

KAJIAN AWAL MENGENAI *PERFORMANCE INTENSITY (MOMENTUM MANAGEMENT)* UNTUK MENGUKUR KINERJA WAKTU PROYEK KONSTRUKSI

Christian¹, Grady² dan Andi³

ABSTRAK : Setiap Proyek Konstruksi memiliki keunikan sendiri dan tidak sama. Salah satu faktor yang menyebabkan keunikan tersebut adalah *Owner* proyek. Setiap *Owner* memiliki keinginan yang berbeda-beda dalam hal biaya, mutu dan waktu. Ketiga kriteria itu sama-sama penting, namun sangat jarang salah satu kriteria tidak lebih dominan dibandingkan dengan kriteria lainnya. Bagi *Owner* yang lebih mementingkan kriteria waktu maka *Momentum Management* merupakan metode yang sesuai karena seluruh formula di dalamnya berbasis waktu. Salah satu rumusan penting yang terdapat dalam *Momentum Management* adalah *Performance Intensity*.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengenal metode *Momentum Management* dengan cara melakukan studi literatur dan menerapkannya pada proyek konstruksi yang ada. Pencatatan progress harian dan perhitungan *performance* dilakukan untuk mengetahui keadaan proyek *actual* dan prediksi terhadap akhir proyek. Hasil *performance* dan Prediksi yang diperoleh dengan *Momentum Management* dapat menjadi *early warning* bagi para kontraktor proyek. Kontraktor dapat melakukan tindakan antisipasi lebih dini sebelum proyek terlambat lebih jauh.

KATA KUNCI : *momentum management, performance intensity, early warning*, penjadwalan proyek

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Proyek konstruksi merupakan proyek yang unik karena tidak ada satu pun proyek konstruksi yang sama. *Owner* setiap proyek pun pasti berbeda – beda. Ada owner yang memprioritaskan biaya yang murah, ada yang memprioritaskan waktu, dan ada yang memprioritaskan kualitas material. *Engineer* harus bisa melaksanakan pekerjaan konstruksi sesuai dengan keinginan *owner*.

Dari ketiga hal tersebut, yang paling susah untuk dikontrol adalah waktu. Waktu itu tidak seperti uang. Uang adalah ciptaan manusia dan alirannya dapat dimulai, dihentikan, dibatasi, dan diubah-ubah nilainya. Aliran uang itu ibarat mengalir melalui kran dengan katup penghenti, sehingga alirannya bisa dihentikan sewaktu – waktu. Sedangkan waktu itu tidak memiliki katup penghenti. Waktu terus mengalir dengan tetap, tidak dapat dihindari, tidak dapat dihentikan, dan tidak bisa kembali. Penggunaan waktu yang ada harus dimaksimalkan.

Pada tahun 2007, dalam bukunya yang berjudul *Faster Construction Projects with CPM Scheduling*, Murray B. Woolf menciptakan sebuah metode penjadwalan baru yang dinamakan *Momentology* atau *Momentum Management*. *Momentum Management* merupakan suatu metode penjadwalan yang akan membantu para manajer proyek untuk mampu menyelesaikan proyek tepat waktu dengan cara memonitor, mengevaluasi, dan mengontrol momentum proyek tersebut. Di dalam *Momentum Management*, terdapat suatu formula yang disebut dengan *Performance Intensity*. Keunggulan dari *Performance Intensity* ini adalah mampu memprediksi terjadinya keterlambatan lebih awal.

¹ Alumni Universitas Kristen Petra, m21409069@john.petra.ac.id.

² Alumni Universitas Kristen Petra, m21409091@john.petra.ac.id.

³ Dosen Universitas Kristen Petra, andi@peter.petra.ac.id

1.2. Rumusan Masalah

- Apakah *performance intensity (momentum management)*?
- Sejauh mana *performance intensity* dapat diterapkan untuk mengukur kinerja waktu proyek konstruksi?

1.3. Tujuan Penelitian

- Untuk mengenal *performance intensity (momentum management)* yang merupakan metode untuk mengukur kinerja waktu proyek.
- Untuk menjelaskan cara menerapkan *performance intensity* di proyek konstruksi.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Studi literatur tentang teori momentum khususnya tentang *performance intensity* dan aplikasinya di bidang teknik sipil.

