

ANALISA KETERLAMBATAN PADA PROYEK BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT DI SURABAYA DENGAN METODE *WINDOW DELAY ANALYSIS*

Antony Kristanto Cahyadi¹, Rick Biantoro² dan Paulus Nugraha³

ABSTRAK : Metode *Window Delay Analysis* merupakan salah satu metode untuk menganalisa keterlambatan yang terjadi pada sebuah proyek konstruksi. Dengan mengumpulkan data proyek berupa *as planned bar-chart*, *as built bar-chart*, *site memo*, *critical path method* (CPM), dan detail aktivitas yang terjadi pada setiap minggu atau bulan dapat menunjukkan waktu, durasi, pekerjaan, dan siapa yang bertanggung jawab atas keterlambatan yang terjadi pada suatu proyek. Metode *Window Delay Analysis* merupakan metode yang melakukan analisa dengan melakukan substitusi *as planned bar-chart* dengan *as built bar-chart* melalui proses *snapshot window* yang dilakukan secara periodik (contoh : minggu, bulanan). Penelitian menggunakan data dari sebuah proyek gedung bertingkat yang belum selesai dan mengalami *reschedule* sebanyak 2 kali. Berdasarkan hasil analisa keterlambatan proyek dengan metode *window delay analysis*, hasil dapat menunjukkan waktu, durasi, dan pekerjaan yang mengalami keterlambatan secara bersamaan. Namun belum dapat menunjukkan hasil berupa *stakeholder* yang bertanggung jawab atas terjadinya keterlambatan dikarenakan kurangnya data seperti *site memo*, CPM, dan detail aktivitas. Hasil dari *window delay analysis* akan lebih baik apabila kekurangan data diatas dilengkapi untuk mendapatkan hasil analisa yang dapat digunakan untuk mengajukan klaim keterlambatan.

KATA KUNCI: *window delay analysis*, *as planned bar-chart*, *as built bar-chart*, substitusi, periodik, keterlambatan

1. PENDAHULUAN

Ketepatan waktu dalam menyelesaikan suatu proyek merupakan tujuan utama dari pemilik proyek dan juga kontraktor. Namun, keterlambatan adalah hal yang sangat umum terjadi di hampir semua proyek, maka terdapat tuntutan untuk menganalisa delay dengan tujuan mengambil keputusan yang tepat dalam mengajukan kompensasi klaim keterlambatan. *Window delay analysis* dimana *tool* ini dapat menganalisa kontribusi keterlambatan yang diberikan oleh pemilik proyek dan kontraktor dari awal proyek hingga akhir proyek secara berurutan. *Window delay analysis* dapat menyampaikan keterlambatan maupun percepatan yang terjadi pada suatu proyek secara bersamaan yang mengacu kepada evaluasi *critical-path* dan *near critical-path*. Dalam penerapannya *window delay analysis* membutuhkan input data proyek berupa *As Planned Bar-Chart*, *As Built Bar-Chart*, *site memo*, dan CPM agar saat melakukan *snapshot window* diharapkan dapat serupa dengan kondisi proyek pada periode tersebut.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, antony.kristanto@gmail.com

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, rick_biantoro@ymail.com

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, pnugraha@petra.ac.id

2. LANDASAN TEORI

2.1. Window Delay Analysis

Menurut David Barry (2009), *window delay analysis Method* dapat dipakai sebagai *tool* dalam menyelesaikan konflik mengenai keterlambatan yang terjadi didalam dunia konstruksi. Konsep daripada *Window delay analysis Method* adalah dengan melakukan analisa perbandingan antara jadwal proyek yang direncanakan (*As Planned Bar-Chart*) dengan progres proyek aktual (*As Built Bar-Chart*) yang diawali dengan pengambilan *snapshot window* disetiap periode yang telah ditentukan (contoh: mingguan atau bulanan) yang sebelumnya model dari progress tersebut diolah terlebih dahulu menjadi *bar chart*.

