

METODE ESTIMASI WAKTU PENYELESAIAN KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

Revo L. Inkiriwang

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

ABSTRAK

Waktu penyelesaian konstruksi merupakan salah satu ukuran keberhasilan proyek konstruksi. Proyek dikatakan berhasil jika selesai tepat waktu, total biaya sesuai dengan rencana anggaran, dan mutu pekerjaan sesuai dengan rencana dan spesifikasi.

Dengan pendekatan statistik akan dicoba untuk melihat hubungan antara waktu penyelesaian konstruksi bangunan gedung dengan parameter-parameter fisik bangunan tersebut, ada beberapa macam bentuk hubungan pendekatan di antara variabel-variabel tersebut antara lain berupa garis lurus, parabola, hiperbola atau bentuk yang lain. Metode ini disebut dengan metode analisis regresi. Bila hubungan antara variabel satu dengan variabel lain berbentuk garis lurus disebut dengan regresi linier. Secara umum, persamaan merupakan penyederhanaan dan abstraksi dari keadaan yang sesungguhnya,.

Statistical Product and Service Solution (SPSS), sebuah program komputer yang biasa digunakan untuk menyelesaikan masalah statistik, telah dipakai untuk mendapatkan persamaan matematika. Juga dilakukan beberapa pengujian statistik untuk mendapatkan persamaan matematika yang paling sesuai. Sebuah uji statistik yang dilakukan pada sebelas bangunan beton bertulang dua atau tiga lantai mendapatkan sebuah persamaan matematika: $Y = 19,2265 + 0,00877 (X)$ dimana; Y, estimasi waktu; X, volume beton bertulang. Ternyata pada kasus ini, komponen struktural yang menentukan.

Uji validitas yang dilakukan pada tiga bangunan beton bertulang dua atau tiga lantai, memperlihatkan bahwa hasil yang didapat dengan menggunakan persamaan matematika yang diusulkan ternyata bisa dibandingkan dengan yang didapat menggunakan persamaan yang dipakai oleh pemerintah (metode standard). Persamaan matematika memperlihatkan hasil yang bervariasi dari - 5,65 % sampai dengan + 2,58 %.

Kata kunci: estimasi waktu, konstruksi bangunan, beton bertulang, uji statistik, SPSS

PENDAHULUAN

Dalam perencanaan seringkali besaran estimasi waktu yang diperoleh tidak sesuai dengan harapan dan tidak representatif. Sehingga harus dilakukan disain ulang sampai diperoleh estimasi waktu yang memuaskan. Proses ini tidak efisien karena harus melakukan kegiatan disain berulang sehingga membutuhkan waktu lama

Untuk mengatasi hal ini yaitu dengan melakukan penelitian pada beberapa parameter komponen bangunan sebagai dasar yaitu komponen Struktural (volume beton struktur), Arsitektural (luas lantai bangunan), Mekanikal (panjang pipa air bersih dan kotor), dan Elektrikal (jumlah titik lampu) dapat diperoleh suatu formulasi estimasi waktu melalui persamaan matematik yang dapat menuntun proses perhitungan estimasi waktu penyelesaian konstruksi bangunan gedung yang singkat dan sesuai harapan. Pengukuran varibale luas lantai dihitung dengan tidak memperhitungkan

pengurangan akibat void untuk lubang tangga, toilet, ketebalan dinding dan kolom-kolom.

Penelitian dan pengambilan data pada proyek-proyek bangunan gedung standar yang berada di Kota Manado 2 sampai 3 lantai dengan tipe bangunan tipikal, toleransi perbedaan luas lantai $\pm 5\%$, struktural, arsitektural sederhana demikian juga mekanikal dan elektrikal. Metode pelaksanaan konvensional, struktur bangunan memakai beton cor di tempat; semua pekerjaan beton pengecorannya dilakukan dilokasi pembangunan., jenis struktur pondasi menggunakan jenis pondasi telapak,atap bangunan dianggap sama yaitu dengan konstruksi kuda-kuda dan penutup atap.