1.5. Manfaat Penelitian

Mengenal manfaat, keunggulan, dan konsep – konsep mengenai *performance intensity (momentum management)* yang selama ini masih jarang dipelajari.

2. Landasan Teori

2.1. Pendahuluan

Penjadwalan proyek memiliki pengertian sebagai durasi dari waktu kerja yang dibutuhkan untuk melakukan serangkaian aktivitas kerja yang ada dalam kegiatan konstruksi (Bennatan, 1995). Penjadwalan juga merupakan proses penyusunan daftar pekerjaan yang akan dilakukan untuk mencapai atau mewujudkan suatu tujuan tertentu yang juga memuat tabel waktu pelaksanaannya (Gould, 1997). Penjadwalan proyek diperlukan agar proyek dapat berlangsung dengan lancar karena di dalam sebuah proyek konstruksi terdapat banyak aktivitas-aktivitas dan saling berhubungan satu sama lain. Keterlambatan suatu aktivitas jika dibiarkan terlalu lama dapat mengakibatkan keterlambatan bagi keseluruhan proyek. Penjadwalan proyek juga diperlukan dalam sebuah proyek konstruksi agar proyek tersebut memiliki *goal* dalam hal waktu (durasi total proyek).

2.2. Definisi Momentum

Setiap orang yang pernah terlibat dalam suatu proyek pasti secara intuitif merasakan bahwa setiap proyek memiliki momentum. Momentum proyek terpengaruh dari setiap kejadian pada proyek. Pekerjaan yang melambat beberapa waktu sebelum dan setelah hari libur merupakan salah satu contoh hal yang dapat mempengaruhi momentum proyek (Woolf, 2007).

Momentum adalah sebuah ukuran dari pekerjaan atau tindakan yang dilakukan (Woolf, 2007). Hasil dari setiap pekerjaan atau aktivitas dalam jangka waktu tertentu disebut dengan momentum. Momentum dapat diibaratkan seperti tempo atau irama dalam hal musik. Irama musik dalam satu lagu dapat berubah – ubah dan diatur oleh dirigen. Momentum suatu proyek dapat berubah – ubah setiap periode dan dikontrol oleh manajer proyek (Woolf, 2007).

Momentum Management adalah sebuah ilmu yang mempelajari tentang bagaimana mengatur momentum atau tempo sebuah proyek. Ada beberapa hal yang harus dipahami, yaitu *momentum theory*, *performance intensity*, dan *performance record*.

2.3. Momentum Theory

2.3.1 Seven M's of Momentum Management

Setiap proyek konstruksi tidak lepas dari pekerja, material, dan peralatan (*Men, Materials, dan Machinery*). Dalam melakukan setiap tindakan diperlukan waktu. Jika istilah “*Time*” (waktu) digantikan dengan “*Minutes*”, maka muncul sebuah pernyataan

“Suatu proyek adalah hasil kombinasi dengan tujuan tertentu dari **Men, Materials, and Machinery**, dilakukan dalam suatu periode waktu (**Minutes**).” (Woolf, 2007).

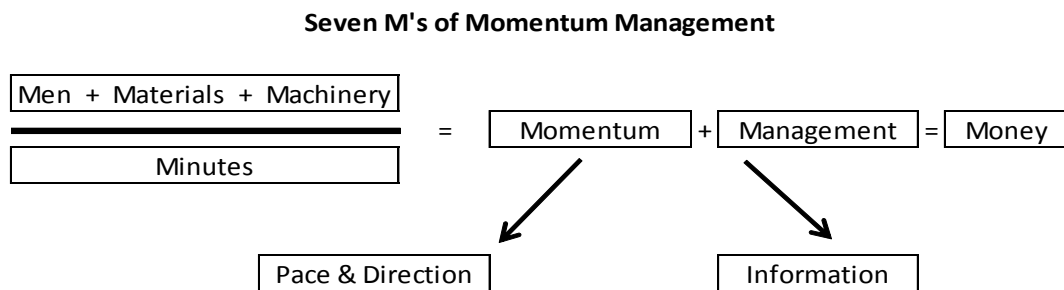
Manusia yang dimaksud disini adalah manusia yang melakukan pekerjaan. Dalam bahasa yang lebih familiar, mereka adalah kontraktor, perencana, *owner* dan lain – lain. Mereka adalah *stakeholder* utama dalam suatu proyek dan tentu memiliki peran dan kompetensi masing – masing. Akan tetapi, ada sebuah pertanyaan sederhana, “Jika setiap pihak memiliki kemampuan yang kompeten di dalam bidangnya masing-masing, kenapa masih perlu dilakukan pengawasan terhadap mereka? Kenapa masih membutuhkan manajemen konstruksi?”.

