

**PENERAPAN KONSEP *EARNED VALUE METHOD* SEBAGAI ALAT UKUR
KINERJA BIAYA DAN JADWAL PADA PEKERJAAN BEKISTING
(Studi kasus :Proyek Pembangunan The Rimba Ayana Hotel oleh
PT Anda Jaya Perkasa)**

***APPLICATION of EARNED VALUE METHOD CONCEPT for COST and SCHEDULE
PERFORMANCE MEASUREMENT on FORMWORK
(Case Studies on The Rimba Ayana Hotel Construction Project by PT Anda Jaya Perkasa)***

Sandi Prasetya¹⁾, Nasir Widha Setyanto²⁾, Ceria Farel Mada Tantrika³⁾

Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: sandi.prasetya@hotmail.com¹⁾, nazzyr.lin@ub.ac.id²⁾, ceria_fmt@ub.ac.id³⁾

Abstrak

Penelitian ini merupakan penerapan sebuah tools perencanaan dan pengendalian pada proyek dengan menggunakan Earned Value Method yang tidak digunakan oleh PT Anda Jaya Perkasa. Metode yang digunakan adalah melakukan pengukuran kinerja biaya dan jadwal dari proyek, penentuan akar penyebab masalah pembengkakan biaya dan keterlambatan penyelesaian, dilanjutkan dengan melakukan rescheduling sebagai rencana perbaikan. Hasil penelitian ini diketahui proyek mengalami cost overrun dan schedule underrun di setiap periode pelaksanaan. Penyebab utama masalah keterlambatan proyek adalah hujan yang mengakibatkan area kerja menjadi tidak siap dilaksanakan pekerjaan bekisting, pengiriman material yang terhambat oleh akses jalan dan pengambilalihan pekerjaan oleh kontraktor utama. Penyebab utama masalah pembengkakan biaya adalah pembelian part system yang seharusnya menggunakan rental, harga kayu di lapangan lebih tinggi dari anggaran, perubahan gambar yang menyebabkan material tidak bisa digunakan lagi dan tenaga kerja yang meminta dibayar harian. Jika volume proyek tetap 50.000m² formulasi dengan EVM menunjukkan total pengeluaran di akhir proyek sebesar Rp 5.307.057.653, dengan estimasi waktu penyelesaian proyek 38 hari kerja dari periode akhir penelitian. Jika volume pekerjaan seperti saat identifikasi ulang pekerjaan sebesar 47.722,60 m², maka prediksi total pengeluaran diakhir proyek adalah Rp 5.065.331.377 dan estimasi waktu penyelesaian proyek 44 hari kerja. Setelah dilakukan penjadwalan ulang dengan PDM didapatkan total pengeluaran di akhir proyek sebesar Rp 5.048.545.894 dengan estimasi waktu penyelesaian 59 hari kerja dari periode akhir penelitian.

Kata Kunci: Manajemen Proyek, Bekisting, EVM, PDM, Estimasi biaya penyelesaian, Estimasi waktu penyelesaian

1. Pendahuluan

PT Anda Jaya Perkasa (PT AJP) merupakan perusahaan spesialis pekerjaan bekisting (*formwork*), pada penelitian ini menangani proyek pembangunan *The Rimba Ayana Hotel* sebagai sub kontraktor pekerjaan bekisting. Proyek yang direncanakan 3,5 bulan sampai dengan penelitian berakhir bulan ke 5 progres pekerjaan baru mencapai 80,69% dari volume kontrak 50.000 m². Ketidaksihesuaian rencana dengan pelaksanaan di lapangan, seperti penyimpangan aktual biaya dan waktu yang tidak sesuai rencana menunjukkan lemahnya manajemen proyek sebagai fungsi kontrol dan pengendalian.

Dilihat dari model perencanaan yang digunakan PT AJP membuat perencanaan menggunakan *schedule* tangga monyet yang

kurang informatif mengenai pekerjaan mana yang perlu mendapat perhatian khusus dan tidak adanya informasi mengenai pemakaian tenaga kerja. Pada tahap kontrol PT AJP hanya dibekali kurva-s, Menurut Suanda (2011) kuvas sudah banyak digunakan pada kebanyakan kontraktor lokal, namun informasi yang diberikan hanya sebatas hubungan sederhana antara biaya aktual dan biaya rencana.

Penerapan *Earned Value Method* (EVM) merupakan salah satu *tools* yang dapat menunjukkan kinerja biaya dan waktu proyek. Mengelola biaya menggunakan EVM atau dalam bukunya Kerzner (2008) menyebutkan *Earned Value Analysis* (EVA) sama dengan “*managing with open eyes*” karena manajer dapat dengan jelas melihat apa yang

direncanakan dan apa yang dilakukan dengan aktual biaya.

Dengan diadakannya penelitian ini diharapkan PT Anda Jaya Perkasa dapat mengetahui kinerja waktu dan jadwal selama proyek berlangsung, mengetahui penyebab masalah *cost overrun* dan *schedule underrun*, mengetahui perkiraan waktu dan biaya total penyelesaian proyek berdasarkan estimasi dengan formulasi EVM dan PDM, rencana anggaran yang akan dikeluarkan tiap periode penyelesaian proyek dan serta strategi untuk meminimumkan kerugian.

2. Metode Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah.

Pada tahap ini dilakukan pengamatan kondisi riil di lapangan dalam pelaksanaan proyek. Setelah itu memahami permasalahan yang terjadi berdasarkan pengamatan yang dilakukan dengan mempelajari teori-teori ilmiah yang berkaitan dengan pengamatan (studi literatur).

2. Perumusan masalah.

Tahap ini merupakan hasil dari tahap identifikasi masalah yang telah diperoleh, digunakan sebagai acuan dalam menentukan rumusan masalah yang menjadi fokus penelitian.

3. Pengumpulan data.

Untuk pengumpulan data, diambil data-data yang relevan sebagai sumber data penerapan konsep EVM. Data ini meliputi anggaran proyek (*budget of project*), Volume Pekerjaan, Laporan Kemajuan Proyek dan Jadwal Rencana.

4. Aplikasi EVM.

EVM atau konsep dasar nilai hasil dapat digunakan untuk menganalisis kinerja seperti : *Cost Performance Index* (CPI) dan *Schedule Performance Index* (SPI) dan melakukan perkiraan seperti: *Estimate at Completion* (EAC) *Variance to Completion* (VAC). Dalam EVM digunakan 3 indikator yaitu *Budget Cost Work Schedule* (BCWS), *Budget Cost Work Performed* (BCWP) dan *Actual Cost Work Performed* (ACWP).

5. Analisa Sebab Akibat *Schedule Underrun* dan atau *Cost Overrun*.

Dengan mengetahui nilai CPI dan SPI maka akan diketahui kondisi proyek, apakah mengalami keterlambatan dan atau mengalami *over budget*. Analisa untuk

mencari akar penyebab masalah ini digunakan *tree diagram*.