Tujuan dan manfaat penelitian adalah untuk mendapatkan informasi mengenai estimasi waktu penyelesaian suatu pekerjaan konstruksi (bangunan) dengan menggunakan komponen-komponen bangunan gedung sebagai parameter-parameter yang kemudian ditempatkan sebagai variabel-variabel *independent* (bebas) dalam suatu hubungan matematis antar waktu

penyelesaian total dan volume komponen-komponen bangunan.

TINJAUAN PUSTAKA

Estimasi dalam arti luas pada hakekatnya adalah upaya untuk menilai atau memperkirakan suatu nilai melalui analisis perhitungan dan berlandaskan pada pengalaman (*Dipohusodo 2004*).

Durasi adalah waktu pelaksanaan dari seluruh kegiatan yang dihitung dari permulaan kegiatan sampai dengan seluruh kegiatan berakhir. Waktu pelaksanaan pekerjaan diperoleh dari penjumlahan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap item pekerjaan (*Ervianto 2002*).

Estimasi (perkiraan) waktu penyelesaian adalah lama waktu penyelesaian suatu pekerjaan konstruksi (kegiatan) dari awal sampai akhir yang biasanya dinyatakan dengan jam, hari atau minggu (*Soeharto 1997*).

Persamaan estimasi waktu yang mempunyai dua variabel yaitu variabel x sebagai variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*) dapat berbentuk sebagai persamaan *Linier* atau persamaan *non-linier* dengan beberapa alternatif bentuk persamaan sebagai berikut (*Alhusin, 2002*) :

1. Persamaan Linier: $y = a + bx$
2. Persamaan *logarith*: $y = a + b \ln(x)$
3. Persamaan *Quadratic*: $y = a + b_1x + b_2x^2$
4. Persamaan *Power*: $y = a \cdot x^b$
5. Persamaan *Ekspont*: $y = a \cdot e^{(bx)}$
6. Persamaan *Multiple Regression*: $y = a + b_1x_1 + b_2x_2$

dimana:

y = biaya pelaksanaan konstruksi bangunan gedung

x = variabel fisik bangunan

a dan b = parameter-parameter persamaan

Untuk mengkaji dan mengukur sejauh mana keterkaitan antara variabel X dan Y secara statistik maka digunakan "analisis regresi" dari sekelompok data (sampel) yang mewakili keadaan populasi yang sesungguhnya, maka dapat dipilih persamaan waktu mana yang paling sesuai yang dapat menggambarkan hubungan antara Y sebagai waktu dengan X sebagai variabel fisik bangunan gedung.

Bila setiap Y_{data} bernilai sama dengan $Y_{estimasi}$ maka dikatakan bahwa setiap perubahan nilai X dapat memprediksi nilai Y . Bila Y_{data}

jauh berbeda dengan $Y_{estimasi}$, maka dapat dikatakan bahwa setiap perubahan nilai X tidak memprediksi nilai Y . Semakin jauh perubahannya, berarti semakin besar penyimpangan yang terjadi. Dengan model linier regresi ini diusahakan untuk memahami, menerangkan, mengendalikan dan kemudian memprediksikan kelakuan sistem yang diteliti. (*Sembiring 1995*).

METODOLOGI PENELITIAN

Sebagai acuan data mengenai waktu yang digunakan diambil dari proyek-proyek bangunan gedung yang berada di Kota Manado yang dibiayai oleh dana pemerintah baik pusat maupun daerah dengan perencanaan dan perancangan konstruksinya sesuai dengan standar dan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Pada penelitian ini dipakai 11 data proyek yang memiliki waktu penyelesaian akhir. Dengan 11 data ini diharapkan dapat mewakili suatu 'sample space' dari proyek-proyek sejenis. Data-data waktu (durasi) dari setiap proyek yang diamati (masing-masing bangunan) merupakan data-data rencana waktu yang dibuat oleh para kontraktor pemenang tender pekerjaan konstruksi bangunan gedung. (Tabel 3.1)

LATAR BELAKANG PEMAKAIAN KOMPONEN BANGUNAN

Data yang diambil adalah data-data volume pekerjaan masing-masing komponen bangunan yang dikelompokkan dalam komponen struktural, arsitektural, mekanikal, elektrik, karena keempat komponen ini merupakan komponen utama dari suatu bangunan gedung, bahwa perubahan volume pekerjaan pada salah satu item pekerjaan tersebut akan menyebabkan perubahan waktu penyelesaian suatu konstruksi bangunan gedung.