Oleh karena itu menurut David Barry pada "*Beware The Dark ARTS! Delay Analysis And The Problems With Reliance On Technology*" *Paper Construction Law International Conference, January 2009*, terdapat 3 kriteria yang harus dipenuhi dalam melakukan metode *window delay analysis*, yaitu :

- Data mengenai jadwal proyek rencana dengan data progress proyek aktual harus sedetail mungkin dan telah diolah menjadi *bar chart*.
- Setiap saat melakukan *snapshot window* setiap elemen pekerjaan dari *snapshot* sebelumnya harus saling melanjutkan progresnya.
- Untuk melakukan pengambilan *snapshot window* selanjutnya dibutuhkan keakuratan dan dasar pengambilan yang beralasan agar terdapat kesinambungan antara *snapshot* lama dengan *snapshot* baru.

2.1.1. Prosedur Window Delay Analysis

1. Pada tahap awal dalam melakukan *window delay analysis* dibutuhkan pengumpulan berupa *As Planned Bar-Chart*, *As Built Bar-Chart*, *site memo*, dan CPM proyek yang diteliti.
2. Setelah mengumpulkan data yang diperlukan, dilakukan *breakdown* pekerjaan pada setiap lantai (misal: Lantai 1 → pekerjaan struktur, pekerjaan arsitektur, pekerjaan listrik dan pemipaan) yang selanjutnya diolah menjadi *bar-chart*.
3. Merencanakan interval dalam melakukan *snapshot window* (misal: mingguan, bulanan)

**Tabel 1. Merencanakan Interval dalam Melakukan Snapshot Window
(Misal: Mingguan, Bulanan)**

No	WINDOW Period (week)	Schedule at Window Start	Schedule at Window Finish
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Dalam **Tabel 1** ini berisi :

- Nomor adalah Nomer Snapshot Window
- Window Period adalah Interval dari tiap windownya
- Schedule at Window adalah Snapshot sebelumnya
- Schedule at Finish adalah Snapshot yang dicari

4. Melakukan perbandingan antara *As Planned Bar-Chart* dan *As Built Bar-Chart*.
5. Apabila *As Planned Bar-Chart* dan *As Built Bar-Chart* pada pada *window* sama, maka dapat dilakukan *snapshot window* untuk interval minggu atau bulan selanjutnya. Apabila *As Planned Bar-Chart* dan *As Built Bar-Chart* pada *window* tidak sama, maka terjadi percepatan atau keterlambatan selama interval waktu yang sedang dianalisa. Apabila terjadi percepatan dan *event* tersebut mempercepat waktu penyelesaian proyek hasil dari percepatan tersebut menjadi *saving*. Sebaliknya apabila terjadi keterlambatan, maka selanjutnya kita dapat melihat *site memo* pada saat waktu dimana terjadi keterlambatan dan menganalisa keterlambatan tersebut lebih dalam, terdapat 3 macam kondisi dimana terjadi keterlambatan :
 - a) Keterlambatan terjadi pada suatu *event* namun tidak menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek atau tidak terjadi di *critical path* dan tidak menyebabkan *critical path* berubah. Maka tidak dihitung sebagai keterlambatan yang perlu dipertanggung jawabkan karena *event* tersebut memiliki *float*.
 - b) Keterlambatan terjadi pada suatu *event* yang menyebabkan keterlambatan pada penyelesaian proyek, maka dihitung sebagai keterlambatan yang perlu dilihat penyebabnya di *site memo*, sehingga dapat ditentukan siapa yang bertanggung jawab atas keterlambatan tersebut.
 - c) Keterlambatan terjadi pada suatu *event* yang tidak berada di *critical path* pada *window* sebelumnya, namun menyebabkan terjadinya perubahan *critical path* pada *window* yang sedang dianalisa diakibatkan *event* tersebut tidak memiliki *float*. Pada kasus ini diperlukan penelitian lebih mendalam dengan mencari *event* dimana *critical path* tepat mengalami perubahan dengan melakukan penambahan *window* antara *event* dimana tepat terjadi perubahan *critical path* dengan *window* yang sedang dianalisa, dan selanjutnya disebut *sub-window*. Hal ini bertujuan agar analisa dapat dilakukan lebih detail dengan menganalisa berapa lama keterlambatan tersebut mempengaruhi waktu penyelesaian proyek.
1. Setelah mengetahui berapa lama percepatan atau keterlambatan yang terjadi pada *window* yang sedang dianalisa selanjutnya kita perlu memasukkan kedalam **Tabel 2**:

Tabel 2. Tabel Delay/ Saving

Activity Description	Start of Window			End of Window			Activity Delay	Activity Saving	Forecast Project FINISH	NOTE
	Planned START	Planned FINISH	BO - BO T	Revised START	Revised FINISH	BO - BO T				
	Net Delay or Savings as of Baseline									
	Net Delay or Savings as of Update 1									

Dalam **Tabel 2** ini berisi :

- Activity Description adalah Aktivitas yang direncanakan atau dikerjakan pada suatu window dengan interval tertentu.
- Planned Start adalah Aktivitas yang direncanakan untuk dimulai.
- Planned Finish adalah Aktivitas yang direncanakan untuk selesai.
- Revised Start adalah Dimana aktivitas yang benar-benar dimulai.
- Revised Finish adalah Dimana aktivitas yang benar-benar selesai akibat prestasi yang dicapai dengan interval tertentu.

- Activity Delay bernilai positif yang merupakan total delay dari suatu aktivitas dengan interval tertentu.
 - Activity Saving bernilai negative yang merupakan total saving dari suatu aktivitas dengan interval tertentu.
 - Forecast Project Finish adalah Keseluruhan aktivitas yang telah di selesaikan dengan delay atau saving dengan interval tertentu.
2. Setelah memasukkan data kedalam tabel, dilakukan *snapshot window* untu periode selanjutnya. Hingga pada akhir *window* yang dianalisa didapatkan *total activity delay* dan *total activity saving* serta *delay* dan *saving* pada setiap *window*.
 3. Setelah dilakukan *snapshot* hingga akhir periode *window*, dapat dilakukan pengelompokan analisa keterlambatan setiap periode *window* kedalam satu tabel agar lebih mudah dibaca.

Tabel 3. Tabel Pengelompokan Analisa Keterlambatan

No.	Activity	WINDOW (1-8)								TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
TOTAL										

4. Setelah mendapatkan data *delay* dan *saving* dilakukan pengelompokan berdasarkan pemilik proyek dan kontraktor apabila didapatkan *site memo* dari kedua belah pihak secara terbuka agar pembacaan data semakin mudah bagi kedua belah pihak. Apabila tidak didapatkan *site memo* dari salah satu pihak, maka hasil analisa dapat dijadikan pedoman untuk melakukan negosiasi mengenai klaim keterlambatan secara terbuka.

3. HASIL PERHITUNGAN

Proyek yang diteliti adalah sebuah proyek bangunan bertingkat di Surabaya yang mengalami keterlambatan. Proyek dilaksanakan oleh satu kontraktor utama dan beberapa subkontraktor serta diawasi oleh satu konsultan pengawas. Pelaksanaan konstruksi dimulai pada bulan Oktober 2014 dan direncanakan selesai pada awal bulan Januari 2016 (15 bulan).

Selama proses pelaksanaannya proyek telah mengalami 2 kali penjadwalan ulang yaitu pada minggu ke-31 dan pada minggu ke-53. Setelah penjadwalan ulang yang kedua proyek diberi tambahan waktu dari 65 minggu menjadi 77 minggu untuk menyelesaikan proyek. Hasil analisa daripada metode window delay analysis daripada proyek tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Analisa Window 1-8

No.	Activity	WINDOW (1-8)								TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Pekerjaan Tanah & Lain-lain	-2	0	0	0	0	0	0	0	-2
2	Lantai semi-basement	0	+1	0	0	0	0	0	0	1
3	Lantai 1	0	0	+2	+1	0	0	0	0	3
4	Lantai 2	0	0	0	+1	+2	-2	0	0	1
5	Lantai 3	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1
6	Lantai 4	0	0	0	0	0	0	+1	0	1
7	Lantai 5	0	0	0	0	0	0	+1	+1	2
8	Lantai 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Lantai 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Lantai 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Lantai 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Lantai 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Lantai 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Lantai 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Lantai atap,atap lift, dak	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Pekerjaan Struktur BAJA	0	0	0	-6	0	0	0	0	-6
TOTAL		-2	1	2	-4	2	-3	2	1	-1