6. Penjadwalan ulang dengan PDM dan Estimasi.

Setelah mengetahui kondisi perusahaan secara pengeluaran proyek dan jadwal proyek, tentunya diperlukan langkah-langkah perbaikan. Langkah perbaikan dalam penelitian ini adalah melakukan penjadwalan ulang dan mengestimasi kembali pengeluaran proyek sampai dengan penyelesaian proyek.

3. Hasil & Pembahasan

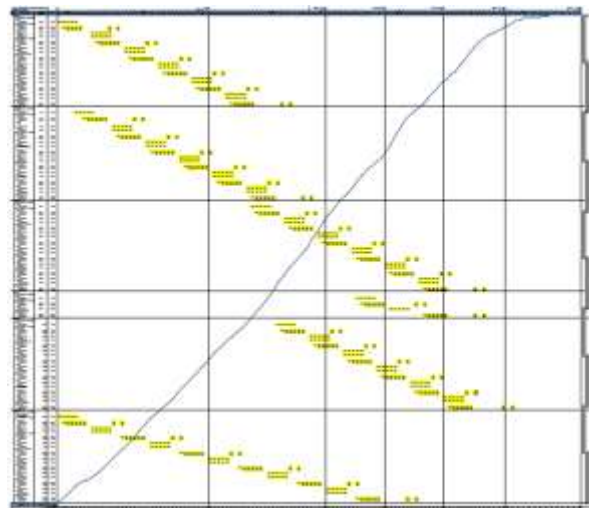
3.1 Aplikasi EVM

Berikut ini dijelaskan mengenai BCWS, BCWP, ACWP dan Analisa Indeks Kinerja hasil perhitungan ketiga indikator.

3.1.1 *Budget Cost Work Schedule (BCWS)*

Menurut Soeharto (1997) BCWS merupakan anggaran dari suatu pekerjaan yang disusun berdasarkan jadwal pekerjaan. BCWS dalam penelitian ini didapatkan dengan mengolah informasi jadwal yang telah dibuat PT Anda Jaya Perkasa (lihat lampiran 1) dan anggaran proyek sebesar Rp 4.250.000.000. Langkah-langkah untuk membuat kurva-S perencanaan yaitu:

1. Menghitung bobot pekerjaan dari tiap-tiap pekerjaan, bobot pekerjaan merupakan persentase tiap-tiap pekerjaan terhadap penyelesaian keseluruhan pekerjaan
2. Memberikan bobot pada tiap-tiap pekerjaan sesuai dengan *schedule* harian yang telah dibuat PT AJP berdasarkan *schedule* tangga monyet dimana dilaksanakan pekerjaan tersebut.



Gambar 1. Kurva S Perencanaan

Hasil dari penggambaran kurva S dapat diketahui bahwa penyelesaian proyek selesai pada hari ke-109. Karena proyek ini sudah berjalan dibuatlah periode pelaporan proyek, dimana diakhir periode PT AJP melakukan pengajuan progres pekerjaan kepada *main contractor* sebagaimana tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Tanggal Periode Perencanaan Proyek

	Hari ke-	Periode Tanggal	Bobot Rencana(%)
Per.1	37	25Sep'12–31Okt'12	31,59
Per.2	65	01Nov'12–28Nov'12	32,02
Per.3	79	29Nov'12–12Des'12	16,55
Per.4	93	13Des'12–26Des'12	14,17
Per.5	107	27Des'12–9Jan'13	5,38
Per.6	109	10Jan'13–23Jan'13	0,29

Dengan melakukan pembuatan kurva-s dapat diketahui persen bobot rencana dari proyek ini. Perhitungan rencana anggaran merupakan perkalian dari persentase bobot rencana yang sudah disusun dalam kurva-S. Tabel 2 merupakan rekapitulasi BCWS pada tiap periode perencanaan.

Tabel 2. Rekapitulasi *Budget Cost Work Schedule* (BCWS)

	Bobot Rencana (%)	BCWS (Rp)	Kumulatif BCWS (Rp)
Per. 1	31,59	1.342.408.244	1.342.408.244
Per. 2	32,02	1.360.975.279	2.703.383.522
Per. 3	16,55	703.328.583	3.406.712.105
Per. 4	14,17	602.213.873	4.008.925.979
Per. 5	5,38	228.612.067	4.237.538.045
Per. 6	0,29	12.461.955	4.250.000.000

Dari Tabel 2 menginformasikan bahwa proyek direncanakan akan selesai dalam 6 periode pelaporan selama, dengan nilai proyek sebesar Rp 4.250.000.000

3.1.2 *Budget Cost Work Performed* (BCWP)

BCWP merupakan kemajuan fisik aktual yang dihitung berdasarkan anggaran yang dialokasikan. Menurut Soeharto (1997) *earned value* atau konsep nilai hasil adalah konsep menghitung besarnya biaya yang menurut anggaran sesuai dengan pekerjaan yang telah diselesaikan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai hasil (Soeharto, 1997):

$$\text{Nilai hasil} = \% \text{ Penyelesaian} \times \text{Anggaran (pers. 1)}$$

Data yang digunakan adalah dokumen pengajuan progres pekerjaan yang dibuat PT AJP kepada *main contractor*. Hasil dari perhitungan *earned value* atau dalam penelitian

ini disebut sebagai BCWP dapat ditabelkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi *Budget Cost Work Performed* (BCWP)

	Realisasi Kumulatif (%)	Kumulatif BCWP (Rp)
Per. 1	7,45	316.517.062
Per. 2	21,47	912.287.628
Per. 3	37,20	1.580.889.977
Per. 4	43,16	1.834.305.111
Per. 5	47,22	2.006.991.665
Per. 6	55,72	2.367.992.614
Per. 7	62,64	2.662.159.763
Per. 8	69,18	2.940.313.763
Per. 9	77,41	3.289.887.312
Per. 10	80,69	3.429.330.662

Tabel 3 menginformasikan bahwa proyek tidak berjalan sesuai rencana sejak diawal periode. Proyek yang rencananya selesai pada periode-6 aktual realisasi pekerjaannya baru mencapai 55,72%. Proyek berlanjut sampai dengan akhir penelitian yaitu periode-10 aktual realisasi pekerjaannya sebesar 80,69%.

3.1.3 *Actual Cost Work Performed* (ACWP)

Menurut Soeharto (1997) ACWP adalah jumlah biaya aktual dari pekerjaan yang telah dilaksanakan, yang diperoleh dari data-data akuntansi atau keuangan proyek pada tanggal pelaporan. Biaya aktual proyek yang dikeluarkan PT AJP ini meliputi *system, material, labour, transport* dan *overhead*. Tabel 4 menunjukkan rekapitulasi ACWP pada tiap periode.