Alasan pemakaian satuan dari masing-masing komponen bangunan ini adalah sebagai berikut:

1. Tolok ukur penyelesaian pekerjaan struktural pada suatu konstruksi beton bertulang adalah pekerjaan beton, sehingga untuk komponen struktural dipakai satuan volume beton bertulang (m^3), disamping itu juga karena ukuran yang umum tertera pada *bill of quantity* adalah m^3 .

2. Luas bangunan dipakai sebagai variabel bebas yang mewakili komponen arsitektural karena luas lantai merupakan refleksi dari pekerjaan kearsitekturan secara keseluruhan. Pekerjaan dinding, daun pintu dan jendela serta pekerjaan arsitektural lainnya dikerjakan secara overlapping pada pekerjaan kearsitekturan. Ukuran yang umum pada suatu standar ukuran pekerjaan arsitektural adalah luas bangunan (m^2 lantai).
3. *Bill of quantity* komponen mekanikal terdiri dari pipa air bersih, air kotor, dan lain-lain dimana dalam pemasangannya menggunakan satuan m^1 panjang. Pekerjaan mekanikal dalam perhitungan hasil pekerjaannya dihitung dengan satuan panjang pipa (m^1). Pipa yang diukur adalah pipa air bersih dan air kotor. Bobot harga pada pekerjaan pipa memang tidak besar, namun pengambilan satuan panjang pipa untuk pekerjaan mekanikal ini didasari bahwa pemasangan pipa pada lingkup pekerjaan mekanikal membutuhkan waktu paling lama.
4. Pemasangan instalasi pekerjaan elektrikl memakai satuan titik lampu dan stop kontak sebagai satuannya pada *bill of quantity*. Pekerjaan diluar gedungpun pemasangan titik lampu pada kelompok elektrikl umumnya dikerjakan bersamaan dengan pemasangan titik lampu, karenanya dipakai satuan titik lampu untuk komponen elektrikl.

DATA KOMPONEN BANGUNAN

Perilaku dari bangunan-bangunan yang dicatat pada umumnya memiliki pola yang hampir sama. Kesamaan itu antara lain:

- Kontrak pembangunan adalah *fixed price lumpsum*.
- Bangunan adalah bangunan kantor, kuliah/ laboratorium.
- Struktur bangunan dari beton bertulang dengan mutu beton normal.
- Tidak memakai instalasi A/C sentral.
- Tidak ada pemasangan eskalator. Penghubung antar lantai hanya tangga.

Ringkasan data komponen beberapa proyek yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 1, dimana:

Y = Waktu penyelesaian proyek (minggu)

X₁ = Volume beton struktur (m^3)

X₂ = Luas lantai (m^2)

X₃ = Panjang saluran (m^1)

X₄ = Jumlah lampu dan stop kontak (titik /buah)

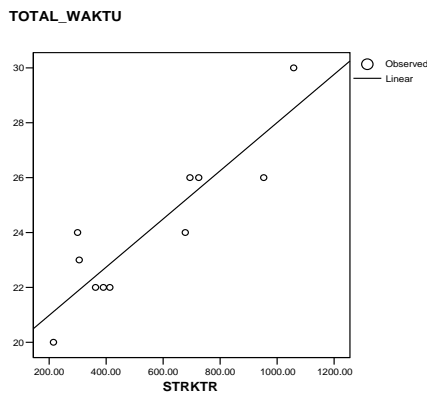
Dari hubungan antara waktu penyelesaian dengan masing-masing komponen digambarkan pada titik sumbu X dan Y. dari masing-masing titik ini dapat dilihat kecenderungan garis yang dapat diperkirakan bentuk persamaannya. Hubungan antara waktu penyelesaian konstruksi dengan komponen struktural, arsitektural, mekanikal, elektrikl serta jumlah lantai dan luas total lantai dapat bermacam-macam kemungkinannya.