Masalah yang paling umum dari proyek adalah *momentum*. Jika setiap pihak melakukan perannya masing-masing dengan baik, *momentum* proyek akan bertambah dan sebaliknya jika terus - menerus terjadi konflik atau masalah, maka *momentum* proyek akan menjadi buruk. Maka untuk formula selanjutnya agar tercapai *Momentum Management* yang efektif dapat adalah sebagai berikut:

“Suatu proyek adalah hasil kombinasi dari **Men, Materials, dan Machinery**, yang dilakukan dalam suatu periode waktu (**Minutes**). Setiap tindakan tersebut akan menghasilkan **momentum** proyek, dan tujuan dari **Management** adalah mengatur momentum proyek.” (Woolf, 2007)

“M” yang ketujuh adalah *Money* (uang). Prioritas utama dari *Owner* adalah uang. Untuk melengkapi formula dari *Momentum Management*, maka dapat ditulis seperti berikut atau seperti diagram yang terlihat pada **Gambar 1**.

“Suatu proyek adalah hasil kombinasi dari **Men, Materials, dan Machinery**, yang dilakukan dalam suatu periode waktu (**Minutes**). Setiap tindakan tersebut akan menghasilkan **momentum** proyek, dan tujuan dari **Management** adalah mengatur momentum proyek, sehingga tujuan proyek (**Money**) dapat terealisasi.” (Woolf, 2007)



Gambar 1. Diagram Seven M's of Momentum Management (Woolf, 2007)

2.3.2. Theory of Aligned Emphasis

Theory of Aligned Emphasis adalah teori yang mengatakan apapun tipe proyeknya, dimanapun lokasinya, seberapa besar ukurannya, seberapa indah desainnya, apapun fungsinya, yang menjadi prioritas utama bagi *owner* adalah salah satu dari biaya, waktu, atau kualitas (Woolf, 2007). Alasan terbesar kenapa proyek konstruksi gagal untuk mencapai tujuan yang diinginkan adalah karena adanya perbedaan kriteria sukses dari *owner* dan kontraktor (pelaku pekerjaan). *Owner* selalu memiliki standar tersendiri untuk proyek miliknya. *Owner* tidak serta merta ingin proyeknya selesai begitu saja. Mereka ingin agar proyek selesai secepatnya, atau selesai dengan harga yang serendah-rendahnya atau selesai dengan keadaan tertentu. *Owner* yang ingin proyeknya selesai cepat akan tidak merasa puas, jika proyeknya memakan biaya lebih rendah, namun terlambat dari jadwal. *Owner* yang mengutamakan kualitas tinggi tidak akan puas apabila proyek berjalan lebih cepat dan biaya lebih murah, tetapi kualitasnya rendah.