Tabel 4. Rekapitulasi *Actual Cost Work Performed* (ACWP)

	Realisasi Kumulatif (%)	Kumulatif ACWP (Rp)
Per. 1	1.427.314.600	1.427.314.600
Per. 2	729.410.089	2.156.724.689
Per. 3	599.731.817	2.756.456.506
Per. 4	110.070.723	2.866.527.229
Per. 5	252.087.119	3.118.614.348
Per. 6	269.631.890	3.388.246.238
Per. 7	325.915.184	3.714.161.422
Per. 8	172.221.001	3.886.382.423
Per. 9	321.786.100	4.208.168.523
Per. 10	74.101.400	4.282.269.923

3.1.4 *Analisa Varians Biaya dan Varians Jadwal*

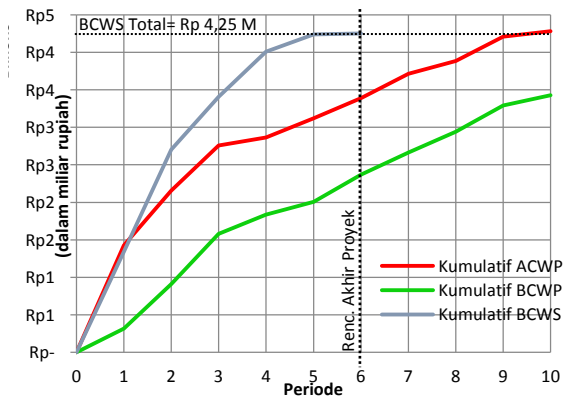
Menurut Soeharto (1997) analisis pada varians biaya terpadu atau *cost variance* (CV) dan Varians jadwal terpadu atau *schedule variance* (SV) merupakan perbaikan dari metode varians sederhana yang analisisnya tidak mencakup integrasi antara biaya dengan

jadwal. Untuk mengatasi ini digunakanlah EVM yang mengintegrasikan tiga indikator BCWS, BCWP dan ACWP yang telah disebutkan pada sub bab sebelumnya.

Persamaan yang digunakan untuk mendapat nilai varians (Soeharto, 1997):

$$CV=BCWP-ACWP \quad (\text{Pers. 2})$$

$$SV=BCWP-BCWS \quad (\text{Pers. 3})$$



Gambar 2. Grafik Kinerja Biaya dan Waktu

Pada Gambar 2 kurva BCWS adalah kurva anggaran rencana dimana pada akhir proyek, bila sesuai rencana, maka total anggaran proyek adalah sebesar Rp 4.250.000.000 dengan durasi proyek selesai pada periode-6.

Di akhir penelitian atau periode-10 teridentifikasi bahwa kurva BCWP berada di bawah kurva BCWS, sehingga dapat disimpulkan proyek mengalami keterlambatan (*schedule underrun*). Kurva ACWP berada di atas kurva BCWP menunjukkan bahwa pembiayaan aktual proyek telah melebihi biaya yang dianggarkan (*cost overrun*). Nilai hasil pada periode-10 ($BCWP^{10th}$) sebesar Rp 3.429.330.662, sehingga terjadi pengeluaran yang berlebihan (CV) sebesar Rp 852.939.261 dan defisit sebesar Rp 32.269.923 dari anggaran biaya. Nilai Varians Jadwal pada periode-10 (SV)= -Rp 820.669.338 < 0, jadwal aktual lebih lambat dari jadwal rencana (*schedule underrun*).

Bila keadaan ini tidak diantisipasi, kondisi proyek akan bertambah parah, dimana waktu penyelesaian serta biaya yang dibutuhkan makin besar. Oleh karena itu dilakukan usaha untuk memprediksi progres proyek di masa mendatang, caranya dengan menghitung nilai *time estimate* (TE) yaitu perkiraan penyelesaian proyek dan *estimate at*

completion (EAC) yaitu estimasi biaya di akhir proyek.

3.1.5 Indeks Produktivitas dan Kinerja

Dalam analisa kinerja proyek ini akan dihitung kinerja proyek secara biaya (*cost performance indicator*) dan kinerja proyek secara jadwal (*schedule performance indicator*).

Untuk melakukan estimasi dibutuhkan perhitungan indeks kinerja secara biaya dan waktu, persamaan yang digunakan adalah:

$$CPI = \frac{BCWP}{ACWP} \quad (\text{Pers. 4})$$

$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS} \quad (\text{Pers. 5})$$

Hasil dari perhitungan kinerja biaya dan waktu dalam CPI dan SPI ditunjukkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 5. Nilai kinerja proyek dalam CPI dan SPI

	SPI		Keterangan
	CPI	SPI	
Per. 1	0,222	0,236	Cost overrun & Schedule underrun
Per. 2	0,423	0,337	Cost overrun & Schedule underrun
Per. 3	0,574	0,464	Cost overrun & Schedule underrun
Per. 4	0,640	0,458	Cost overrun & Schedule underrun
Per. 5	0,644	0,474	Cost overrun & Schedule underrun
Per. 6	0,699	0,557	Cost overrun & Schedule underrun
Per. 7	0,717	0,626	Cost overrun & Schedule underrun
Per. 8	0,757	0,692	Cost overrun & Schedule underrun
Per. 9	0,782	0,774	Cost overrun & Schedule underrun
Per. 10	0,801	0,807	Cost overrun & Schedule underrun

3.1.6 Estimasi Biaya dan Waktu Penyelesaian Proyek

Setelah mengetahui indeks kinerja biaya dan waktu, kemudian bisa dilanjutkan dengan perhitungan estimasi biaya dan waktu penyelesaian proyek. Persamaan yang digunakan untuk menghitung estimasi biaya penyelesaian proyek *Estimation at Completion* (EAC) persamaanya adalah:

$$EAC = ACWP + \left[\frac{BAC - BCWP}{CPI} \right] \quad (\text{Pers. 6})$$

Dimana anggaran atau *budget at completion* tidak berubah sebesar Rp 4.250.000.000, maka hasil estimasi biaya penyelesaian proyek atau *estimate to completion* (ETC) dilihat dari akhir penelitian periode-10 adalah

$$=Rp 4.282.269.923 + \left[\frac{Rp 4.250.000.000 - Rp 3.429.330.662}{0,801} \right]$$

$$=Rp 5.307.057.653$$

Hasil perhitungan EAC menyebutkan bahwa proyek akan mengalami penambahan anggaran menjadi Rp 5.307.057.653 atau penambahan sebesar

$$=100\% - \left[\frac{Rp 5.307.057.653}{Rp 4.250.000.000} \times 100\% \right] = -24,87\%$$

Untuk menghitung estimasi waktu penyelesaian proyek *time estimation* (TE) digunakan persamaan sebagai berikut.

