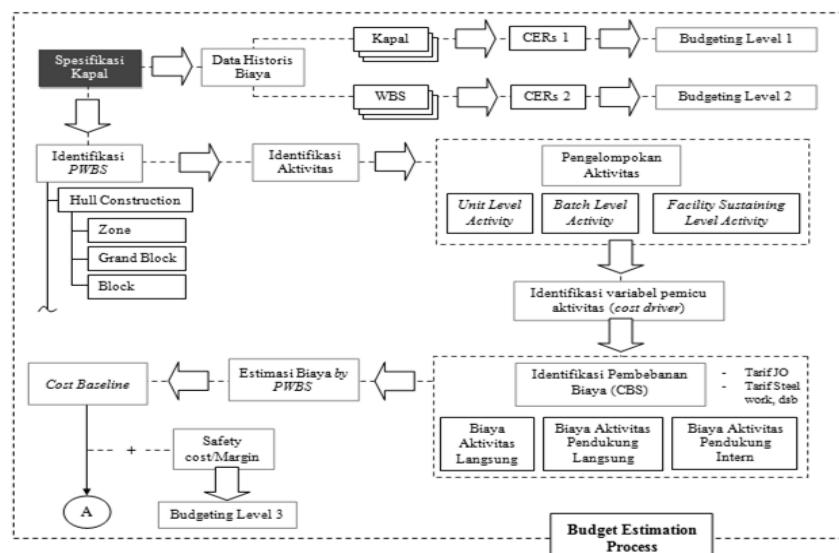
Dari Gambar 1 dapat diperhatikan, posisi galangan dalam melakukan proses estimasi berada dalam Kuadran III Kelemahan-Peluang (W-O). Isu strategis yang timbul adalah untuk melakukan perubahan strategi/metode dalam melakukan proses estimasi. Dengan meminimalkan kelemahan dan memanfaatkan peluang yang ada yaitu menggunakan pendekatan berdasarkan aktivitas untuk mengestimasi anggaran biaya pembangunan kapal. Data-data kedua perusahaan galangan terkait dengan data SWOT kuantitatif tidak diijinkan untuk ditampilkan.



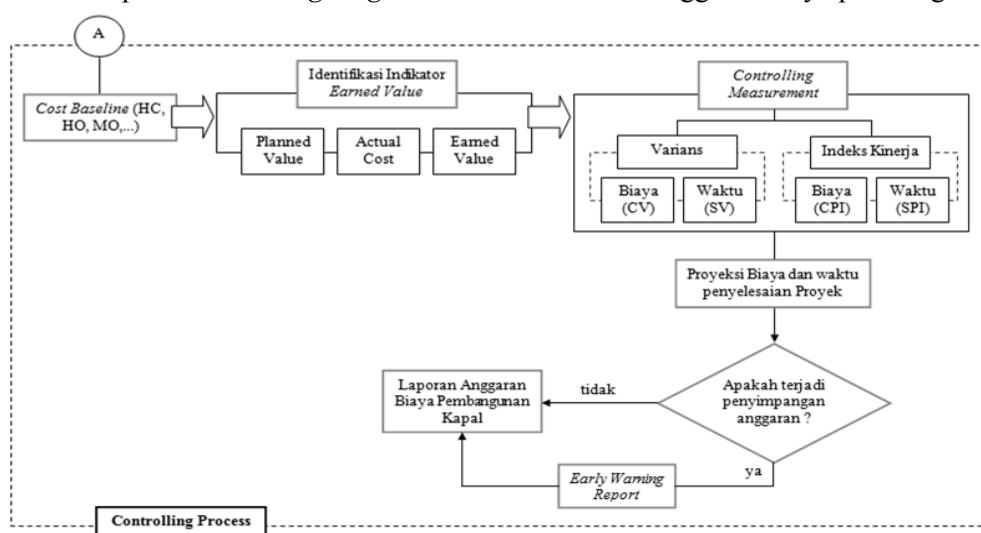
Gambar 1. Hasil analisa SWOT model estimasi anggaran biaya pembangunan kapal dengan pendekatan kuantitatif (sumber : data diolah)

## 4.2 Model estimasi anggaran biaya pembangunan kapal

Berdasarkan isu strategis yang didapatkan dari analisa SWOT, maka diperlukan perubahan startegi untuk model estimasi anggaran biaya pembangunan kapal. Diperlukan model yang mampu mengendalikan biaya berdasarkan aktivitas, sehingga laju peembangunan fisik dan biaya kapal dapat dilakukan dengan mudah. Dari disain konseptual dirumuskan bahwa metode *Activity Based Budgeting* (ABB) dan *Earned Value Analysis* (EVA) dapat diterapkan dalam model. Hal ini didasarkan pada karakteristik produk kapal yang akan dibangun.