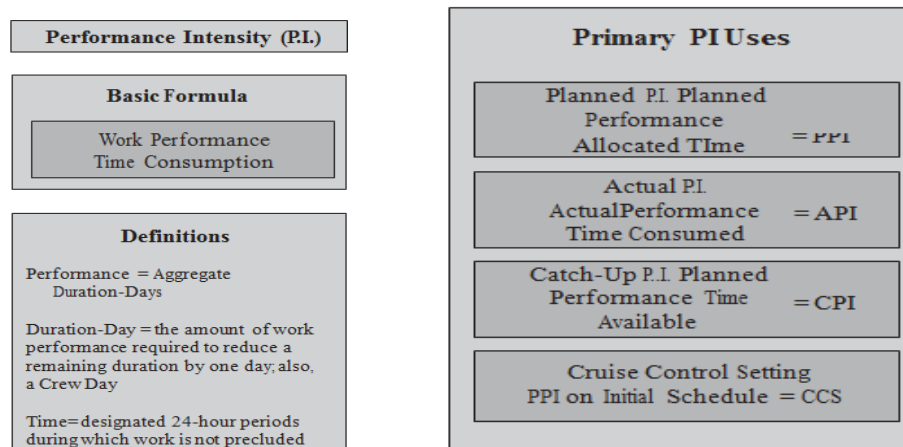
Kriteria yang diinginkan *owner* ini dapat membantu manajer proyek untuk menentukan metode penjadwalan proyek yang tepat. Penjadwalan proyek dengan metode momentum ini akan cocok untuk mengendalikan proyek dengan *owner* yang lebih perhatian dalam hal waktu. Momentum sama sekali tidak menggunakan biaya dalam hal mengatur dan menentukan jadwal proyek. Formula yang digunakan teori *Momentum Management* dalam menjadwalkan proyek, semuanya berbasis waktu.

2.4. Performance Intensity

Momentum Management terkait erat dengan istilah *Performance Intensity*. *Performance Intensity* adalah salah satu perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui laju pekerjaan proyek. *Performance Intensity* pada teori ini sama halnya dengan "kecepatan" saat mengendarai sebuah mobil.

Penemuan variabel *Performance Intensity* ini diawali dari keinginan Murray untuk memiliki suatu persamaan untuk penjadwalan proyek, yang tidak rumit dan familiar untuk semua orang, sehingga mudah dimengerti oleh semua orang. Untuk menyajikan data penjadwalan proyek, yang diperlukan adalah ukuran "waktu" dan bukan ukuran jumlah atau volume pekerjaan yang tercapai. Oleh karena itu, digunakan *Duration-day* sebagai salah satu variabel dalam rumusan *Performance Intensity*. Sedangkan *duration-day* adalah volume pekerjaan tertentu untuk menyelesaikan 1 durasi pada suatu aktivitas (Woolf, 2007).

Duration-day adalah volume kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan durasi aktivitas proyek sebesar satu hari. Istilah ini disebut juga dengan *Crew-Day*. Variabel *duration-day* digunakan sebagai pembilang dalam formula *Performance Intensity*. Sedangkan untuk variabel penyebutnya, didapatkan waktu proyek atau *workdays* (hari kerja). Persamaan *Performance Intensity* dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Rumus Performance Intensity (Woolf, 2007)

2.4.1. Duration-Days

Duration-days adalah pencapaian volume kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan durasi aktivitas proyek sebesar satu hari. Istilah ini disebut juga dengan *Crew-Day*. Penjelasan mengenai *duration-day* akan terlihat lebih jelas pada **Gambar 3**.

Aktivitas	Durasi (hari)	Tanggal Proyek			
		1	2	3	4
A	3	1	1	1	
B	2	1	1		

Gambar 3. Duration-Days

Pada penggalan *barchart* sederhana ini, aktivitas A memiliki *duration-days* sebesar 3 hari dan aktivitas B sebesar 2 hari. Hal ini sesuai dengan durasi yang dimiliki masing - masing aktivitas. Namun demikian, nilai **1 *duration-days*** pada aktivitas A dan B adalah **berbeda**.

1 *Duration-days* aktivitas A = 100% dibagi 3 hari = 33,33%

1 *Duration-days* aktivitas B = 100% dibagi 2 hari = 50%

Jadi, apabila aktivitas A sudah selesai 33,33%, aktivitas A dianggap telah menyelesaikan 1 *duration-days*. Sedangkan aktivitas B baru akan dianggap menyelesaikan 1 *duration-days* apabila telah menyelesaikan volume pekerjaan sebesar 50%.