$$TE = ATE + \left[\frac{OD - (ATE \times SPI)}{SPI} \right] \quad (\text{Pers. 4})$$

Original duration (OD) adalah waktu perencanaan awal yang diketahui dari schedule awal sebesar 109 hari, dan *actual time expended* (ATE) waktu aktual sampai dengan periode-10 sebesar 173 hari. Hasil perhitungan estimasi waktu penyelesaian proyek atau *time estimation* (TE) dilihat dari akhir penelitian periode-10 adalah

$$=173 + \left[\frac{109 - (173 \times 0,807)}{0,807} \right] = 210,931 \sim 211 \text{ hari}$$

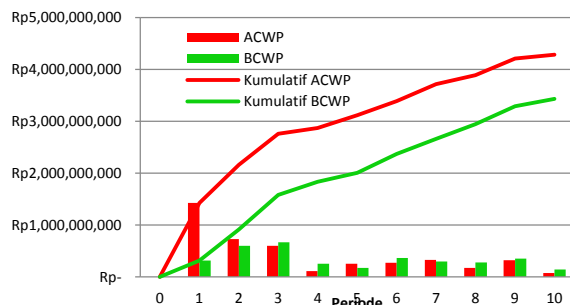
Hasil perhitungan estimasi waktu menyebutkan bahwa proyek akan mundur selama 211 hari atau kurang 38 hari.

3.2 Analisa Sebab Akibat Cost Overrun dan Schedule Underrun

Berikut ini akan dianalisa penyebab masalah cost overrun dan schedule underrun proyek dengan menggunakan tree diagram.

3.2.1 Analisa Cost Overrun

Dalam konsep EVM, *cost overrun* yang terjadi merupakan kumulatif selisih anggaran dengan aktual yang dikeluarkan. Gambar 3 menunjukkan grafik *cost overrun* yang dilihat dari ACWP dan BCWP penyebab *cost overrun*.



Gambar 3. Grafik *Cost Overrun* dalam ACWP dan BCWP

Dari Gambar 3 terlihat pengeluaran berlebihan terjadi pada periode-1, periode-3, periode-5 dan periode-7.

Dengan membandingkan rencana anggaran dan aktual pengeluaran pada tiap periode yang terjadi *cost overrun* dapat dilihat bahwa pengeluaran terbesar proyek ada pada *system consumable part*, *material timber* dan *labour*, *overhead personil*. Berikut ini diberikan *tree diagram* untuk mengetahui akar penyebab masalah *cost overrun* pada ke-3 komponen biaya tersebut diatas.



Gambar 4. Tree Diagram *Cost Overrun*

Terdapat beberapa kendala penyebab *cost overrun* diantaranya adalah:

1. Harga *hollow* yang lebih tinggi, dan pembelian beberapa *part system* yang seharusnya menggunakan rental.
2. Harga material *plywood* dan *timber* aktualnya lebih tinggi dari yang dianggarkan dan *consumable material* yang tidak terencana dengan baik.
3. Tenaga kerja meminta dibayar harian, karena volume kerja yang sedikit dan upah borong dibayar diatas nilai yang sudah dianggarkan.
4. Pembelian mesin-mesin menggunakan budget proyek, karena PT AJP tidak memiliki mesin sebagai modal kerja.

3.2.2 Analisa Schedule Underrun

Hasil wawancara dengan manajer proyek didapatkan beberapa kendala yang menjadi penyebab keterlambatan proyek, sebagaimana ditunjukkan dalam *tree diagram* pada Gambar 5.



Gambar 5. Tree Diagram Schedule Underrun

Terdapat beberapa kendala penyebab *schedule underrun* diantaranya adalah:

1. Lahan yang terlambat dibuka akibat musim hujan yang terjadi dari Oktober 2012 – Desember 2012.
2. Pindahkan material secara manual karena *tower crane* tidak menjangkau pemindahan
3. Material banyak yang rusak karena perubahan desain, material tidak tersedia karena pengiriman terlambat
4. Pengambilalihan pekerjaan Tower E oleh pihak *main contractor*, karena material terpakai untuk pekerjaan lain dan kekurangan tenaga kerja yang mengakibatkan progres Tower E lambat.

3.3 Identifikasi Pekerjaan

Dengan melihat dokumen-dokumen perencanaan dapat dilihat pekerjaan-pekerjaan yang belum diselesaikan, diantaranya:

1. Tangga A (293,03 m²)
2. Tangga Connecting A-B (958,34 m²)
3. Tangga Connecting B-C (765,67 m²)
4. Kolom Tower D (193,17 m²)
5. Kolom Loading Dock (117,52 m²)
6. Chinese Restaurant (5049,81 m²)

Setelah mengidentifikasi pekerjaan yang belum diselesaikan ternyata volume proyek berkurang yang pada awal kontrak 50.000 m² menjadi 47.722,60 m². Selanjutnya membuat *Work Breakdown Structure* (WBS) dari pekerjaan yang akan diselesaikan (lihat lampiran 3) dari pekerjaan tersebut diatas.

3.4 Updating Data EVM

Hasil dari *updating* ini diperlukan untuk lebih menyesuaikan dengan kondisi aktual di lapangan yang pada kenyataannya volume proyek berkurang akibat pengambilalihan pekerjaan Tower E oleh *main contractor*. Pengurangan volume proyek ini akan menurunkan nilai kontrak yang diawal adalah Rp 4.250.000.000 menjadi Rp 4.056.420.668.

Hasil perhitungan biaya diakhir atau *estimate at completion* (EAC) adalah total pengeluaran proyek diprediksikan akan meningkat sebesar Rp 5.065.331.377 atau untuk menyelesaikan proyek ini dibutuhkan Rp 783.061.454 dengan durasi waktu selesai adalah 44 hari.

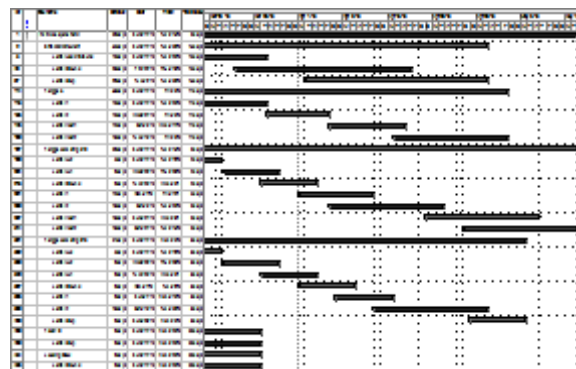
3.5 Penjadwalan Ulang dengan PDM

Dalam penjadwalan ulang ini akan dibahas mengenai hasil *rescheduling* dengan *microsoft project*, perencanaan tenaga kerja tidak terbatas, perencanaan tenaga kerja terbatas dengan *resource leveling* dan membuat estimasi perhitungan biaya.