Gambar 2. Alur proses fitur *Budgeting* dalam model estimasi anggaran biaya pembangunan kapal



Gambar 3. Integrasi metode EVA dalam model

Integrasi metode ABB dan EVA dalam model, dikelompokkan menjadi 2 fitur utama

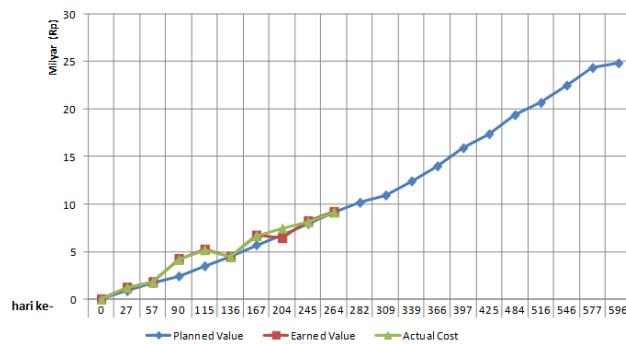
yaitu fitur *budgeting* dan *controlling*. Fitur *Budgeting* merupakan fasilitas untuk

mengestimasi anggaran dengan menggunakan pendekatan metode ABB. Alur proses fitur *budgeting* dapat dilihat pada Gambar 2 diatas.

Sedangkan fitur *Controlling*, digunakan untuk mengetahui kinerja proyek yang dilakukan dari segi biaya dan waktu pelaksanaan proyek berdasarkan pendekatan metode EVA. Dengan adanya fitur ini, pengendalian biaya pada saat pembangunan kapal berlangsung dapat dilakukan. Ilustrasi penerapan metode EVA dalam model dapat dilihat pada Gambar 3.

#### 4.3 Simulasi model

Sebelum melakukan simulasi, diperlukan data progress fisik pembangunan kapal yang sedang berlangsung untuk mengetahui kinerja proyek dan nantinya akan diproyeksikan kedalam estimasi biaya dan waktu penyelesaian proyek pembangunan kapal. Pada Gambar 4, disajikan progress fisik pembangunan kapal (*hull construction*) yang diintegrasikan dengan kurva *earned value*. Gambar 4 merupakan kurva "S" yang menunjukkan progres pembangunan *hull construction* (HC) sebuah kapal Tanker. Estimasi biaya penyelesaian pembangunan HC diperkirakan mencapai Rp. 24 miliar dengan jangka waktu penyelesaian sekitar 596 hari kerja. Kurva S diatas memberikan informasi status proyek saat pelaporan pada hari ke -264 menunjukkan kinerja masih dalam nilai yang direncanakan (*planned value*). Fluktuasi progres fisik dan progres biaya yang harus menjadi perhatian oleh galangan adalah pada hari pelaporan ke-57 dan hari ke-204.



Gambar 4. Kurva "S" progress fisik, varians biaya dan waktu pelaksanaan pembangunan *hull construction* kapal tanker 6500 DWT PT. ABC pada hari pelaporan ke-264

Pada Tabel 1 dapat diperhatikan bahwa pada hari pelaporan ke-57, pekerjaan fisik kapal melewati dari target jadwal yang direncanakan. Namun, dari segi progress biaya pada hari tersebut, proyek mengalami *over budget* dengan nilai Rp. 42 juta. Pada hari pelaporan ke-90, progres fisik dan biaya sudah dapat dikontrol kembali, dan kondisi ideal ditemukan pada hari pelaporan ke-136, dimana kinerja biaya dan pembangunan HC dilaksanakan tepat waktu dan tepat anggaran (*on schedule on budget*).

