

PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN JADWAL PROYEK DENGAN MENGGUNAKAN METODE CPM PADA PROYEK APARTEMEN

Christian Kennardi¹, Ivan Pratama Setiadi², Andi³

ABSTRAK : Dengan meningkatnya perkembangan proyek konstruksi, lahan yang tersedia semakin berkurang. Karena itu, banyak dilakukan pembangunan apartemen sebagai ganti tempat hunian. Proyek dengan skala besar akan mempunyai lebih banyak masalah dibandingkan dengan proyek dengan skala kecil. Untuk mengatasi masalah agar proyek dapat berjalan sesuai rencana dibutuhkan perencanaan dan pengendalian jadwal yang baik dengan melakukan *planning, monitoring, updating*.

Pada penelitian ini, dilakukan perencanaan (*planning*) dengan melakukan WBS, menyusun urutan, dan menentukan durasi aktivitas yang digunakan sebagai dasar untuk membuat jadwal CPM pada proyek apartemen 33 lantai, kemudian dilakukan *monitoring*. *Updating* dibuat berdasarkan keadaan di lapangan dan pada penelitian ini, *Update* dibuat oleh kontraktor. Perencanaan dan pengendalian jadwal dibuat dengan program *Microsoft Project 2007*.

Data untuk penelitian didapat dari konsultan pengawas dan pengamatan yang dilakukan setiap hari di lapangan. Dari data yang ada, dapat dibuat *Bar Chart* untuk proyek dan diperoleh nilai *float factor* untuk proyek 0,0023 yang menunjukkan proyek memiliki waktu yang padat dalam pengerjaannya karena nilai standarnya 3 dan *critical factor* 0,993 yang menandakan proyek tersebut termasuk kritis. Hal ini dikarenakan aktivitas yang ditinjau hanya sebatas pekerjaan struktur saja. Setelah melakukan *planning, monitoring* dan *updating* selama 12 periode, proyek mengalami keterlambatan dari jadwal rencana 263 hari kerja menjadi 289 hari kerja.

KATA KUNCI : *planning, monitoring, updating, CPM, microsoft project 2007*

1. PENDAHULUAN

Seperti yang kita ketahui, akhir-akhir ini proyek pembangunan berkembang semakin banyak dan pesat. Karena semakin sedikitnya lahan yang tersedia, maka dilakukan pengoptimalan lahan dengan cara melakukan pembangunan gedung bertingkat sehingga bisa memuat lebih banyak orang ataupun menampung berbagai kegiatan pada suatu area yang sama. Hal ini mengakibatkan banyaknya proyek skala besar seperti apartemen. Proyek skala besar ini tentunya memiliki tingkat masalah yang lebih kompleks daripada proyek skala kecil dan dapat membuat suatu proyek berjalan tidak sebagaimana mestinya sehingga menimbulkan keterlambatan dalam proyek. Untuk mengatasi hal ini, maka dibutuhkan proses perencanaan dan pengendalian jadwal yang baik agar proyek dapat selesai sesuai jadwal (Hamilton, 1997). Proses perencanaan dan pengendalian jadwal ini terdiri dari proses *planning, monitoring* dan *updating*. Pertama harus dilakukan perencanaan jadwal proyek sebaik mungkin, kemudian dilakukan pengawasan terhadap jalannya proyek untuk mengetahui apakah ada keterlambatan/tidak dan melakukan sebuah action apabila terjadi keterlambatan untuk mengejar keterlambatan tersebut.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, ktzu_66@yahoo.com

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, ivan_pratama91@hotmail.com

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, andi@peter.petra.ac.id

2. TINJAUAN PUSTAKA

Planning biasanya dibangun dengan menentukan atau mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang ada di proyek, mendata *sequence* / urutan dari aktivitas yang akan terjadi di proyek dari *start* sampai *finish* (*completion*). Ini sangatlah membantu perencana dalam menentukan *schedule* dan durasi dari proyek. Langkah-langkah yang dilakukan dalam *planning* yaitu :

- WBS (*Work Breakdown Structure*) aktivitas proyek.
- Penyusunan urutan aktivitas.
- Estimasi durasi tiap aktivitas.
- Menentukan metode *sheduling* yang dipakai, dalam hal ini menggunakan CPM