Pemberian *duration-days* pada tahap perencanaan dilakukan dengan memberi nilai 1 pada setiap hari kerja suatu aktivitas. Sedangkan pemberian *duration-days* pada tahap kontrol dilakukan berdasarkan *monitoring* lapangan. Sebagai contoh untuk pemberian *duration-days*, anggap saja keadaan aktual menunjukkan bahwa pada akhir hari pertama, aktivitas A dan B masing - masing telah selesai sebesar 40%. Kondisi ini dapat dilihat pada **Gambar 4**.

AKTUAL						
Aktivitas	Durasi (hari)	Tanggal Proyek				STATUS
		1	2	3	4	
A	3	1				40%
B	2	0				40%

Gambar 4. Aktual Akhir Hari Pertama

2.4.2. *Work Performance*

Work Performance adalah variabel pembilang pada rumus dasar perhitungan *Performance Intensity*. *Work Performance* adalah kumpulan atau jumlah dari *duration-days* seluruh aktivitas dalam suatu periode tertentu.

2.4.3. *Time Consumption*

Time Consumption adalah variabel penyebut pada rumus dasar perhitungan *Performance Intensity*. *Time Consumption* adalah waktu yang digunakan dalam suatu periode tertentu.

2.4.4. Analisa Hasil Perhitungan

Dengan rumus – rumus diatas, ada beberapa hal yang dapat diketahui berhubungan dengan penjadwalan proyek, antara lain:

1. Kecepatan dan Status Proyek per Periode
Status proyek dan kecepatan proyek dapat diketahui dengan melakukan perhitungan API dan PPI, kemudian membandingkan nilainya.
2. Kecepatan dan Status Proyek Keseluruhan
Status proyek dan kecepatan proyek dapat diketahui dengan menghitung kumulatif API periode - periode yang telah dilalui dan *Cruise Control* kemudian membandingkan nilai keduanya.
3. Prediksi Akhir Proyek
Prediksi kapan selesainya proyek dapat diketahui dengan melakukan perhitungan CPI, API, dan PPI.

2.4.5. *Pencatatan Performance*

Saat proyek telah dimulai, cara pencatatan terhadap pencapaian *performance* harus segera ditentukan dan dilaksanakan. Hal yang perlu diperhatikan saat melakukan pencatatan atau *monitoring* antara lain:

1. Frekuensi Pencatatan
2. Siapa yang Mencatat Data
3. Jenis - Jenis *Percent-Complete*

Dalam melakukan pencatatan data, hal yang paling krusial adalah menentukan apa yang menjadi dasar untuk melakukan progress aktivitas. Dasar pencatatan *percent-complete* sebaiknya tidak

berubah – ubah dalam perjalanannya. Ada berbagai macam cara untuk menentukan *percent-complete* suatu aktivitas (Woolf, 2007)

- a. Durasi Proyek
- b. Tenaga Kerja yang digunakan
- c. Modal atau Uang yang digunakan
- d. *Earned Duration-Days*

Tipe *percent-complete* ini membandingkan antara *duration-days* yang telah tercapai (*earned*) dengan total seluruh *duration-days* dijadwal. Hal ini menunjukkan status proyek dengan dasar aktivitas yang telah dikerjakan. Pengambilan data dengan menggunakan *earned duration-days* inilah yang menjadi dasar untuk menentukan *percent-complete* pada *Performance Intensity*.

- e. Bobot Aktivitas
- f. Perhitungan Jumlah Aktivitas
- g. Pengamatan Lapangan

3. Metodologi Penelitian

3.1. Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan dengan mempelajari konsep pengukuran kinerja waktu proyek dengan *Performance Intensity* dari buku dan referensi-referensi yang berhubungan dengan *Performance Intensity* dan *Momentum Management*.

3.2. Studi Lapangan

Sebagai bahan penelitian, *Performance Intensity (Momentum Management)* akan diaplikasikan pada sebuah proyek apartemen di Surabaya. Kemudian dilakukan analisa terhadap hasil pengukuran dengan metode ini. Proyek ini direncanakan berlangsung sejak bulan Mei 2012 sampai dengan Juni 2014. Studi lapangan dilakukan selama 3 bulan sejak tanggal 27 Agustus 2012 sampai dengan 26 November 2012.