Table 5. Hasil Analisa Window 9-14

No.	Activity	WINDOW (9-14)						TOTAL
		9	10	11	12	13	14	
1	Pekerjaan Tanah & Lain-lain	0	0	0	0	0	0	0
2	Lantai semi-basement	0	0	0	0	0	0	0
3	Lantai 1	0	0	0	0	0	0	0
4	Lantai 2	0	0	0	0	0	0	0
5	Lantai 3	0	0	0	0	0	0	0
6	Lantai 4	0	0	0	0	0	0	0
7	Lantai 5	0	0	0	0	0	0	0
8	Lantai 6	0	0	0	0	0	0	0
9	Lantai 7	0	0	0	0	0	0	0
10	Lantai 8	0	0	0	0	0	0	0
11	Lantai 9	0	0	0	0	0	0	0
12	Lantai 10	0	0	+1	0	0	0	1
13	Lantai 11	0	0	0	0	0	0	0
14	Lantai 12	0	0	0	0	0	0	0
15	Lantai atap,atap lift, dak	0	0	0	-1	0	0	-1
16	Pekerjaan Struktur BAJA	0	0	0	+1	+4	+1	6
TOTAL		0	0	1	0	4	1	6

Tabel 6. Hasil Analisa Window 15-19

No.	Activity	WINDOW (15-19)					TOTAL
		15	16	17	18	19	
1	Pekerjaan Tanah & Lain-lain	+3 (a)	0	0	0	0	3
2	Lantai semi-basement	0	0	0	0	0	0
3	Lantai 1	0	+2 (b)	+4	+5	+4	15
4	Lantai 2	0	0	0	0	0	0
5	Lantai 3	0	0	0	0	0	0
6	Lantai 4	0	+2 (b)	0	0	0	0
7	Lantai 5	0	0	0	0	0	0
8	Lantai 6	0	0	0	0	0	0
9	Lantai 7	0	0	0	0	0	0
10	Lantai 8	0	0	0	0	0	0
11	Lantai 9	0	0	0	0	0	0
12	Lantai 10	0	0	0	0	0	0
13	Lantai 11	0	0	0	0	0	0
14	Lantai 12	0	+2 (b)	0	0	0	0
15	Lantai atap,atap lift, dak	0	0	0	0	0	0
16	Pekerjaan Struktur BAJA	+3 (a)	-1	0	0	0	-1
TOTAL		3	1	4	5	4	17

Proyek mengalami *delay* pada pekerjaan struktur dimulai sejak dilakukannya *reschedule* 1 dimana dapat dilihat pada (tabel 4.4.) *simplified tabel window* 1-8, hasil total *delay/saving* menunjukkan nilai negative (-) yang berarti *saving* atau pekerjaan struktur akan selesai lebih cepat 1 minggu dari rencana awal. Setelah melakukan *snapshot window* lebih lanjut ditemukan bahwa pada *window* ke-9 dan ke-10 belum terjadi *delay* sama sekali, namun pada *window* ke-11 terdapat aktivitas yang menyebabkan pekerjaan struktur mengalami *delay* yaitu aktivitas pekerjaan “lantai 10”. Keterlambatan pertama setelah dilakukannya *reschedule* 1 terjadi dikarenakan pekerjaan “lantai 10” yang direncanakan untuk mulai dikerjakan apabila pekerjaan “lantai 9” telah mencapai bobot 0.093% dari bobot total pekerjaan struktur. Namun kenyataannya saat dilakukan *snapshot window* ke-11 pekerjaan “lantai 10” belum mulai mengalami progress apapun dimana pekerjaan “lantai 9” telah mencapai 0,421% pada minggu ke 39 atau awal *window* ke-11 dan 0,580% pada minggu ke-40 atau akhir dari *window* ke-11.