CPM kependekan dari *Critical Path Method*. Pada CPM dapat terjawab hal-hal yang belum bisa digunakan pada bagan balok, seperti berapa lama perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek, kegiatan mana yang bersifat kritis, jika terjadi keterlambatan maka bagaimana pengaruhnya terhadap kegiatan yang lain (Kerzner, 2003). Ada 2 metode diagram dari CPM yaitu *Activity On Arrow* (AOA) dan *Activity On Node* (AON). Di dalam penentuan waktu ke dua metode tersebut terdapat *forward pass* yang terdiri dari ES (*Early Start*) dan EF (*Early Finish*) dan *backward pass* yang terdiri dari LS (*Latest Start*) dan LF (*Latest Finish*). *Forward Pass* adalah perhitungan waktu aktivitas dengan perhitungan maju. *Forward pass* dimulai dengan aktivitas pertama yang dimulai di proyek, dengan waktu paling awal (*early start time*) sama dengan nol. *Early start* adalah waktu paling cepat dari suatu aktivitas dapat dimulai, sedangkan *Early finish* adalah waktu paling cepat dari suatu aktivitas dapat diselesaikan. *Early start* dan *early finish* dapat diperoleh dari perhitungan maju (*Forward Pass*), dimana hubungan keduanya dirumuskan sebagai berikut :

$$EF=ES + d.....(1)$$

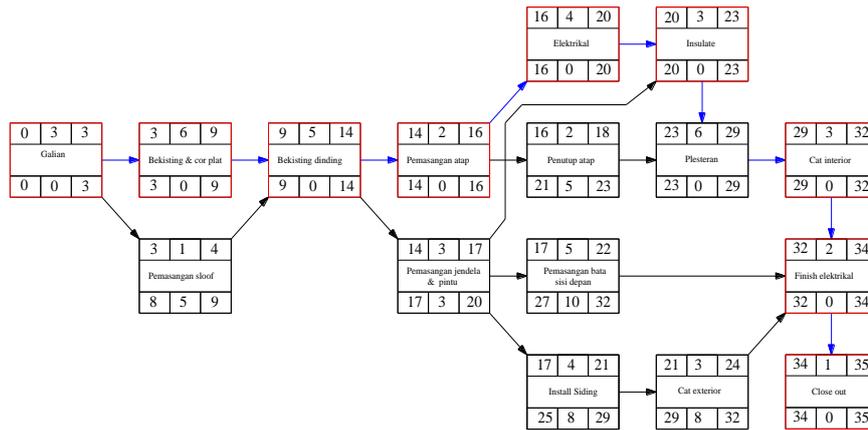
Backward Pass adalah perhitungan waktu aktivitas dengan perhitungan mundur. Perhitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir dapat memulai dan mengakhiri masing-masing kegiatan, tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan dari hasil perhitungan *Forward Pass*. *Late start* (LS) adalah waktu paling lambat dari suatu aktivitas dapat dimulai, sedangkan *late finish* adalah waktu paling lambat dari suatu aktivitas dapat diselesaikan. *Late start* dan *late finish* dapat diperoleh dari perhitungan mundur (*Backward Pass*), dimana hubungan keduanya dirumuskan sebagai berikut :

$$LF= LS + d.....(2)$$

Aktivitas-aktivitas di mana ES = LS merupakan *critical path* proyek tersebut. *Critical path* merupakan serangkaian aktivitas-aktivitas yang ada, yang tidak dapat ditunda jika proyek ingin selesai tepat pada waktunya. *Critical path* merupakan waktu tersingkat dari sebuah proyek dapat diselesaikan. keterangan *activity box* (Newitt, 2005) dapat dilihat pada **Gambar 1**. Contoh CPM dapat dilihat pada **Gambar 2**.

ES	DUR	EF
Activity		
LS	TF	LF

Gambar 1. Activity Box CPM



Gambar 2. CPM pada Proyek Rumah Sederhana

→ : *Critical path*

Float adalah jangka waktu yang merupakan ukuran batas toleransi keterlambatan suatu aktivitas yang non kritis. *Float* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Float = LS-ES$$

$$Float = LF-EF$$

$$Float = LS-(ES+durasi)$$

Total float adalah jumlah total waktu yang dimiliki oleh suatu aktivitas yang dapat ditunda (aktivitas non kritis) tanpa mempengaruhi durasi proyek secara keseluruhan. *Total float* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$LS-ES = LF-EF \dots \dots \dots (3)$$

Free float adalah jumlah waktu yang dimiliki oleh suatu aktivitas yang dapat ditunda (aktivitas non kritis) tanpa mempengaruhi *early start* aktivitas sesudahnya. *Free float* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Free\ float = ES(aktivitas\ B) - EF(aktivitas\ A) \dots \dots \dots (4)$$

Float factor adalah jumlah *total float time* untuk seluruh aktivitas yang sedang dikerjakan (dalam *progress*) ataupun belum selesai dikerjakan dibagi dengan durasi keseluruhan aktivitas proyek (Popescu dan Charoengam, 1995).