3.3. Pengolahan Data

Pengolahan data terbagi dalam 4 tahap yang terdiri dari tahap persiapan, tahap *monitoring*, tahap kontrol, dan pengolahan *updating*.

3.3.1. Tahap Persiapan atau Tahap Perencanaan

Tahap ini adalah tahap yang pertama. Yang harus dilakukan adalah mencari data berupa *master plan schedule* dalam bentuk *barchart*. *Barchart* ini dibuat oleh kontraktor apartemen tersebut. Sumber data *barchart* ini adalah konsultan pengawas proyek. Langkah – langkah pada tahap persiapan antara lain:

1. Mempersiapkan *master plan schedule* dalam bentuk *barchart*.
2. *Barchart* yang diperoleh dari proyek berupa *barchart* mingguan dan WBS terkecilnya adalah “lantai”. Karena penelitian ini memerlukan *barchart* yang satuan kegiatannya adalah harian dan WBS yang lebih jelas mengenai aktivitas tiap lantainya, maka dilakukan modifikasi pada *barchart*.
3. Menentukan periode akan dilakukannya kontrol terhadap *Performance Intensity*.
4. Melakukan perhitungan *Cruise Control* dan PPI (*Planned Performance Intensity*) setiap periode.

3.3.2. Tahap Monitoring

1. *Monitoring* dilakukan setiap hari pada jam istirahat siang, yaitu pukul 12.00 sampai pukul 13.00.
2. *Monitoring* dilakukan pada pekerjaan struktur 1 tower saja. Pekerjaan struktur meliputi pembesian, bekisting, dan pengecoran. Bagian yang diamati meliputi pekerjaan kolom, balok, dan plat lantai.
3. *Monitoring* tidak dilakukan pada tanggal 26 Oktober 2012 karena merupakan hari libur (Idul Adha).
4. *Monitoring* dilakukan dengan mencatat volume pekerjaan yang terpasang dilapangan.

3.3.3. Tahap Kontrol

1. Tahap kontrol diawali dengan menghitung nilai API (*Actual Performance Intensity*) dan kumulatif API dari periode – periode sebelumnya.
2. Kemudian dilakukan analisa data untuk mengetahui status proyek dan prediksi akhir proyek.
 - Status proyek per periode → Membandingkan nilai API dan PPI
 - Status proyek keseluruhan → Membandingkan nilai kumulatif API dengan *Cruise Control*
 - Prediksi akhir proyek → Prediksi menggunakan kumulatif API periode sebelumnya

3.3.4. Tahap Pengolahan Updating

1. Berdasarkan kondisi aktual di lapangan, dilakukan *updating* untuk rencana periode selanjutnya.
2. *Updating* tidak dilakukan berdasarkan hasil penelitian ini, melainkan dibuat oleh kontraktor. *Update* yang digunakan untuk penelitian ini didapatkan dari pihak konsultan pengawas.

3.5. Tanggapan terhadap Performance Intensity

Tanggapan terhadap *Performance Intensity* berdasarkan hasil penelitian pada proyek apartemen ini.

3.6. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan diambil berdasarkan teori dan hasil pengaplikasian *Momentum Management* pada proyek apartemen. Saran diberikan untuk memberi informasi mengenai hal-hal yang perlu ditambahkan.

4. Pembahasan

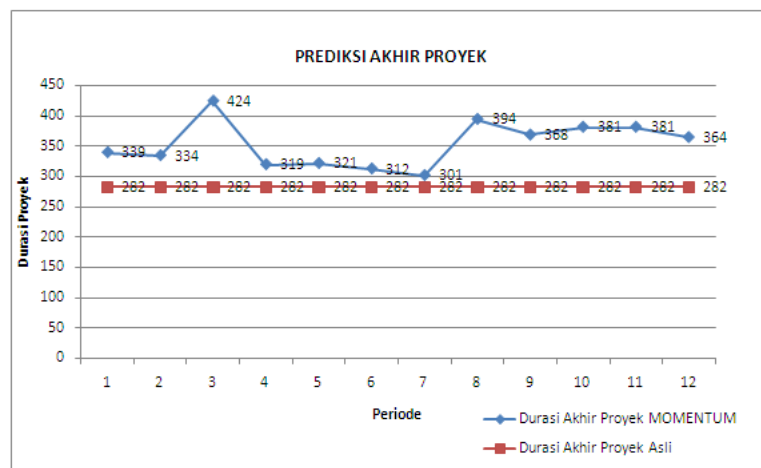
Berikut hasil pengamatan selama 12 periode dapat dilihat pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**. Prediksi durasi akhir proyek dapat dilihat pada grafik **Gambar 5**.