Delay terbanyak yang dialami setelah dilakukannya *reschedule* 1 adalah pada *snapshot window* ke-12 hingga ke-14, dimana “pekerjaan struktur BAJA” mengalami total *delay* sebanyak 6 minggu dalam 3 *snapshot window* tersebut. Setelah melakukan *snapshot window* ke-14, dilakukan *substitusi As Planned Bar-Chart reschedule* 2, dan setelah dilakukan *reschedule* 2 “pekerjaan tanah dan lain-lain” dan “pekerjaan struktur BAJA” yang berada pada *critical path* tidak dapat mencapai *progress* seperti yang diharapkan, dimana “pekerjaan tanah dan lain-lain” yang direncanakan untuk mulai pada minggu ke-53 dan berakhir pada minggu ke-67 tidak dapat di selesaikan pada minggu ke-67 namun berubah menjadi minggu ke-70 dikarenakan *progress* yang direncanakan pada saat sebelum dilakukannya *snapshot window* ke-15 adalah 0,016% hanya direalisasikan sebesar 0,001% dari bobot total. Hal yang sama juga terjadi pada “pekerjaan struktur BAJA” yang direncanakan untuk mendapatkan *progress* sebesar 0,074% pada *window* ke-15 dan yang terjadi adalah “pekerjaan struktur BAJA” tidak mengalami *progress* sama sekali. Kedua hal tersebut membuat *delay* selama 3 minggu. Hal serupa terjadi pada *snapshot window* ke-17 hingga ke-19 dimana setelah terjadi perubahan jalur kritis di *window* ke-17 menjadi pekerjaan “lantai 1”, pekerjaan “lantai 1” tidak mengalami *progress* apapun selama dilakukannya *snapshot window* ke-17 hingga ke-19 dan menyebabkan *delay* total sebesar 13 minggu.

Hasil diatas lalu dibuat dalam ringkasan yang berisikan rekapitulasi *delay* secara total seperti pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Rekapitulasi Delay Total

TABEL REKAPITULASI <i>Simplified Table</i> DELAY DAN SAVING			
No	WINDOW	NET Delay / Saving	Note
1	1-8	-1	sebelum R-1
2	9-14	6	setelah R-1
3	15-19	17	setelah R-2
TOTAL		22	(DELAY)

Dari hasil rekapitulasi *simplified table* ditemukan bahwa terdapat 22 *delay* pada pekerjaan struktur, 22 *delay* tersebut terjadi diantara minggu ke-31 hingga minggu ke-73. Hasil daripada *window delay analysis* didapatkan dari melihat total *delay* yang disebabkan oleh masing-masing pekerjaan di dalam pekerjaan struktur.

- Lantai 10 (*window 11*) : *delay* 1 minggu (tidak ada data pada *site memo*)
- Pekerjaan Struktur BAJA (*window 12*): *delay* 1 minggu (*site memo* 119/SM-STR/MKU-PP/GP1-2/UKP/VIII/15)
- Pekerjaan Struktur BAJA (*window 13*): *delay* 4 minggu (*site memo* 121/SM-STR/MKU-PP/GP1-2/UKP/VIII/15)
- Pekerjaan Struktur BAJA (*window 14*): *delay* 1 minggu (*site memo* 168/SM-STR/MKU-PP/GP1-2/UKP/VIII/15)
- Pekerjaan Tanah & Lain-lain dan Pekerjaan Struktur BAJA (*window 15*): *delay* 3 minggu (*site memo* 183&189/SM-STR/MKU-PP/GP1-2/UKP/VIII/15)
- Lantai 1 & Lantai 4 & Lantai 12 (*window 16*): *delay* 2 minggu (tidak ada pada *site memo*)
- Lantai 1 (*window 17*): *delay* 4 minggu (tidak ada pada *site memo*)
- Lantai 1 (*window 18*): *delay* 5 minggu (tidak ada pada *site memo*)
- Lantai 1 (*window 19*): *delay* 4 minggu (tidak ada pada *site memo*)
- Lantai atap, Lift atap, dak (*window 12*): *saving* 1 minggu (tidak ada pada *site memo*)
- Lantai atap, Lift atap, dak (*window 16*): *saving* 1 minggu (tidak ada pada *site memo*)
- Hasil dari sebelum dilakukan *reschedule* 1: *saving* 1 minggu (Pekerjaan Struktur BAJA memiliki performa yang sangat baik)