3.5.1 Penjadwalan Ulang Tenaga Kerja Tidak Terbatas

Berdasarkan target perencanaan awal, penjadwalan ini menggunakan durasi tiap pekerjaan seperti pada perencanaan awal. Dalam penjadwalan ini digunakan *Precedence Diagram Method* (PDM) dengan bantuan *microsoft project*. Pada bekisting konstrain pekerjaan meliputi:

1. Pekerjaan *beam* dan *slab* dimulai setelah kolom dikerjakan
2. Pekerjaan pengecoran tangga, pengecoran *beam* dan *slab* dikerjakan bersama-sama
3. Pekerjaan pembesian kolom bisa dimulai satu hari setelah pekerjaan pengecoran *beam* dan *slab*
4. Pekerjaan kolom dan *wall* dilakukan bersama-sama
5. Pekerjaan kolom selanjutnya menunggu pekerjaan bongkar kolom sebelumnya (bila diberlakukan *zoning pada pekerjaan tersebut*).



Gambar 6. Gantt Chart Penyelesaian Proyek dengan Pekerja Tidak Terbatas

Gambar 6 merupakan tampilan dari *scheduling* pekerjaan penyelesaian proyek.

Pekerjaan ini dapat dilakukan secara paralel sama seperti periode-periode sebelumnya.

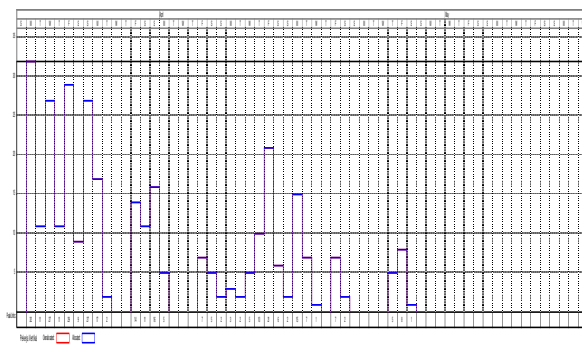
Pada Tabel 6 diberikan kesimpulan durasi penyelesaian proyek dari pekerjaan *Chiness restaurant*, Tangga A, Tangga *Connecting A-B*, Tangga *Connecting B-C*, Tower D dan *Loading dock*. Lama penyelesaian proyek ini direncanakan selesai pada 59 hari kerja mengacu pada durasi pengerjaan yang paling lama, dan direncanakan dengan tidak ada keterbatasan tenaga kerja saat perencanaan ulang

Tabel 6. Durasi Penyelesaian Proyek Tenaga Kerja Tidak Terbatas

Pekerjaan	Durasi
Chinesse Restaurant	45 hari
Tangga A	48 hari
Tangga Connecting A-B	59 hari
Tangga Connecting B-C	51 hari
Tower D	9 hari
Loading Dock	9 hari

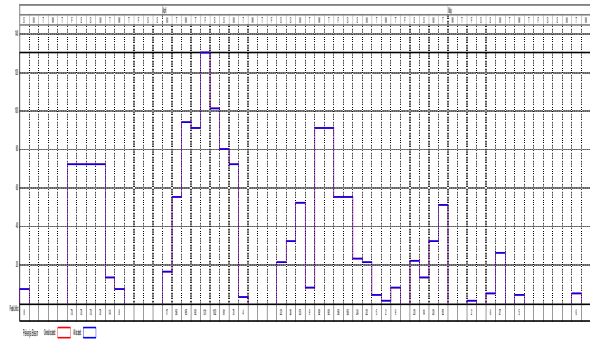
3.5.2 Kebutuhan Tenaga Kerja Tidak Terbatas

Setelah dilakukan perencanaan durasi tiap-tiap pekerjaan, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan jumlah pekerja berdasarkan standar produktifitas perusahaan. Setelah mengetahui kebutuhan pekerja untuk masing-masing aktifitas selanjutnya memasukan data jumlah tenaga kerja/resources. Gambar 7, Gambar 8 dan Gambar 9 adalah *output* kebutuhan tenaga kerja tidak terbatas hasil *output microsoft project*.



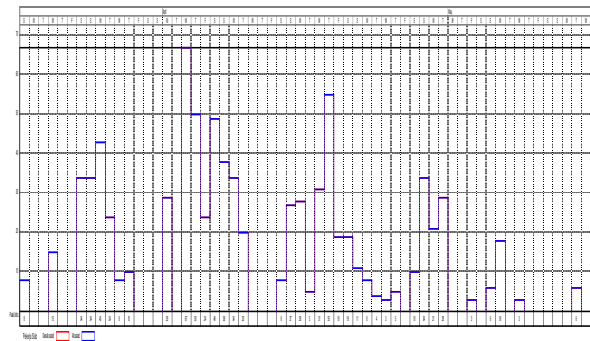
Gambar 7. Grafik Distribusi Pekerja Vertikal

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa kebutuhan pekerja tertinggi terjadi pada hari ke-2 perencanaan ulang atau tanggal 18 Maret 2013 sebesar 32 orang-hari.



Gambar 8. Grafik Distribusi Pekerja *Beam*

Dari gambar 8 dapat dilihat bahwa, kebutuhan pekerja tertinggi terjadi pada hari ke-20 perencanaan ulang atau tanggal 5 April 2013 sebesar 131 orang-hari.



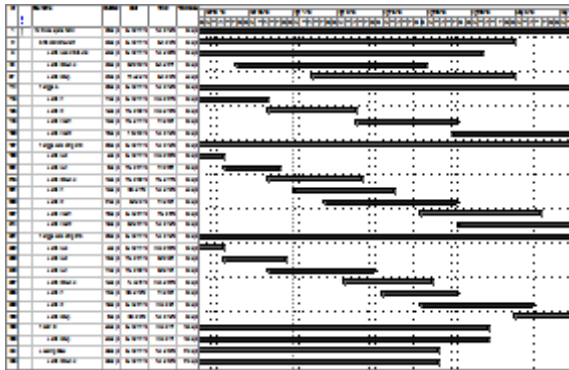
Gambar 9. Grafik Distribusi Pekerja *Slab* dan Tangga

Dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa, kebutuhan pekerja tertinggi terjadi pada hari ke-18 perencanaan ulang atau tanggal 3 April 2013 sebesar 356 Orang-hari.

3.5.3 Penjadwalan Tenaga Kerja Terbatas

Jumlah pekerja yang tersedia saat ini sebanyak 51 tenaga kerja yang terdiri dari 7 orang pekerja vertikal, 29 orang pekerja beam dan 15 orang pekerja slab.

Dalam menjaga efisiensi pekerjaan, perlu diusahakan sekecil mungkin terjadinya fluktuasi yang tajam pada tenaga kerja. Selain memberdayakan pekerja untuk dapat bekerja multi pekerjaan adalah dengan melakukan perataan pemakaian tenaga kerja. Perataan dilakukan dengan cara menggeser pekerjaan sepanjang garis *slack* atau pekerjaan yang bukan merupakan pekerjaan kritis.



