

IMPLEMENTASI MULTIPLE ACTIVITY CHART DALAM EVALUASI PEMANFAATAN TOWER CRANE PADA BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT

Lucia Dwi Noviana¹ dan Wulfram I. Ervianto²

¹Alumni Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari No. 44 Yogyakarta

² Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari No. 44 Yogyakarta
E-mail: ervianto@mail.uajy.ac.id

ABSTRAK

Produk dari proyek konstruksi adalah bangunan dengan karakteristik unik dan tunggal. Dalam usaha merealisasikan gambar rencana, pengelola proyek akan melalui berbagai tahap dimulai dari tahap disain hingga pelaksanaan dan diakhiri tahap penggunaan. Tingkat kompleksitas pengelolaan proyek bergantung dari jenis proyek, tingkat kesulitan proyek dan faktor lain. Untuk mencapai tujuan proyek utamanya pada tahap konstruksi diperlukan perencanaan dalam menetapkan metoda, alat, pekerja. Salah satu sumberdaya terpenting yang harus tersedia pada saat melaksanakan kegiatan proyek adalah peralatan konstruksi. *Tower crane* merupakan suatu alternatif pilihan alat berat yang sangat membantu dalam proses pelaksanaan proyek konstruksi dengan kapasitas yang besar, dengan tetap memperhatikan faktor efisiensi dan urgensinya. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi pemanfaatan *tower crane* dalam proses konstruksi pada bangunan gedung bertingkat. Sebagai data pendukung dalam penelitian ini diperoleh secara langsung dengan cara pengamatan di lokasi proyek di Yogyakarta. Pengumpulan data digunakan blangko yang telah disiapkan dan diolah dengan menggunakan konsep *Multiple Activity Chart*. Hasil yang diperoleh adalah pilihan terbaiknya dengan cara menggunakan tiga buah sling baja dalam memindahkan berbagai material dari *basement* hingga lantai 3 berturut-turut adalah sebagai berikut : (1) besi, 351 ton/hari, 459 ton/hari, 522 ton/hari; 450 ton/hari; (2) kayu, 414 ton/hari, 459 ton/hari, 504 ton/hari, 504 ton/hari; (3) agregat beton, 594 m³, 693 m³, 540 m³, 522 m³. Persamaan regresi yang dihasilkan untuk memprediksi kapasitas *tower crane* dalam memindahkan besi adalah: $Y = 411.2674 + 9.0682X$; kayu adalah $Y = 438.7428 + 9.5383X$ dan agregat beton adalah $Y = 620.9674 - 8.9318X$, dengan X adalah elevasi tujuan pemindahan.

Kata kunci : *Tower crane*, produktivitas, proyek konstruksi

1. PENDAHULUAN

Dalam usaha merealisasikan gambar rencana menjadi wujud fisik dibutuhkan berbagai sumberdaya. Sebagai input pada tahap konstruksi, paling tidak diperlukan lima sumberdaya proyek, yaitu : pekerja, alat, metoda, bahan dan uang. Kelima sumberdaya tersebut harus dimobilisasikan bersama sesuai dengan jumlah dan waktu dibutuhkannya dalam proses konstruksi. Salah satu sumberdaya penting yang harus tersedia pada saat pelaksanaan kegiatan proyek adalah peralatan konstruksi. Berbagai jenis dan ukuran peralatan konstruksi dari peralatan ringan (cangkul, cethok) hingga peralatan berat (*excavator*, *buldozer*, *tower crane*) harus tersedia sesuai dengan kebutuhan di lapangan. Pimpinan proyek wajib mempertimbangkan dari berbagai aspek dalam menetapkan jenis dan kapasitas alat, baik aspek pengoperasian dan pemeliharaan sehingga dapat dicapai tingkat efisiensi yang telah ditetapkan.