Float factor menunjukkan indikasi fleksibilitas proyek, yang berarti proyek tersebut memungkinkan untuk dikerjakan dengan waktu yang cukup atau waktu yang sangat padat. Semakin tinggi nilai *float factor*, maka proyek tersebut memiliki waktu yang cukup, semakin kecil nilai *float factor* maka proyek tersebut memiliki waktu yang padat, dimana besaran toleransi nilai *float factor* adalah 3. *Float factor* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Float\ factor = \frac{\sum Total\ float\ off\ all\ activities\ in\ progress\ or\ not\ started\ (days)}{\sum Activity\ duration\ remaining\ or\ not\ started\ (days)} \dots (5)$$

Critical Factor adalah jumlah durasi untuk seluruh aktivitas kritis yang sedang dikerjakan (*in progress*) ataupun belum selesai dikerjakan dibagi dengan jumlah durasi keseluruhan aktivitas. *Critical factor* berfungsi untuk memonitor seberapa kritis proyek tersebut berkenaan dengan jadwal proyek secara keseluruhan sebelum proyek dimulai dan selama proyek tersebut berlangsung. *Critical factor* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Critical Factor} = \frac{\text{No of critical activities in progress or not starting}}{\text{Total no of activities in progress or not starting}} \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{Critical Factor} = \frac{\text{Sum of critical duration in progress or not starting (days)}}{\text{Total no of activities duration in progress or not starting (days)}} \dots\dots\dots(7)$$

Controlling / monitoring adalah sebuah *action* yang berdasarkan pada pengamatan yang dilakukan selama proyek berlangsung. Hal ini perlu untuk dilakukan dengan tujuan untuk menjaga agar waktu tetap / sesuai dalam rencana awal. Bila ada hal yang tidak sesuai maka *controlling / monitoring* akan mengidentifikasi kesalahan lebih awal dan membuat perbaikan secepatnya. *Controlling / monitoring* juga dapat dikatakan kebutuhan dasar untuk memonitor dari secara berkelanjutan. Untuk menjaga suksesnya suatu proyek, sangat penting untuk membuat dokumentasi / catatan terhadap *actual work* dan durasi. Dan dari hasil dokumentasi / catatan tersebut akan dibandingkan dengan *as plan schedule*

Setelah *schedule* CPM dikerjakan dan dilakukan *controlling / monitoring*, perlu dijaga agar *schedule* yang kita buat tetap akurat, yaitu dengan cara *up dating*. *Up dating schedule* dapat mempermudah kita untuk melakukan *planning* periode berikutnya. *Up dating* berfungsi untuk melakukan koreksi apabila ada pekerjaan yang terlambat yaitu dengan mengatur ulang *start date* dan *finish date* atau dengan mengubah *predecessors* bila diperlukan. Dengan CPM *scheduling* setiap *up date*, maka akan muncul *forward pass*, *backward pass*, *free float* dan *total float* yang baru dengan *project completion date* yang baru juga. Frekuensi *up dating* dapat dilakukan harian (*Daily Updates*), mingguan (*Weekly Updates*) atau bulanan (*Monthly Updates*). Perlu diingat, setiap kali membuat *up dating schedule*, perlu menyimpan *schedule* yang lama. Hal ini sangat penting dan berguna untuk *planning* di kemudian hari.

Dengan patokan bahwa waktu akhir proyek tidak dapat diubah atau tidak boleh sampai terganggu, ada dua cara yang dapat dilakukan dalam melakukan *updating* yaitu :

- Dengan percepatan, contoh dalam hal ini adalah dengan cara meningkatkan kapasitas seperti dengan melakukan penambahan alat-alat maupun pekerja dan kerja lembur.
- Dengan mengubah *network*, contoh dalam hal ini adalah membuat beberapa pekerjaan yang apabila memungkinkan dikerjakan secara bersamaan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan dua macam studi, yaitu studi literatur dan studi lapangan. Data untuk melakukan *planning*, *controlling*, *updating* didapatkan dari konsultan pengawas, kemudian data tersebut dimasukkan ke dalam software Microsoft Project 2007 untuk diolah dan kemudian dilakukan analisa data. Proyek ni merupakan pembangunan ruko dan apartemen dengan total 33 lantai yang dibagi menjadi lantai *ground* dan *upper ground* untuk ruko dan lantai 1-31 untuk apartemen. Sebagai data penelitian, diambil 1 menara (*Harvard*) untuk diamati dalam pengerjaan strukturnya. Dari data tersebut kemudian dilakukan *Work Breakdown System*, penyusunan urutan aktivitas(*predecessor*), lalu menentukan durasi aktivitas. Kemudian data-data yang ada dimasukkan ke dalam *Microsoft Project 2007*. Berikut adalah *planning* untuk awal proyek yang dibuat yang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Planning Awal Proyek