Gambar 10. Gantt Chart Hasil Resource Levelling

Perataan sumber daya didasarkan atas pertimbangan bahwa proyek akan diselesaikan selama 59 hari mengikuti penjadwalan tenaga kerja tidak terbatas. Pertimbangan lainnya adalah semakin mundur pelaksanaan proyek maka semakin tinggi biaya *overhead* proyek.

Dengan melihat diagram yang ditunjukkan pada microsoft project dapat diketahui jalur kritis. Jalur kritis ini dapat digunakan sebagai informasi bahwa pekerjaan yang termasuk pada jalur kritis memerlukan perhatian agar tidak terjadi keterlambatan dalam pengerjaannya. Dari hasil perhitungan maju dan mundur didapatkan:

1. Jalur hampir kritis meliputi, Tangga A Lt. 1 → Tanga A Lt. 2 → Tangga A Lt. Roof 1 → Tangga A Lt. Roof 2
2. Jalur kritis meliputi, Tangga Con. A-B Lt. LL2 → Tangga Con. A-B Lt. LL1 → Tangga Con. Lt. G → Tangga Con. A-B Lt. 1 → Tangga Con. Lt. 2 → Tangga Con. A-B Lt. Roof 1 → Tangga Con. Lt. Roof 2
3. Jalur kritis meliputi, Tangga Con. B-C Lt. LL3 → Tangga Con. A-B Lt. LL2 → Tangga Con. Lt. LL1 → Tangga Con. A-B Lt. G → Tangga Con. Lt. 1 → Tangga Con. A-B Lt. 2 → Tangga Con. Lt. Roof

Tabel 8 merupakan kesimpulan durasi penyelesaian proyek.

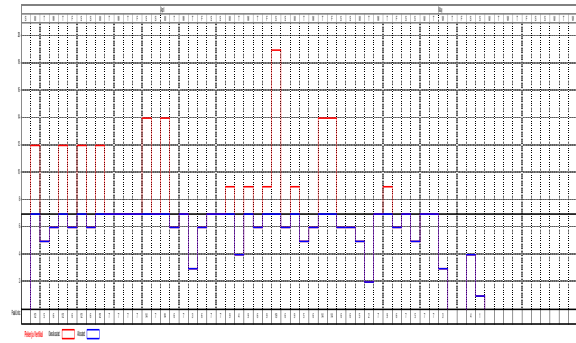
Tabel 8. Durasi Penyelesaian Proyek Tenaga Kerja Tidak Terbatas

Pekerjaan	Durasi
Chinesse Restaurant	50 hari
Tangga A	59 hari
Tangga Connecting A-B	59 hari
Tangga Connecting B-C	59 hari
Tower D	46 hari
Loading Dock	38 hari

3.5.4 Kebutuhan Tenaga Kerja Terbatas

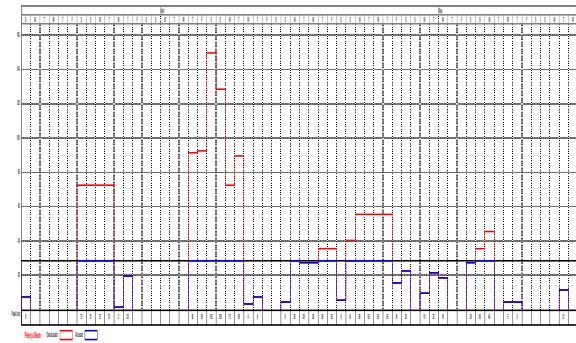
Setelah meratakan pemakaian tenaga kerja maka dapat diketahui kebutuhan tenaga kerja tiap pekerjaan.

Gambar 11 dapat dilihat bahwa untuk penyelesaian proyek ini memerlukan pendatangan tenaga harian tertinggi sebanyak 12 orang pada 13 April 2013. Total keseluruhan pendatangan tenaga harian sebanyak 70 orang-hari.



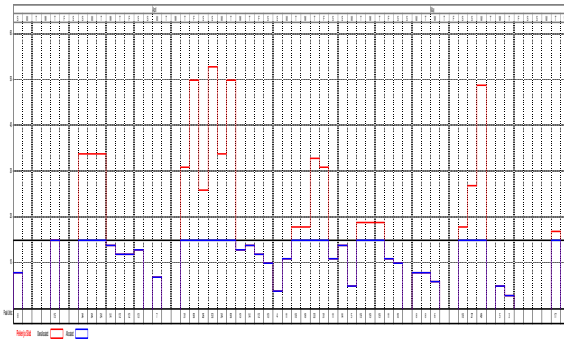
Gambar 11. Grafik Distribusi Pekerja Vertikal

Dari Gambar 12 dapat dilihat bahwa, untuk penyelesaian proyek ini memerlukan pendatangan tenaga harian tertinggi sebanyak 121 orang pada tanggal 6 April 2013. Total keseluruhan pendatangan tenaga harian sebanyak 775 orang-hari.



Gambar 12. Grafik Distribusi Pekerja Beam

Gambar 13 dapat dilihat bahwa, untuk penyelesaian proyek ini memerlukan pendatangan tenaga harian tertinggi sebanyak 35 orang pada tanggal 9 April 2013. Total keseluruhan pendatangan tenaga harian sebanyak 314 orang-hari.



Gambar 13. Grafik Distribusi Pekerja Slab dan Tangga

3.5.5 Hasil Estimasi Biaya Penjadwalan Ulang

Rencana anggaran ini dihitung berdasarkan beberapa unsur biaya proyek yang terdiri dari *system*, *material*, *transportation cost* dan *overhead*. Perencanaan ini disesuaikan dengan keadaan saat penelitian dilakukan, bahwa PT AJP membebaskan biaya rental *system* kecuali pada pekerjaan *Chiness restaurant*, karena menggunakan *system* milik sendiri. Untuk *material cost*, perusahaan memutuskan untuk tidak membeli kayu karena ketersediaan stock masih mencukupi untuk penggunaan 42,36 m³.

Rekapitulasi perhitungan ditunjukkan pada Tabel 9, dengan rincian perhitungan pada Lampiran 2.

Tabel 9. Hasil Estimasi Anggaran Penyelesaian proyek

No	Item	Sub total
1	System Cost	Rp 88.500.000
2	Material Cost	Rp 174.600.000
3	Labour Cost	Rp 209.154.102
4	Transportation	Rp 7.271.371
5	Overhead	Rp 45.690.000

Tabel 9 dapat dilihat bahwa total penyelesaian proyek ini setelah dilakukan penjadwalan ulang, dapat diestimasi proyek akan tetap merugi dengan penyelesaian proyek sebesar Rp 88.500.000

3.6 Penjadwalan Ulang dengan PDM

Dengan melihat jadwal yang telah disusun dan melihat rencana volume pekerjaan pada saat penentuan jumlah pekerja yang telah dibuat, dapat ditentukan volume dari tiap-tiap periode dimana satu periode mengacu pada *opname* yang dilakukan mandor setelah 14 hari pekerjaan dilaksanakan. Hasil dari perhitungan ini dapat dilihat pada Tabel 10 mengenai rencana volume pekerjaan setelah periode-10.