Tower Crane adalah alat untuk memindahkan berbagai material/alat pada arah horisontal maupun vertikal dan merupakan salah satu alternatif peralatan yang patut dipertimbangkan. Penetapan pemilihan *tower crane* sebagai alat bantu sebaiknya dikaji secara cermat agar manfaat yang dihasilkan dapat maksimal dengan cara mengkomparasikan seluruh biaya yang dibutuhkan terhadap peralatan lainnya. Guna mendapatkan informasi tentang pemakaian *tower crane* kiranya diperlukan informasi tentang berapakah tingkat produktivitas *tower crane* dalam proyek konstruksi ?.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui produktivitas *tower crane* pada proyek konstruksi difokuskan untuk pemindahan material besi, kayu dan agregat beton. Guna menggali semua informasi yang dibutuhkan seperti tersebut diatas maka dilakukan penelitian dan pengamatan sebuah *tower crane* yang sedang dioperasikan pada proyek "X" Yogyakarta selama 60 hari sejak tanggal 28 Maret 2008 sampai dengan tanggal 19 Mei 2008.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Crane

Crane adalah sebuah mesin yang memiliki daya angkat besar dan dilengkapi dengan komponen-komponen didalamnya seperti kabel kawat baja, katrol, pengungkit/elevator, pengait dan yang lainnya yang kesemuanya berfungsi untuk mengangkat dan menurunkan material serta memindahkannya dari satu tempat ke tempat lainnya secara horizontal (www.enwikipedia.com). Hal penting yang patut dipertimbangkan dalam penggunaan *crane* adalah: pertama, *crane* harus mampu untuk mengangkat beban dengan spesifikasi berat tertentu dan kedua, *crane* harus tetap stabil dan tidak mudah jatuh (seimbang) ketika beban diangkat dan beban dipindahkan ke tempat lain.

Tower Crane adalah bentuk modern dari *crane*. *Tower crane* memiliki daya angkat yang besar dan biasanya sering digunakan pada konstruksi gedung atau bangunan yang tinggi. *Tower crane* dilengkapi dengan *hoisting* (pengangkat), *slewing* (pemutar), *travelling* dan *luffing* (pejalan dan penjunjat) dan mekanisme lengan lintang (*jib mechanism*). *Tower Crane* dapat diklasifikasikan berdasarkan momen beban. *Tower Crane* dengan momen beban 14, 16 dan 25 ton-meter digunakan pada konstruksi di lingkungan perkampungan dan industri, sedangkan *tower crane* dengan momen beban 40, 60, 100 dan 160 ton-meter digunakan pada konstruksi bangunan-bangunan sipil dan yang berhubungan dengan perkotaan dan *tower crane* dengan momen beban 160 dan 250 ton-meter digunakan untuk program pengembangan industri (tabel 1).

Tabel 1. Klasifikasi *tower crane*

Momen beban (ton-m)	Kapasitas angkat (ton)		Jangkauan maksimum (m)	Tinggi angkat (m)		Berat <i>crane</i> tanpa bobot keseimbangan (ton)
	min	maks		min	maks	
4	0.5	1.0	8	8	13	2.4
16	1.0	2.0	16	13	24	7.0
25	1.5	3.0	18	21	31	13.0
40	2.0	4.0	20	21	31	13.0
60	3.0	5.0	20	21	33	24.0
100	5.0	5.0	20	21	33	28.0
160	8.0	8.0	20	26	36	38.0
250	7.0	25.0	30	40	59	80.0

Sumber: Syamsir A. Muin, 1990

Komponen *tower crane* adalah : (a) pondasi dan *fixing angle*, pondasi yang digunakan adalah *bored pile* dengan empat *fixing angle* di atasnya untuk penempatan *section* pertama yang sebelumnya diletakkan mal di bawah *fixing angle* agar letak *fixing angle* tepat pada sumbunya dan *section* yang diletakkan nantinya tidak miring; (b) *section*, merupakan komponen awal yang diletakkan pertama kali di atas *fixing angle* yang sudah dilapisi mal. Satu *section* tingginya 3 meter dengan bahan dari besi. Untuk menjadi satu *section* yang utuh, tiap komponen *section* dirakit (seperti *scaffolding*) agar menjadi satu bagian yang utuh. Peletakkan *section* pertama kali diangkat oleh *crane*, dan sisanya dinaikkan oleh hidraulik otomatis. Pada *tower crane* ini digunakan 14 *section*; (c) hidraulik, komponen ini berfungsi untuk menaikkan *section* (*jecking*) dengan bantuan *controlweight* atau siku. Prinsip kerjanya adalah sebagai berikut : tiap *section* yang masuk didorong oleh hidraulik hingga posisinya, kemudian ditarik oleh *controlweight* hingga peletakkannya tepat pada lubang penanya. begitu seterusnya untuk *section* berikutnya; (d) *slewing*, merupakan as putar *tower crane* yang memiliki berat 4 ton; (e) *cabin*, adalah tempat operator untuk mengemudikan *tower crane* dan mengarahkan *jib* untuk sling material. Di dalam *cabin* dilengkapi dengan peralatan lengkap yang khusus disediakan untuk operator *tower crane* selama mengoperasikan *tower crane*; (f) layar/*jib*, adalah lengan untuk berputar ke arah jangkauan pada saat pengangkatan material. Panjang *jib* ini adalah 55 meter; (g) *counterweight*, merupakan bandul penyeimbang yang terbuat dari beton dengan masing-masing beratnya 1.5 ton, digunakan enam buah bandul.