No.	Uraian Pekerjaan	Start Date	Finish Date	Free Float	Total Float	Critical Path
1	Pekerjaan Struktur Bawah	6/11/12	7/30/12			
2	Pekerjaan tanah dan pondasi	6/11/12	7/30/12	0	0	Yes

Sambungan Tabel 1. *Planning Awal Proyek*

No.	Uraian Pekerjaan	Start Date	Finish Date	Free Float	Total Float	Critical Path
3	Pekerjaan Struktur Atas	7/21/12	3/15/13			
4	Lantai Ground	7/21/12	8/9/12	0	0	Yes
5	Lantai Upper Ground	8/5/12	9/2/12	0	0	Yes
6	Lantai 1	9/1/12	9/9/12			
7	Zone 1	9/1/12	9/7/12			
8	Bekisting Balok	9/1/12	9/3/12	0	0	Yes
9	Bekisting Plat	9/1/12	9/3/12	0	0	Yes
10	Pembesian Balok	9/2/12	9/4/12	0	0	Yes
11	Pembesian Plat	9/2/12	9/4/12	0	0	Yes
12	Cor Balok dan Pelat	9/4/12	9/4/12	0	0	Yes
13	Pembesian Kolom	9/5/12	9/6/12	0	0	Yes
14	Bekisting Kolom	9/6/12	9/7/12	0	0	Yes
15	Cor Kolom	9/6/12	9/7/12	0	0	Yes
16	Zone 2	9/3/12	9/9/12			Yes
17	Bekisting Balok	9/3/12	9/5/12	0	0	Yes
18	Bekisting Plat	9/3/12	9/5/12	0	0	Yes
19	Pembesian Balok	9/4/12	9/6/12	0	0	Yes
20	Pembesian Plat	9/4/12	9/6/12	0	0	Yes
21	Cor Balok dan Pelat	9/6/12	9/6/12	0	0	Yes
22	Pembesian Kolom	9/7/12	9/8/12	0	0	Yes
23	Bekisting Kolom	9/8/12	9/9/12	0	0	Yes
24	Cor Kolom	9/8/12	9/9/12	0	0	Yes
25	Lantai 2	9/8/12	9/16/12			
26	Zone 1	9/8/12	9/14/12			
27	Bekisting Balok	9/8/12	9/10/12	0	0	Yes
28	Bekisting Plat	9/8/12	9/10/12	0	0	Yes
29	Pembesian Balok	9/9/12	9/11/12	0	0	Yes
30	Pembesian Plat	9/9/12	9/11/12	0	0	Yes
31	Cor Balok dan Pelat	9/11/12	9/11/12	0	0	Yes
32	Pembesian Kolom	9/12/12	9/13/12	0	0	Yes
33	Bekisting Kolom	9/13/12	9/14/12	0	0	Yes
34	Cor Kolom	9/13/12	9/14/12	0	0	Yes
35	Zone 2	9/10/12	9/16/12			
36	Bekisting Balok	9/10/12	9/12/12	0	0	Yes
37	Bekisting Plat	9/10/12	9/12/12	0	0	Yes
38	Pembesian Balok	9/11/12	9/13/12	0	0	Yes
39	Pembesian Plat	9/11/12	9/13/12	0	0	Yes
40	Cor Balok dan Pelat	9/13/12	9/13/12	0	0	Yes
41	Pembesian Kolom	9/14/12	9/15/12	0	0	Yes