Tabel 1. PPI dan API tiap Periode

Periode	PPI	API
1 (09 September 2012)	6,71	3,71
2 (16 September 2012)	8,43	3,29
3 (23 September 2012)	7,71	2,86
4 (30 September 2012)	7,43	5,29
5 (07 Oktober 2012)	6,57	5,14
6 (14 Oktober 2012)	6,71	4,71
7 (21 Oktober 2012)	5,86	5,29
8 (28 Oktober 2012)	6,43	2,71
9 (04 Nopember 2012)	7,43	6,29
10 (11 Nopember 2012)	8,43	6,86
11 (18 Nopember 2012)	8,14	6,71
12 (25 Nopember 2012)	6,71	5,29

Tabel 2. Kumulatif PPI dan Kumulatif API tiap Periode

Periode	Css	API
1 (09 September 2012)	6,71	3,71
2 (16 September 2012)	6,07	3,50
3 (23 September 2012)	4,90	3,38
4 (30 September 2012)	4,39	3,86
5 (07 Oktober 2012)	6,57	4,11
6 (14 Oktober 2012)	4,55	4,21
7 (21 Oktober 2012)	4,73	4,37
8 (28 Oktober 2012)	4,71	4,24
9 (04 Nopember 2012)	5,02	4,47
10 (11 Nopember 2012)	4,87	4,71
11 (18 Nopember 2012)	5,17	4,89
12 (25 Nopember 2012)	5,30	4,93



Gambar 5. Prediksi Akhir Proyek

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

1. *Momentum Management* memberikan kemudahan bagi penggunaanya karena tidak diperlukan data biaya dan diolah dengan rumus-rumus yang sudah ada.
2. *Performance Intensity* merupakan salah satu kunci penting di dalam *Momentum Management*. Dengan *Performance Intensity* dapat diketahui kecepatan kerja tiap periode dan status proyek.
3. *Momentum Management* dapat memberikan *early warning* agar kontraktor dapat mengambil tindakan lebih dini sebelum proyek lebih jauh terlambat.
4. Prediksi dengan *Momentum Management* dapat dilakukan dengan menggunakan CPI (*Catch up – Performance Intensity*) atau dengan API (*Actual Performance Intensity*) periode-periode sebelumnya. Pada kasus ini digunakan API periode sebelumnya karena *update* oleh pihak kontraktor dilakukan setiap minggu untuk 2 minggu selanjutnya bukan keseluruhan pekerjaan proyek. *Update* yang dilakukan tidak mengembalikan jadwal proyek ke semula.
5. Kendala dalam melakukan kajian mengenai *Momentum Management* adalah masih sedikitnya sumber - sumber yang membahas tentang topik ini.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut tentang *direction* (arah), *critically*, dan *dilemma control* pada *Momentum Management*. Hal ini akan berguna pada saat melakukan *updating*. Aktivitas mana yang sebaiknya dipercepat agar proyek tidak terlambat.
2. Hasil prediksi yang diberikan *Momentum Management* berbeda dengan yang ditunjukkan oleh CPM (*Critical Path Method*). *Momentum Management* perlu diterapkan lebih banyak lagi pada proyek-proyek konstruksi agar dapat diteliti ketepatannya.

6. Daftar Referensi

- Bennatan, E.M. (1995). *One Time Within Budget : Software Project Management Practice and Techniques*. John Wiley and Sons, Inc, New York.
- Gould, Frederick E. (1997). *Managing the Construction Process*. Frederick Pearson Education, Inc, Upper Saddle River, New Jersey.
- Woolf, Murray B. (2007). *Faster Construction Project with CPM Scheduling*. The McGraw-Hill Companies.