Berdasarkan jumlah gerakan kerja, yaitu : (a) tiga gerakan, terdiri dari : *hoisting*, *slewing*, dan *travelling*; (b) empat gerakan, terdiri dari : *hoisting*, *slewing*, *travelling*, *luffing* atau *jibbing*. Secara garis besarnya, cara kerja *Tower Crane* adalah sebagai berikut : (a) sling diikatkan pada beban (material ataupun peralatan lainnya) yang akan diangkat oleh *tower crane*; (b) sling dikaitkan pada *crane*; (c) beban diangkat perlahan ke atas, lengan *crane* berputar memposisikan beban yang diangkat akan diletakkan di mana; (d) sling dilepas dari *crane* dan dari beban yang diangkat, kemudian mengikatkan sling kembali pada *crane*; (e) sling diturunkan ke bawah dan dilepas dari *crane*, sling dikaitkan pada beban kedua begitu seterusnya hingga beban terangkat semuanya.

Work Study

Work study adalah salah satu pendekatan manajemen yang digunakan untuk mempelajari produktivitas pekerja. Produktivitas dapat didefinisikan sebagai *ratio* antara output dengan input, atau *ratio* antara hasil produksi dengan total sumberdaya yang digunakan. *Ratio* produktivitas dalam proyek konstruksi adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi, dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, material, dan alat, dimana keberhasilan proyek konstruksi tergantung dari efektifitas penggunaan sumberdaya tersebut (Ervianto, 2004).

Work study merupakan suatu teknik manajemen yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dengan cara menyempurnakan penggunaan sumberdaya secara tepat. Metode ini menyejajarkan dua metode lain, yaitu *method study* dan *work measurement*. Metode ini secara sistematis dapat digunakan untuk mengetahui dan memperbaiki/meningkatkan kinerja penggunaan sumberdaya dalam proyek.

Method Study

Method Study memiliki fungsi utama memberikan informasi yang cukup sebagai dasar pengambilan keputusan tentang metode yang akan digunakan dengan analisis secara sistematis terhadap berbagai alternatif metode, sehingga penggunaan sumberdaya secara optimum dapat dicapai (Ervianto, 2004). *Method Study* mencakup beberapa tahap berikut ini: (a) penentuan kasus yang akan dipelajari; (b) pencatatan data lapangan; (c) pengujian kegiatan kritis; (d) pengembangan metode konstruksi; (e) implementasi metode yang telah disempurnakan; (f) melakukan penyempurnaan metode dengan cara melakukan pengawasan dengan kontinu.

Multiple Activity Chart

Multiple Activity Chart, digunakan untuk mendata dua atau lebih kegiatan yang saling berhubungan satu sama lain. Diagram ini memperlihatkan satu kegiatan dalam proses konstruksi secara logis dalam satuan waktu, sehingga jika terjadi ketidakwajaran waktu pelaksanaan suatu kegiatan dapat diketahui melalui diagram (Ervianto, 2004). *Multiple Activity Chart*, digunakan untuk menguji beberapa metoda hingga mendapatkan *t (cycle time)* terkecil.