Tabel 1. Ringkasan Data Komponen Bangunan.
(Data Variabel *Dependen* dan *Independen*)

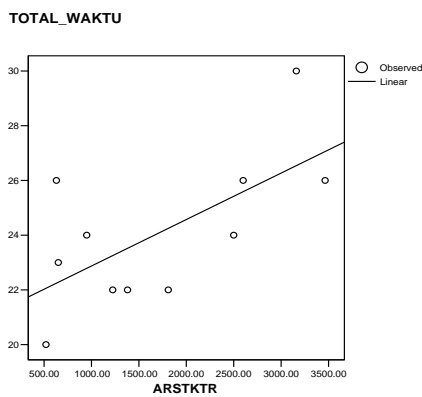
No	Nama Proyek	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
		minggu	m^3	m^2	m^1	bh/ttk
1	Gedung Kuliah Fak. Kedokteran Unsrat	30	1058,22	3160	400	683
2	Gedung Kuliah Fak. Kedokteran Unsrat	26	953	3464	360	615
3	Gedung Kuliah Fak. Pertanian Unsrat	22	413,1	1810	400	595
4	Gedung Kuliah /Lab FISIPOL Unsrat	22	390,29	1380	190,5	143
5	Gedung Kuliah/Lab. Fak.Pertanian	22	362,84	1224	145	108
6	Gedung Blok Hunian Narapidana LP Prov . Sulut	24	299.68	950	638	102
7	Gedung Kuliah /Lab. Fak. Teknik Unsrat	26	694,15	2600	277	404
8	Gedung Asrama Dep. Kesehatan Prov. Sulut	23	305,7	650	248	193
9	Gedung Madrasah Ibtidaiyah Negeri Manado	20	215,13	520	211	147
10	Gedung Kantor BPK RI Perwakilan Manado	24	677,73	2500	414	436
11	Gedung Pelayanan Piutang dan Lelang Negara	26	725	530	225	265
Jumlah		265	5795,16	18788	3508,5	3691
Rata-rata		24,09	579,52	1708.00	318,95	335,55

Sumber: Unsrat, Dinas Kimpraswil Sulut, Kantor BPK, Kontraktor di Kota Manado

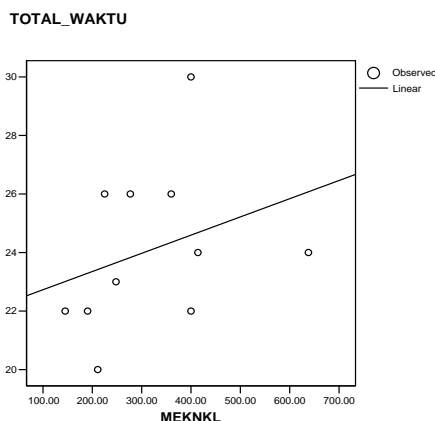
Pada 4 buah gambar berturut-turut, digambarkan titik-titik hubungan secara *linier* antara waktu penyelesaian konstruksi dengan masing-masing komponen.



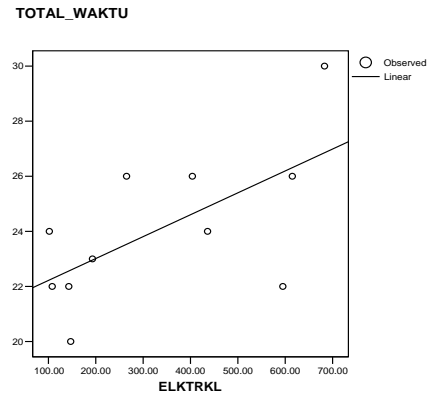
Gambar 1. Total Volume Beton Struktur vs Waktu Penyelesaian Konstruksi



Gambar 2. Total Luas Lantai Bangunan vs Waktu Penyelesaian Konstruksi



Gambar 3. Total Panjang Pipa Mekanikal vs Waktu Penyelesaian Konstruksi



Gambar 4. Jumlah Titik Lampu dan Stop Kontak vs Waktu Penyelesaian Konstruksi

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Persamaan Estimasi Waktu Hasil Perhitungan.

Dengan memanfaatkan program aplikasi *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) maka data yang sudah disiapkan/disediakan (tabel 1) diolah dan diperoleh hasil perhitungan.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dibuat alternatif persamaan atau model regresi dengan menggunakan nilai-nilai yang diperlukan, seperti yang ditunjukkan pada tabel 2. Selanjutnya terhadap alternatif persamaan-persamaan tersebut dilakukan beberapa pengujian statistik untuk memilih persamaan yang paling sesuai guna mengestimasi waktu penyelesaian bangunan gedung.