Sambungan Tabel 1. *Planning Awal Proyek*

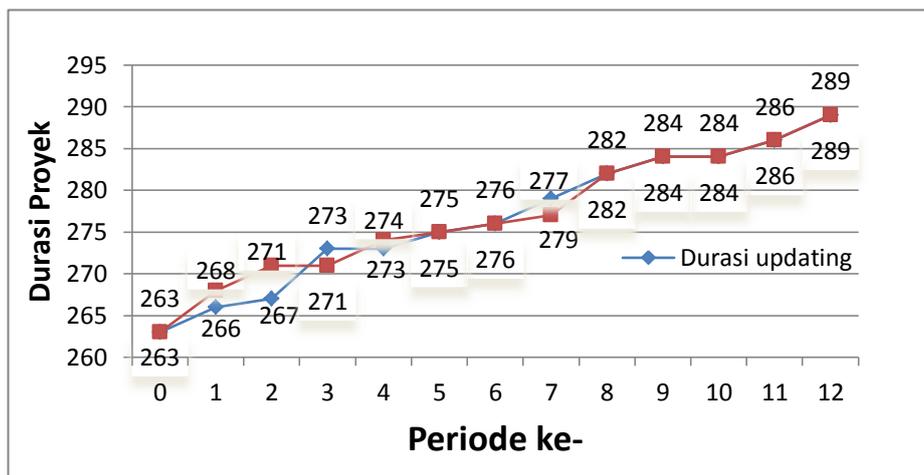
No.	Uraian Pekerjaan	Start Date	Finish Date	Free Float	Total Float	Critical Path
42	Bekisting Kolom	9/15/12	9/16/12	0	0	Yes
43	Cor Kolom	9/15/12	9/16/12	0	0	Yes
44	Lantai 3	9/15/12	9/23/12			
45	Zone 1	9/15/12	9/21/12			
46	Bekisting Balok	9/15/12	9/17/12	0	0	Yes
47	Bekisting Plat	9/15/12	9/17/12	0	0	Yes
48	Pembesian Balok	9/16/12	9/18/12	0	0	Yes
49	Pembesian Plat	9/16/12	9/18/12	0	0	Yes
50	Cor Balok dan Pelat	9/18/12	9/18/12	0	0	Yes
51	Pembesian Kolom	9/19/12	9/20/12	0	0	Yes
52	Bekisting Kolom	9/20/12	9/21/12	0	0	Yes
53	Cor Kolom	9/20/12	9/21/12	0	0	Yes
54	Zone 2	9/17/12	9/23/12			
55	Bekisting Balok	9/17/12	9/19/12	0	0	Yes
56	Bekisting Plat	9/17/12	9/19/12	0	0	Yes
57	Pembesian Balok	9/18/12	9/20/12	0	0	Yes
58	Pembesian Plat	9/18/12	9/20/12	0	0	Yes
59	Cor Balok dan Pelat	9/20/12	9/20/12	0	0	Yes
60	Pembesian Kolom	9/21/12	9/22/12	0	0	Yes
61	Bekisting Kolom	9/22/12	9/23/12	0	0	Yes
62	Cor Kolom	9/22/12	9/23/12	0	0	Yes
63	Lantai 5	9/22/12	9/30/12	0	0	Yes
82	Lantai 6	9/29/12	10/7/12	0	0	Yes
101	Lantai 7	10/6/12	10/14/12	0	0	Yes
120	Lantai 8	10/13/12	10/21/12	0	0	Yes
139	Lantai 9	10/20/12	10/29/12	0	0	Yes
158	Lantai 10	10/28/12	11/5/12	0	0	Yes
177	Lantai 11	11/4/12	11/12/12	0	0	Yes
196	Lantai 12	11/11/12	11/19/12	0	0	Yes
215	Lantai 15	11/18/12	11/26/12	0	0	Yes
234	Lantai 16	11/25/12	12/3/12	0	0	Yes
253	Lantai 17	12/2/12	12/10/12	0	0	Yes
272	Lantai 18	12/9/12	12/17/12	0	0	Yes
291	Lantai 19	12/16/12	12/24/12	0	0	Yes
310	Lantai 20	12/23/12	12/31/12	0	0	Yes
329	Lantai 21	12/30/12	1/7/13	0	0	Yes
348	Lantai 22	1/6/13	1/14/13	0	0	Yes
367	Lantai 23	1/13/13	1/21/13	0	0	Yes
386	Lantai 25	1/20/13	1/28/13	0	0	Yes