3. DATA DAN ANALISIS DATA

Obyek dalam penelitian ini adalah pemindahan berbagai material oleh *tower crane*, yang terdiri dari pemindahan besi, kayu dan agregat beton. Data mengenai lokasi proyek, karakter bangunan seperti pada tabel 2. Penelitian dan pengamatan sebuah *tower crane* yang sedang dioperasikan pada proyek "X" Yogyakarta selama 60 hari sejak tanggal 28 Maret 2008 sampai dengan tanggal 19 Mei 2008.

Tabel 2. Gambaran umum proyek "X" Yogyakarta

Luas Lahan	± 6,687 m ²
Luas Bangunan	± 22,150 m ²
Jumlah Lantai	Enam lantai
Luas Lantai <i>Basement</i>	± 4,360 m ²
Luas Lantai 1	± 4,130 m ²
Luas Lantai 2	± 4,130 m ²
Luas Lantai 3	± 4,130 m ²
Luas Lantai 4	± 2,700 m ²
Luas Lantai 5	± 2,700 m ² (atap)
Jenis Fondasi	<i>Bored Pile</i>
Mutu beton	struktur atas, K300; struktur bawah, K250

Langkah pertama yang dilakukan adalah kegiatan pengamatan secara langsung untuk mendapatkan informasi mengenai waktu dasar setiap kegiatan pemindahan material dengan jumlah pengamatan masing-masing 30 pengamatan. Alat bantu yang digunakan adalah *stopwatch* beserta lembar pengamatan yang telah dirancang untuk memudahkan pencatatan selama pengamatan. Dalam pengamatan ini kegiatan yang akan dicatat waktu dasarnya adalah: (a) Pengikatan sling pada material, (b) Pengikatan sling pada *crane*, (c) Pengangkatan material, (d) Penempatan material pada posisinya, (e) Pelepasan sling dari *crane*, (f) Pelepasan sling dari material, (g) Pengikatan sling pada *crane*, (h) Sling diturunkan ke bawah, (i) Pelepasan sling dari *crane*. Hasil pengamatan selengkapnya seperti pada tabel 3 sampai dengan tabel 5.

Tabel 3. Rerata waktu pengamatan pemindahan besi pada *basement*, lantai 1, lantai 2, lantai 3

No	Jenis Kegiatan	Basement (menit)	Lantai 1 (menit)	Lantai 2 (menit)	Lantai 3 (menit)
1	Pengikatan sling pada besi	0.60	0.80	0.60	0.50
2	Pengikatan sling pada <i>crane</i>	0.20	0.20	0.20	0.20
3	Pengangkatan besi	1.60	1.00	0.90	1.20
4	Penempatan besi pada posisi pemasangan	0.80	0.60	0.40	0.50
5	Pelepasan sling dari <i>crane</i>	0.20	0.20	0.20	0.20
6	Pelepasan sling dari besi	0.30	0.40	0.30	0.30
7	Pengikatan sling pada <i>crane</i>	0.20	0.20	0.20	0.20
8	Sling diturunkan ke bawah	0.30	0.30	0.30	0.30
9	Pelepasan sling dari <i>crane</i>	0.20	0.20	0.20	0.20

Tabel 4. Rerata waktu pengamatan pemindahan kayu pada *basement*, lantai 1, lantai 2, lantai 3

No	Jenis Kegiatan	Basement (menit)	Lantai 1 (menit)	Lantai 2 (menit)	Lantai 3 (menit)
1	Pengikatan sling pada besi	0.80	0.70	0.50	0.40
2	Pengikatan sling pada <i>crane</i>	0.20	0.20	0.20	0.20
3	Pengangkatan besi	1.10	0.80	0.80	0.90
4	Penempatan besi pada posisi pemasangan	0.80	0.80	0.40	0.50
5	Pelepasan sling dari <i>crane</i>	0.20	0.20	0.20	0.20
6	Pelepasan sling dari besi	0.40	0.40	0.30	0.40
7	Pengikatan sling pada <i>crane</i>	0.20	0.20	0.20	0.20
8	Sling diturunkan ke bawah	0.30	0.30	0.30	0.30
9	Pelepasan sling dari <i>crane</i>	0.20	0.20	0.20	0.20

Tabel 5. Rerata waktu pengamatan pemindahan agregat beton pada *basement*, lantai 1, lantai 2, lantai 3