4. HASIL DAN ANALISIS

Terlihat dari hasil *window delay analysis* yang dilakukan bahwa proyek tersebut pada awalnya melakukan progres yang baik, bahkan proyek sempat melakukan *saving*, meski hanya sebanyak 1 minggu. Namun, mulai pada *window* ke 11 mulai ada terjadi *delay* yang akhirnya terakumulasi menjadi sebanyak 22 minggu. Melalui tabel hasil analisa *window* maka dapat dilihat pekerjaan apa saja yang menyebabkan keterlambatan, dengan menggunakan *window* maka peneliti dapat melakukan pengecekan kepada *site memo* mengenai penyebab daripada tiap-tiap keterlambatan yang terjadi. Sehingga dapat dibuat sebuah laporan untuk diberikan kepada para *stakeholder* sebagai *tool* dalam melakukan klaim keterlambatan.

Adapun berikut adalah beberapa hambatan yang ditemukan dalam proses analisa keterlambatan menggunakan *window delay analysis* antara lain:

- Hasil penelitian akan lebih baik apabila tersedia CPM dari proyek untuk melihat hubungan antara setiap pekerjaan dan *logic relationship* setiap pekerjaan.
- Hasil penelitian akan lebih baik apabila tersedia *site memo* dari pihak kontraktor-owner. Kesimpulan akan lebih baik apabila tersedia *site memo* dari pihak pengawas-kontraktor secara urut dan lengkap.
- Hasil penelitian akan lebih baik apabila tersedia informasi mengenai detail aktivitas yang akan dikerjakan pada waktu tertentu.
- Kesimpulan akan lebih baik apabila tersedia data mengenai detail progres yang terjadi.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa keterlambatan dengan metode Window Delay Analysis pada salah satu proyek bangunan gedung bertingkat di Surabaya, dapat disimpulkan bahwa :

1. Metode window delay analysis yang diterapkan mendapatkan hasil hingga total delay, total saving, dan aktivitas yang mengalami delay atau saving serta waktu dimana aktivitas mengalami delay atau saving. Sekiranya bisa didapatkan data yang lengkap dari proyek yang dianalisa maka akan bisa didapatkan hasil analisa berupa *stakeholder* yang bertanggung jawab atas keterlambatan pada proyek.
2. Pada proyek kali ini, terdapat kendala berupa kurang lengkapnya data *site memo* yang didapatkan dan informasi mengenai *delay* atau *saving* yang terjadi sehingga *window delay analysis* hanya dapat menganalisa *delay* dan *saving* yang terjadi pada proyek yang dianalisa keterlambatannya. Perlu dipertemukannya para *stakeholder* yang bersangkutan dengan itikat baik untuk menggali lebih dalam guna mengetahui penyebab-penyebab *delay* atau *saving* yang terjadi.
3. Kecocokan penerapan *window delay analysis* dalam menganalisa keterlambatan proyek adalah:
 - *Window delay analysis* memungkinkan untuk menggambarkan atau melakukan reka ulang peristiwa *delay* atau *saving* yang terjadi setiap bulan dengan mengambil interval *snapshot window* bulanan yang disajikan dalam bentuk *bar-chart*.
 - Metode analisa ini memperitungkan *delay* dan *saving* yang terjadi di setiap *snapshot window*.
 - Melihat banyaknya aktivitas yang mengalami *delay* pada setiap bulan metode *window delay analysis* dapat menganalisa hal-hal yang terjadi setiap bulan.

6. DAFTAR REFERENSI

- Proboyo, B. (1999). "Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek: Klasifikasi dan Peringkat dari Penyebab-penyebabnya". *Dimensi Teknik Sipil* Volume 1, No. 1 Maret 1999
- Ottesen, Jeffery L . 2006. "Concentrated Window Analysis Result" . 2006 AACE International Transaction CDR.11
- Barry, David , 2009. "Beware The Dark ARTS! Delay Analysis and the Problems with Reliance on Technology" *Paper Construction Law International Conference*, January 2009
- Hegazy, Saad , 2012. "Delay Analysis Methodology in UAE construction Project :Delay Claims, Literature Review" . *PM World Journal* Vol.I, Issue II – September 2012
- Hegazy, Saad . 2011. "Causes of Delay Claims in UAE construction Project, and the efeect in Choosing Delay analysis Methodology" . *IPMA 25th World Congress – Brisbane, Queensland, 2011*