Peringatan penting (*early warning report*) muncul pada hari pelaporan ke-204, dimana status kinerja proyek dan biaya berada dibawah dari target yang direncanakan. Warning inilah yang harus ditindak lanjuti oleh galangan. Penyebab dari turunnya kinerja proyek dan biaya ini biasanya dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya yaitu terjadinya pengulangan kerja (*rework*), lebur yang berlebihan, keterlambatan datangnya material, kerusakan mesin-mesin produksi dan lain sebagainya.

Tabel 1. Status kinerja biaya dan waktu pembangunan *hull construction*

Bulan ke -	Hari ke -	PV (Rp. Juta)	EV (Rp. Juta)	AC (Rp. Juta)	CV = EV - AC (Rp. Juta)	SV = EV - PV (Rp. Juta)	CPI = EV/AC	SPI = EV/PV	ETC (Rp. Juta)	EAC (Rp. Juta)	Sisa Waktu (hari)	ETS (hari)	EAS (hari)	Warning
1	27	872	1.240	1.217	23	368	1,02	1,42	23.129	24.347	569	19	588	Ahead of schedule Under Budget
2	57	1.747	1.788	1.830	(42)	42	0,98	1,02	23.547	25.378	539	56	595	Ahead of schedule Over Budget
3	90	2.415	4.216	4.176	39	1.801	1,01	1,75	20.391	24.567	506	52	558	Ahead of schedule Under Budget
4	115	3.477	5.208	5.202	6	1.731	1,00	1,50	19.570	24.772	481	77	558	Ahead of schedule Under Budget
5	136	4.456	4.456	4.456	-	-	1,00	1,00	20.343	24.799	460	136	596	On schedule On Budget
6	167	5.693	6.696	6.679	17	1.003	1,00	1,18	18.058	24.737	429	142	571	Ahead of schedule Under Budget
7	204	6.707	6.456	7.456	(1.000)	(251)	0,87	0,96	21.184	28.640	392	212	604	Behind schedule Over Budget
8	245	7.939	8.184	8.128	56	245	1,01	1,03	16.502	24.630	351	238	589	Ahead of schedule Under Budget
9	264	9.139	9.176	9.139	37	37	1,00	1,00	15.561	24.700	332	263	595	Ahead of schedule Under Budget

Sumber : data diolah

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan beberapa kajian yang telah dilakukan melalui analisa SWOT, didapatkan model estimasi anggaran yang lebih sistematis, realistik dan rinci dalam mengendalikan biaya pembangunan kapal. Pendekatan yang digunakan dalam model yang dikembangkan adalah metode *Activity-Based Budgeting* (ABB) untuk melakukan fungsi estimasi anggaran. Sedangkan untuk pengendalian biaya pembangunan kapal digunakan pendekatan konsep *earned value analysis*. Prototipe yang dikembangkan telah memenuhi fungsionalitas disain. Namun, pengembangan lebih lanjut dengan penerapan sistem *decision making* (DSS) akan membuat model ini lebih sempurna dan bermanfaat bagi industri galangan kapal.

## Referensi

- [1] Eyres, D.J. (2001), *Ship Construction Sixth Edition*. Butterworth-Heinemann, Jordan Hill. OXFORD.
- [2] Ennis, Kristina Jasaitis et. al. (1997), *Product-Oriented Design and Construction Model*, SNAME.
- [3] Junaedy, Ismail. (2004), *Identifikasi Penyebab Terjadinya Pemnyimpangan Biaya (Cost Overrun) dalam Pengelolaan Biaya Subkontraktor pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung Bertingkat di Jabodetabek*. Tesis, M.T. Univ. Indonesia. Jakarta
- [4] Soemardi, B.W., Wirahadikusumah, R.D, Abduh, M., (2006). “*Pengembangan Sistem Earned Value untuk Pengelolaan Proyek Konstruksi di Indonesia*”, Laporan Hasil Riset, ITB.
- [5] Lipke, Walt et al., (2009). *Prediction of project outcome The application of statistical methods to earned schedule performance indexes*, Journal of Project Management, Elsevier 27, p. 400-407.
- [6] Chou, Jui-Sheng et al., (2010). *Visualized EVM system for assessing project preformance*, Journal of Automation in Construction, Elsevier 19, p. 596-607.