No	Jenis Kegiatan	Basement (menit)	Lantai 1 (menit)	Lantai 2 (menit)	Lantai 3 (menit)
1	Pengikatan sling pada besi	0.10	0.10	0.10	0.10
2	Pengikatan sling pada <i>crane</i>	0.10	0.10	0.10	0.10
3	Pengangkatan besi	1.00	0.70	1.10	1.20
4	Penempatan besi pada posisi pemasangan	0.40	0.40	0.50	0.50
5	Pelepasan sling dari <i>crane</i>	0.10	0.10	0.10	0.10
6	Pelepasan sling dari besi	0.10	0.10	0.10	0.10
7	Pengikatan sling pada <i>crane</i>	0.10	0.10	0.10	0.10
8	Sling diturunkan ke bawah	0.30	0.30	0.30	0.30
9	Pelepasan sling dari <i>crane</i>	0.10	0.10	0.10	0.10



Gambar 1. Multiple activity chart pemindahan besi, 3 sling di lantai 1

Menit	GRUP BAWAH	CRANE	GRUP ATAS
0	Pen gikatan sling 1 pada kayu		
		Penempatan kayu 1 pada posisi pemasangan	
	Pengikatan sling 2 pada kayu		
2		Penempatan kayu 2 pada posisi pemasangan	
		Penempatan kayu 3 pada posisi pemasangan	
		Penempatan kayu 4 pada posisi pemasangan	
4	Pengikatan sling 3 pada kayu		
		Penempatan kayu 2 pada posisi pemasangan	
		Penempatan kayu 3 pada posisi pemasangan	
		Penempatan kayu 4 pada posisi pemasangan	
6	Pengikatan sling 1 pada kayu		
		Penempatan kayu 1 pada posisi pemasangan	
		Penempatan kayu 2 pada posisi pemasangan	
		Penempatan kayu 3 pada posisi pemasangan	
8			
		Penempatan kayu 1 pada posisi pemasangan	
		Penempatan kayu 2 pada posisi pemasangan	
		Penempatan kayu 3 pada posisi pemasangan	
10			
		Penempatan kayu 1 pada posisi pemasangan	
		Penempatan kayu 2 pada posisi pemasangan	
		Penempatan kayu 3 pada posisi pemasangan	

Gambar 2. Multiple activity chart pemindahan kayu, 3 sling lantai 1

Menit	GRUP BAWAH	CRANE	GRUP ATAS
0			
		Pengangkatan adukan beton 1	
1		Penempatan adukan beton 1 pada posisi pemasangan	
		Penempatan sling 1 ke bawah	
2		Pengangkatan adukan beton 2	
		Penempatan adukan beton 2 pada posisi pemasangan	
3		Penempatan sling 1 ke bawah	
		Pengangkatan adukan beton 3	
4		Penempatan adukan beton 3 pada posisi pemasangan	
		Penempatan sling 2 ke bawah	
5		Pengangkatan adukan beton 1	
		Penempatan adukan beton 1 pada posisi pemasangan	
6			
		Pengangkatan adukan beton 1	
		Penempatan adukan beton 1 pada posisi pemasangan	

Gambar 3. Multiple activity chart pemindahan agregat beton, 3 sling lantai 1

Berdasarkan multiple activity chart, maka dapat diketahui cycle time dari setiap pemindahan berbagai jenis material di setiap lantai. Sebagian dari multiple activity chart untuk pemindahan kayu, besi dan beton di lantai satu dapat dilihat pada gambar 1 sampai dengan gambar 3. Besarnya cycle time dari setiap jenis pekerjaan di setiap lokasi pemindahan (basement sampai dengan lantai tiga) dengan berbagai jumlah sling yang mungkin digunakan dapat dilihat pada tabel 6 sampai dengan tabel 8 pada kolom cycle time.

Produktivitas

Perhitungan produktivitas didasarkan pada cycle time yang diperoleh dari multiple activity chart untuk setiap pemindahan material (besi, kayu dan agregat beton) dari posisi material menuju basement, lantai 1, lantai 2 dan lantai 3. Perhitungan produktivitas diperoleh dengan memanfaatkan cycle time setiap pemindahan material (besi, kayu dan agregat beton) dan kemudian dihitung untuk berbagai alternatif sling yang digunakan (1 sampai dengan 4 sling). Sebelum dilakukan perhitungan perlu diketahui lebih dahulu kapasitas angkat maximum tower crane sesungguhnya. (pada tower crane tipe H 3–36 B dengan kapasitas angkat maximum yang telah diukur oleh Departemen Tenaga Kerja sebesar 3 ton dari kapasitas angkat mula–mula 3.6 ton dan panjang jib 55 m). Produktivitas dari berbagai sling dapat dilihat pada tabel 6 sampai dengan tabel 8.