Setelah mengetahui volume pekerjaan yang ada pada Tabel 10, maka akan diketahui persentase pekerjaan pada tiap periode perencanaan ulang. Persentase ini digunakan untuk membagi bobot pekerjaan untuk tiap metode yang digunakan dalam penelitian ini. Hasil rencana anggaran dapat dilihat di Tabel 11.

Tabel 10. Persentase Pekerjaan Tiap Periode

No.	Pekerjaan	Periode 11 (m ²)	Periode 12 (m ²)	Periode 13 (m ²)	Periode 14 (m ²)
1	Tower A- Tangga A	121,58	19,44	109,87	42,14
2	Tower B- Tangga Connecting A-B	114,53	237,28	415,05	191,49
3	Tower C- Tangga Connecting B-C	187,73	175,40	185,15	217,39
4	Tower D- Kolom	48,29	48,29	48,29	48,29
5	Loading dock- Kolom	0,00	88,14	29,38	0,00
6	Chinesse restaurant	1812,38	2217,53	876,40	143,50
	Total Vol. Pekerjaan	2.284,52	2.786,08	1.664,13	642,81
	Persentase	30,97%	37,76%	22,56%	8,71%

Tabel 11. Persentase Pekerjaan Tiap Periode

Periode	Persen (a)	EVM 2 (b)=(a) x Rp 783.061.454	PDM (c)=(a) x Rp 525.215.473	Kumulatif EVM 2 ACWP ^{10th} + (b)	Kumulatif PDM ACWP ^{10th} + (c)
11	30,97%	Rp 242.514.132	Rp 162.659.232	Rp 4.524.784.055	Rp 4.444.929.155
12	37,76%	Rp 295.684.004	Rp 198.321.363	Rp 4.820.468.060	Rp 4.643.250.518
13	22,56%	Rp 176.658.663	Rp 118.488.611	Rp 4.997.126.724	Rp 4.761.739.128
14	8,71%	Rp 68.204.652	Rp 45.746.268	Rp 5.065.331.377	Rp 4.807.485.397

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini berdasarkan hasil pengolahan data dan analisa adalah sebagai berikut:

1. Hasil pengukuran kinerja dengan menggunakan metode EVM menyebutkan bahwa biaya aktual proyek melebihi anggaran setiap periodenya. Pada pengukuran di akhir penelitian atau periode-10 karena perubahan volume pekerjaan nilai CPI=0,801 dan SPI=0,845.
2. Hasil analisa menggunakan *tree diagram* untuk menentukan akar penyebab masalah *cost overrun* dan *schedule underrun* adalah: Penyebab *cost overrun* diantaranya:
 1. Harga *hollow* yang lebih tinggi, dan pembelian beberapa *part system* yang seharusnya menggunakan rental.
 2. Harga material *plywood* dan *timber* aktualnya lebih tinggi dari yang dianggarkan dan *consumable material* yang tidak terencana dengan baik.
 3. Tenaga kerja meminta dibayar harian, karena volume kerja yang sedikit dan upah borong dibayar diatas nilai yang sudah dianggarkan.
 4. Pembelian mesin-mesin menggunakan *budget* proyek, karena PT AJP tidak memiliki mesin sebagai modal kerja.Penyebab *schedule underrun* diantaranya:
 1. Lahan yang terlambat dibuka akibat musim hujan yang terjadi dari Oktober 2012 – Desember 2012.
 2. Pemandahan material secara manual karena *tower crane* tidak menjangkau pemindahan.
 3. Material banyak yang rusak karena perubahan desain, material tidak tersedia karena pengiriman terlambat.
 4. Pengambilalihan pekerjaan Tower E oleh pihak *main contractor*, karena material terpakai untuk pekerjaan lain dan kekurangan tenaga kerja yang mengakibatkan progres Tower E lambat.
3. Hasil formulasi EVM memprediksikan total pengeluaran proyek apabila volume tetap sesuai kontrak awal 50.000 m² dan nilai kontrak Rp 4.250.000.000 akan meningkat sebesar Rp 5.307.057.653 dengan durasi penyelesaian proyek 38 hari. Apabila volume proyek berubah seperti pada akhir penelitian ini, dimana volume berubah menjadi 47.722,60 m² diprediksikan total pengeluaran proyek akan meningkat Rp 5.065.331.377 dengan durasi penyelesaian

proyek 44 hari. Penjadwalan ulang dengan PDM memprediksikan rencana anggaran sebesar Rp 525.215.473 sehingga total pengeluaran proyek akan menjadi Rp 4.807.485.397 dan durasi penyelesaian proyek 59 hari.

4. Rencana anggaran untuk penyelesaian proyek ini dibagi menjadi 4 periode pelaporan mengikuti jadwal pembayaran tenaga kerja. Berikut ini kesimpulan dari 2 metode yang digunakan
 - a. Dengan metode EVM menghasilkan anggaran yaitu: Periode 11= Rp 242.514.132, Periode 12= Rp 295.684.004, Periode 13= Rp 176.658.663, Periode 14= Rp 68.204.652.
 - b. Dengan metode PDM menghasilkan anggaran yaitu: Periode 11= Rp 162.659.232, Periode 12= Rp 198.321.363, Periode 13= Rp 118.488.611, Periode = Rp 45.746.268.
5. Strategi yang dapat digunakan PT AJP untuk mereduksi kerugian yaitu dengan mengaplikasikan pelaksanaan proyek seperti yang sudah di jadwalkan ulang dengan PDM, dimana durasi penyelesaian proyek dimundurkan menjadi 59 hari atau diperlambat 15 hari dari waktu pengukuran yang diprediksi oleh metode EVM.