B. Pengujian Koefisien Determinasi (r^2).

Pengujian koefisien determinasi (r^2) serta pengujian-pengujian lainnya dilakukan pada tingkat keterandalan persamaan yang tertinggi diantara alternatif persamaan yang diperoleh dalam hal ini diambil $r^2 \geq 0,80$.

Persamaan yang memberikan nilai r^2 yang tinggi yaitu (lihat tabel 2):

1. Persamaan *Linear*

$$Y = 19,226547 + 0,008779 (X)$$
 nilai $r^2 = 0,80372$.
2. Persamaan *Quadratic*

$$Y = 20,485426 + 0,000006(X) + 0,003762(X)^2$$
 nilai $r^2 = 0,88164$
3. Persamaan *Multiple Regression*

$$Y = 17,826 + 0,012 X_1 - 0,001 X_2 + 0,005 X_3 - 0,002 X_4;$$
 nilai $r^2 = 0,88800$

Tabel 2. Alternatif Persamaan Estimasi Waktu Untuk Masing-Masing Komponen Bangunan Gedung.

Komponen Bangunan	Model	Persamaan Biaya	r ²
1. Struktural	Linear	Y= 19,226547 + 0,008779 (X)	0,80372*
	Logarith	Y= -4,500203 + 4,614672 ln (X)	0,75546*
	Quadratic	Y= 20,485426 + 0,000006 (X) + 0,003762 (X) ²	0,81199*
	Power	Y= 7,432865 (X) ^{0,188854}	0,76785*
	Exponent	Y= 19,672114 (e ^{0,000355(x)})	0,79829*
2. Arsitektural	Linear	Y= 21,175519 + 0,001698 (X)	0,42106
	Logarith	Y= 7,159942 + 2,334732 ln (X)	0,32915
	Quadratic	Y= 23,641934 + 0,0000007 (X) - 0,01896 (X) ²	0,49327
	Power	Y= 11,977069(X) ^{0,95563}	0,33465
	Exponent	Y= 21,280589 (e ^{0,00006(x)})	0,42002
3. Mekanikal	Linear	Y= 22,106977 + 0,00622 (X)	0,10045
	Logarith	Y= 9,461629 + 2,575370 ln (X)	0,15953
	Quadratic	Y= 15,976198 - 0,000049 (X) + 0,044204 (X) ²	0,27265
	Power	Y= 15,005489 (X) ^{0,107496}	0,16867
	Exponent	Y= 22,02 5665 (e ^{0,0002631(x)})	0,10873
4. Elektrikal	Linear	Y= 21,422984 + 0,007951 (X)	0,39879
	Logarith	Y= 10,956202 + 2,348589 ln (X)	0,37501
	Quadratic	Y= 22,003809 + 0,000006 (X) + 0,003418 (X) ²	0,40310
	Power	Y= 14,104979 (X) ^{0,094673}	0,36980
	Exponent	Y= 21,528524 (e ^{0,000318(x)})	0,38649
Multiple Regression		Y= 17,826 + 0,012 X ₁ - 0,001 X ₂ + 0,005 X ₃ - 0,002 X ₄	0,88800

*) = Nilai Koefisien Determinasi (r²) yang lebih besar dari 80 %

C. Uji linier Regresi Berganda (Uji F).

Pengujian dilakukan pada persamaan yang memiliki r² ≥ 0.80

Perumusan:

Ho : β₁ = 0 → Variasi perubahan nilai variabel independen (X) tidak dapat menjelaskan variasi perubahan nilai variabel dependent (Y)

H₁ : β₁ ≠ 0 → Variasi perubahan nilai variabel independent (X) dapat menjelaskan variasi perubahan nilai variabel dependent (Y)

D. Uji Simpangan Model.

Perumusan :

Ho : β₁ = 0 → Secara statistik persamaan regresi tidak dapat digunakan untuk menaksir nilai variabel dependent (Y) pada nilai variabel independent (X) tertentu