Tabel 6. *Cycle time* dan produktivitas pemindahan besi

Lokasi	Cycle time (menit)				Produktivitas (ton/hari)			
	1 sling	2 sling	3 sling	4 sling	1 sling	2 sling	3 sling	4 sling
<i>Basement</i>	4,4	8,4	10,6	23,4	285	300	351	204
Lantai 1	3,9	7,2	8,1	19,8	321	348	459	252
Lantai 2	3,3	6,2	7,2	17,0	381	402	522	288
Lantai 3	3,6	6,8	8,4	19,0	348	366	450	264

Tabel 7. *Cycle time* dan produktivitas pemindahan kayu

Lokasi	Cycle time (menit)				Produktivitas (ton/hari)			
	1 sling	2 sling	3 sling	4 sling	1 sling	2 sling	3 sling	4 sling
<i>Basement</i>	4,2	7,8	9,0	21,0	300	318	414	240
Lantai 1	3,8	7,0	8,1	19,0	330	360	459	264
Lantai 2	3,6	5,8	6,9	15,9	405	432	540	312
Lantai 3	3,3	6,0	7,5	16,8	381	420	504	300

Tabel 8. *Cycle time* dan produktivitas pemindahan agregat beton

Lokasi	Cycle time (menit)				Produktivitas (ton/hari)			
	1 sling	2 sling	3 sling	4 sling	1 sling	2 sling	3 sling	4 sling
<i>Basement</i>	2,4	4,9	6,3	13,2	525	510	594	372
Lantai 1	2,1	4,1	5,4	11,4	600	612	693	432
Lantai 2	2,6	5,0	6,9	14,4	483	504	540	348
Lantai 3	2,7	5,3	7,2	15,0	465	474	522	336

Waktu Non Efektif

Perhitungan prosentase waktu non efektif dalam pemindahan berbagai jenis material (besi, kayu dan agregat beton) dapat digunakan untuk melihat efektifitas kerja *tower crane* (TA), pekerja grup atas (GA) dan grup bawah (GB). Berdasarkan perhitungan prosentase waktu non efektif ini selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam hal menetapkan pilihan terbaik dari penggunaan jumlah sling. Dalam tabel 9 sampai dengan tabel 11 ditunjukkan bahwa waktu non efektif terkecil adalah menggunakan tiga buah sling untuk pemindahan semua jenis material. Jika dilihat dari aspek biaya, maka sebaiknya memaksimalkan penggunaan *tower crane* dibanding pekerja mengingat biaya sewa dari *tower crane* ini lebih mahal dibandingkan biaya yang dialokasikan untuk pekerja. Dengan mempertimbangkan waktu non efektif *tower crane* dan pertimbangan produktivitasnya maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan tiga sling menjadi pilihan terbaik.

Tabel 9. Prosentase waktu non efektif pemindahan besi

Lokasi	1 sling			2 sling			3 sling			4 sling		
	GA	TC	GB	GA	TC	GB	GA	TC	GB	GA	TC	GB
<i>Basement</i>	79,54	34,64	77,27	73,81	21,43	73,81	79,25	5,66	71,69	63,67	9,82	65,81
Lantai 1	84,61	51,28	84,61	75,00	33,33	63,89	75,31	9,87	56,79	63,63	19,19	53,03
Lantai 2	87,87	45,45	87,87	74,19	29,03	64,51	75,00	7,33	58,33	63,52	15,29	52,94
Lantai 3	80,55	41,67	75,00	72,06	22,06	70,59	79,76	5,95	69,04	64,74	10,52	62,63