Sambungan Tabel 1. *Planning Awal Proyek*

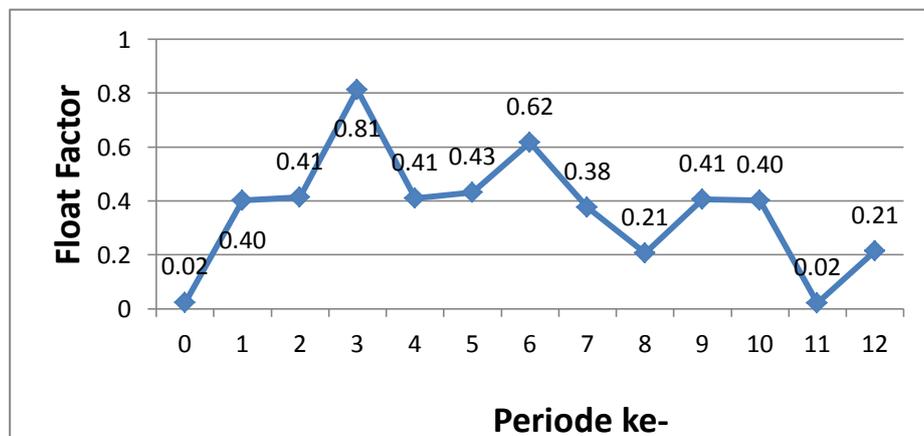
No.	Uraian Pekerjaan	Start Date	Finish Date	Free Float	Total Float	Critical Path
405	Lantai 26	1/27/13	2/4/13	0	0	Yes
424	Lantai 27	2/3/13	2/11/13	0	0	Yes
443	Lantai 28	2/10/13	2/18/13	0	0	Yes
462	Lantai 29	2/17/13	2/25/13	0	0	Yes
481	Lantai 30	2/24/13	3/4/13	0	0	Yes
500	Lantai 31	3/3/13	3/11/13	0	0	Yes
519	Lantai Atap	3/10/13	3/15/13	0	0	

4. ANALISA DATA DAN PENGAMATAN

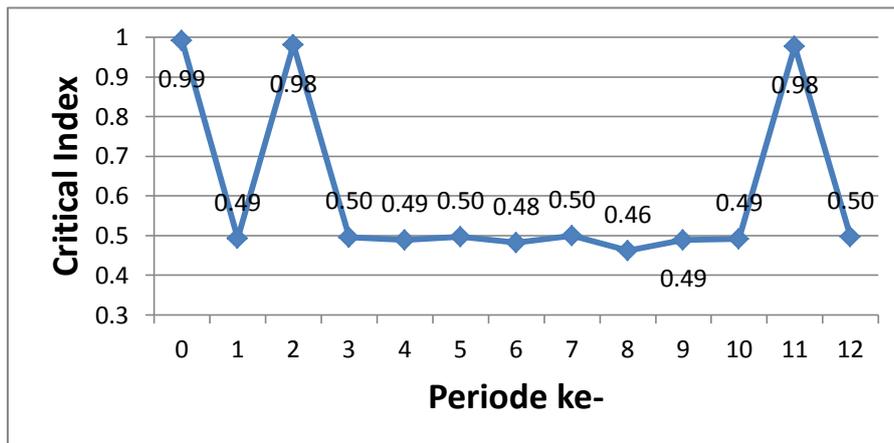
Setelah menentukan planning awal ini, dilakukan pengamatan tiap hari untuk mencatat hasil aktual pengerjaan, kemudian dilakukan updating sampai 12 periode. Berikut adalah hasil Hubungan antara Durasi Periode dengan Periode Proyek pada **Gambar 3**. Hubungan Antara *Float Factor* dengan Periode Proyek pada **Gambar 4**. Hubungan antara *Critical Factor* dengan Proyek pada **Gambar 5**.



Gambar 3. Durasi Proyek dari Periode Awal - Akhir Pengamatan



Gambar 4. Grafik *Float Factor* tiap Periode



Gambar 5. Grafik *Critical Factor* tiap Periode

4. KESIMPULAN

Durasi proyek mengalami keterlambatan dari *planning* awal sebesar 25 hari dari 16 maret 2013 menjadi 10 April 2013. Nilai *float factor* dan *critical factor* tiap periode tidak menentu karena yang diamati hanya sebatas pekerjaan struktur saja.

5. DAFTAR REFERENSI

- Popescu, Calin M. (1995). *Project Planning, Scheduling and Control in Construction : An Encyclopedia of Terms and Applications*. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Newitt, Jay S. (2005). *Construction Scheduling Principles and Practise*. Carlisle Communications, Ltd, Upper Saddle River, New Jersey.
- Hamilton, Albert (1997). *Management by Project*. Thomas Telford Services Ltd. London.
- Kerzner, Harold (2003). *Project Management : A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling*. John Wiley and Sons, Inc, Hoboken, New Jersey.