Daftar Pustaka

- Husen, Abrar. (2008). *Manajemen Proyek Perencanaan Penjadwalan & Pengendalian Proyek*. Jakarta: Andi Publisher.
- Kerzner, Harold. (2008). *Project management: A System Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. New York: Wiley & Son.
- Soeharto, Iman. (1997). *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Gelora Aksara Pratama.
- Suanda, Budi. (2011). *Konsep Earned Value Method (EVM)* <http://www.manajemenproyekindonesia.com/?p=769> (diakses 07 Juni 2013)

Lampiran 1. Schedule Tangga Monyet

Zone	Area	Room	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7	Day 8	Day 9	Day 10	Day 11	Day 12	Day 13	Day 14	Day 15	Day 16	Day 17	Day 18	Day 19	Day 20	Day 21	Day 22	Day 23	Day 24	Day 25	Day 26	Day 27	Day 28	Day 29	Day 30																						
Zona Pengawasan	TOWER A	Beam & Slop	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80														
		Room	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120												
		Zona Pengawasan	TOWER B	Beam & Slop	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80												
				Room	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120										
				Zona Pengawasan	TOWER C	Beam & Slop	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80										
						Room	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120								
						Zona Pengawasan	LOBBY	Beam & Slop	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80								
								Room	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120						
								Zona Pengawasan	TOWER D	Beam & Slop	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80						
										Room	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120				
										Zona Pengawasan	TOWER E	Beam & Slop	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80				
												Room	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120		
												Zona Pengawasan	TOWER F	Beam & Slop	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80		
														Room	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120

Lampiran 2. Estimasi Anggaran Penyelesaian Proyek

Item	Waktu (Bulan) in a level	Jumlah penyelesaian	Satuan	Harga (Rp)	Sub Total (Rp)
3. Struktur					
3.1 Beton					
Kolom					
Chinese restaurant	0	35	set	452.800	15.848.000
Tangga A	2	7	set	452.800	3.169.600
Tangga Conn. A-B	2	18	set	452.800	8.150.400
Tangga Conn. B-C	2	20	set	452.800	9.056.000
Tower D	1,5	6	set	452.800	2.716.800
Loading Dock	1	3	set	452.800	1.358.400
					38.140.000
Beam					
Chinese restaurant	0	2	set	22.322.000	44.644.000
Tangga A	2	1	set	2.160.000	2.160.000
Tangga Conn. A-B	2	1	set	4.026.000	4.026.000
Tangga Conn. B-C	2	1	set	1.888.000	1.888.000
					52.718.000
Slab					
Chinese restaurant	0	1	set	23.400.000	23.400.000
Tangga A	2	1	set	3.886.000	3.886.000
Tangga Conn. A-B	2	1	set	5.226.000	5.226.000
Tangga Conn. B-C	2	1	set	2.304.000	2.304.000
					34.816.000
Tangga					
Chinese restaurant	0	1	set	506.000	506.000
Tangga A	2	1	set	506.000	1.012.000
Tangga Conn. A-B	2	1	set	506.000	1.012.000
Tangga Conn. B-C	2	1	set	506.000	1.012.000
					3.036.000
Wall					
Chinese restaurant	0	1	set	3.120.000	3.120.000
Tangga Conn. A-B	2	1	set	1.227.000	1.227.000
					4.347.000
3.2 Material					
Plywood					
Kolom (plywood 4x 8 - 12mm)					
Chinese restaurant	0,5	40	Br	300.000	12.000.000
Tangga A	1	21	Br	300.000	6.300.000
Tangga Conn. A-B	1	54	Br	300.000	16.200.000
Tangga Conn. B-C	1	40	Br	300.000	12.000.000
Tower D	0,5	18	Br	300.000	5.400.000
Loading Dock	0,5	9	Br	300.000	2.700.000
					48.600.000
Beam (plywood 4 x 8 - 12mm)					
Chinese restaurant	1	346	Br	150.000	51.900.000
Tangga A	1	11	Br	150.000	1.650.000
Tangga Conn. A-B	1	31	Br	150.000	4.650.000
Tangga Conn. B-C	1	21	Br	150.000	3.150.000
					61.350.000
Slab (plywood 4 x 8 - 12mm)					
Chinese restaurant	1	266	Br	150.000	39.900.000
Tangga A	1	3	Br	150.000	450.000
Tangga Conn. A-B	1	21	Br	150.000	3.150.000
Tangga Conn. B-C	1	20	Br	150.000	3.000.000
					46.500.000
Tangga (plywood 4 x 8 - 12mm)					
Chinese restaurant	1	15	Br	150.000	2.250.000
Tangga A	1	12	Br	150.000	1.800.000
Tangga Conn. A-B	1	25	Br	150.000	3.750.000
Tangga Conn. B-C	1	15	Br	150.000	2.250.000
					10.050.000
Wall (plywood 4 x 8 - 12mm)					
Chinese restaurant	1	25	Br	150.000	3.750.000
Tangga Conn. A-B	1	11	Br	150.000	1.650.000
					5.400.000
3.3 Laborn					
3.1 Operasi					
Pekerja vertikal (7)					
Chinese restaurant		792,23	m2	30.000	23.766.900
Tangga A		84,37	m2	30.000	2.531.100
Tangga Conn. A-B		42,80	m2	30.000	1.277.800
Tangga Conn. B-C		267,96	m2	30.000	8.038.800
Tower D		193,17	m2	30.000	5.795.100
Loading Dock		117,52	m2	30.000	3.525.600
					45.935.300
Pekerja beam (29)					
Chinese restaurant		925,91	m2	30.000	27.777.300
Tangga A		84,32	m2	30.000	2.529.600
Tangga Conn. A-B		260,99	m2	30.000	7.829.700
Tangga Conn. B-C		182,65	m2	30.000	5.479.500
					43.616.100
Pekerja slab & tangga (15)					
Chinese restaurant		980,90	m2	30.000	29.427.000
Tangga A		3,41	m2	30.000	102.300
Tangga Conn. A-B		365,58	m2	30.000	10.967.400
Tangga Conn. B-C		315,05	m2	30.000	9.451.500
					49.948.200
3.2 Tenaga harian kasar					
	2	2	org	1.750.000	3.500.000
3.3 Laborn supply					
Pekerja vertikal		70	uh	11.000	770.000
Pekerja beam		775	uh	55.000	42.625.000
Pekerja slab & tangga		314	uh	11.000	3.454.000
					46.849.000
3.4 Transportasi					
Kolom	1	38871,40	kg	100	3.887.140
Beam	1	35596,96	kg	100	3.559.696
Slab	1	12352,77	kg	100	1.235.277
Tangga	1	2207,80	kg	100	220.780
Wall	1	3884,78	kg	100	388.478
					9.291.361
3.5 Overhead					
3.1 Pabrik Overhead					
Site Manager	2	1	org	3000000	6.000.000
Pelaksana	2	3	org	2000000	6.000.000
3.2 Administration					
Foto copy	2	1	h	100000	200.000
ATK	2	1	h	100000	200.000
3.3 General					
Listrik	2	1	h	150.000	300.000
Pulsa	2	1	h	100.000	200.000
Air minum	2	60	galon	12.000	720.000
Kandungan operasional	2	1	h	250.000	500.000
Transport karyawan	2	6	org	300.000	1.800.000
3.4 Selfing					
BBM	2	1	h	1000000	2.000.000
Demati pekerja		75	org	150000	11.250.000
					15.250.000
Total Estimasi Anggaran Penyelesaian Proyek					326.215.479