Tabel 10. Prosentase waktu non efektif pemindahan kayu

Lokasi	1 sling			2 sling			3 sling			4 sling		
	GA	TC	GB	GA	TC	GB	GA	TC	GB	GA	TC	GB
<i>Basement</i>	80,95	47,62	71,42	71,79	30,77	66,67	71,11	8,89	56,67	57,62	15,24	55,24
Lantai 1	76,31	47,37	71,05	64,28	30,00	65,71	60,49	8,64	59,29	53,16	14,74	53,16
Lantai 2	77,42	41,94	70,97	70,69	25,86	65,52	73,91	7,25	60,87	61,00	12,57	55,97
Lantai 3	72,72	36,36	75,75	63,33	20,00	70,00	72,00	5,33	68,00	55,35	9,52	61,90

Tabel 11. Prosentase waktu non efektif pemindahan agregat beton

Lokasi	1 sling			2 sling			3 sling			4 sling		
	GA	TC	GB	GA	TC	GB	GA	TC	GB	GA	TC	GB
Basement	70.83	8.33	83.33	75.51	7.14	79.59	85.71	1.58	85.71	68.18	2.27	83.33
Lantai 1	71.42	14.28	80.59	68.29	7.31	74.05	77.77	1.85	83.33	63.16	2.63	79.82
Lantai 2	73.07	11.54	84.52	72.00	6.00	82.00	84.06	1.05	89.13	67.36	2.78	84.03
Lantai 3	74.07	11.11	85.18	71.69	5.66	83.01	86.11	1.39	87.50	68.67	2.00	84.67

Analisis Regresi

Analisis regresi diperlukan untuk meramalkan, menggambarkan, mengontrol dan menerangkan atau dengan kata lain analisis regresi berguna untuk mendapatkan hubungan fungsional antara dua variabel atau lebih atau mendapatkan pengaruh antara variabel prediktor terhadap variabel kriteriumnya. Hubungan fungsional antara satu variabel prediktor dengan satu variabel kriterium disebut analisis regresi tunggal, sedangkan hubungan fungsional yang lebih dari satu variabel disebut analisis regresi ganda. Dalam penelitian ini, digunakan analisis regresi tunggal untuk meramalkan besarnya produktivitas pada lantai dengan elevasi tertentu. Y adalah produktivitas material menggunakan tiga sling sedangkan X adalah elevasi (meter). Hasil dari regresi adalah sebagai berikut: pemindahan besi, $Y = 411.2674 + 9.0682X$; pemindahan kayu, $Y = 438.7428 + 9.5383X$, pemindahan agregat beton, $Y = 620.9674 - 8.9318X$.

4. KESIMPULAN

1. Produktivitas pemindahan material adalah : (a) produktivitas pemindahan besi pada basement sampai dengan lantai tiga berturut-turut adalah 351 ton/hari, 459 ton/hari, 522 ton/hari dan 450 ton/hari; (b) produktivitas pemindahan kayu pada basement hingga lantai 3 berturut-turut adalah 414 ton/hari, 459 ton/hari, 522 ton/hari dan 450 ton/hari; (c) produktivitas pemindahan agregat beton pada basement hingga lantai 3 berturut-turut adalah 594 ton, 693 ton, 540 ton dan 522 ton.
2. Persamaan regresi dengan Y (produktivitas) dan X (elevasi) untuk meramalkan besarnya produktivitas pada lantai selanjutnya adalah sebagai berikut :
 - a. pemindahan besi, $Y = 411.2674 + 9.0682X$
 - b. pemindahan kayu, $Y = 438.7428 + 9.5383X$
 - c. pemindahan agregat beton, $Y = 620.9674 - 8.9318X$

DAFTAR PUSTAKA

- Ervianto, W.I. (2004), *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Ervianto, W.I. (2004), *Manajemen Proyek Konstruksi*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Forster, G., *Construction Site Studies*, USA.
- Muin A.S. (1990), *Pesawat - Pesawat Pengangkat*, Rajawali Pers, Jakarta.
- Shapiro, I., Howard, Shapiro, P., Jay, Shapiro, K., Lawrence. (1991), *Cranes and Derricks second edition*, McGraw-Hill, Inc, USA.
- www.google.com.http://en.wikipedia.org/wiki/image:crane-weights.jpg

*KoNTeKS 3, UPH – UAJY
Jakarta, 6 – 7 Mei 2009*