H₁ : β₁ ≠ 0 → Secara statistik persamaan regresi dapat digunakan untuk menaksir nilai variabel dependent (Y) pada nilai variabel independent (X) tertentu

E. Uji Koefisien Regresi Ganda.

Perumusan :

Ho : β₁ = 0 → Variasi perubahan nilai variabel independent (X) tidak berpengaruh terhadap variasi perubahan nilai variabel dependent (Y)

H₁ : β₁ ≠ 0 → Variasi perubahan nilai variabel independent (X) berpengaruh terhadap variasi perubahan nilai variabel dependent (Y)

Keputusan dari pengujian statistik ditampilkan dalam tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 3. Keputusan Pengujian Statistik – A

No	Persamaan	Koefisien Determinasi (r ²)			Uji Linier Regresi Berganda (Uji F)		
		r ²	0,80 (cukup tinggi)	Keputusan	F _{tabel}	F _{hitung}	Keputusan
		3	4	5=3>4	6	7	8=7>6
1	Linier	0,80372	0,80	Diterima	5,12	36,85277	Diterima
2	Quadratic	0,81199	0,80	Diterima	4,46	17,27554	Diterima
3	Multiple Regression	0,88800	0,80	Diterima	4,53	11,873	Diterima

Tabel 4. Keputusan Pengujian Statistik – B

No	Persamaan	Uji Simultan			Uji Regresi Parsial (Uji t)		
		P value	α	Keputusan	t tabel	t hitung	Keputusan
	2	3	4	5=3<4	6	7	8=7>6
1	Linier	0,0002	0,05	Diterima	1,796	6,071	Diterima
2	Quadratic	0,0012	0,05	Diterima	1,796	0,438	Ditolak
3	Multiple Regression	0,0050	0,05	Diterima	2,228	$\beta_1 = 0,012$ $\beta_2 = -0,001$ $\beta_3 = 0,005$ $\beta_4 = -0,002$	Ditolak

Dari pengujian statistik yang telah dilakukan terhadap alternatif persamaan waktu penyelesaian bangunan diperoleh bahwa persamaan yang bisa diterima adalah persamaan dibentuk dari komponen struktural (volume struktur beton) dengan persamaan: Persamaan Linear $Y = 19,226547 + 0,008779 (X)$.

Hasil pengujian dengan menggunakan metode seleksi maju dan metode penyisihan diperoleh bentuk persamaan estimasi waktu $Y = 19,226547 + 0,008779 (X)$ yang terbaik.

F. Uji Validasi Model.

Untuk melihat atau menguji apakah persamaan estimasi waktu yang telah terpilih

melalui uji statistik tersebut dapat digunakan pada kondisi yang sesungguhnya, yaitu untuk memperkirakan besarnya waktu pelaksanaan bangunan gedung, maka digunakan data waktu proyek lain tapi belum digunakan didalam perhitungan analisis regresi dan beberapa data proyek yang telah digunakan didalam perhitungan regresi. Kemudian dibandingkan dengan besarnya waktu bila dihitung dengan menggunakan persamaan-persamaan yang telah teruji / terpilih tersebut.

Besarnya perbedaan antara waktu kontrak dengan waktu yang dihitung dengan menggunakan persamaan waktu dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 5. Uji Validasi
[Persamaan Linier : $Y = 19,226547 + 0,008779 (X)$]

No	Nama Proyek	Kontrak Tahun	Waktu	Volume Beton	Estimasi	Selisih	
			Y (minggu)	X (m3)	Y*(minggu)	(minggu)	(%)
	2	3	4	5	6	7=6-4	8=7: 4
1	Gedung PTA STAIN Sultan Amai Gorontalo	2002	24	389,2	23,58	-1,36	-5,65
2	Gedung Asrama Mahasiswa Huyula	2003	22	380,59	22,57	0,57	2,58
3	Kantor DPRD Kota Ternate	2003	25	548	24,04	0,96	-3,85

Data proyek yang belum digunakan dalam persamaan regresi

Keterangan : X = Volume beton bertulang (m³)
Y = Waktu penyelesain
Y* = Estimasi waktu berdasarkan persamaan

Tabel 6. Uji Validasi
[Persamaan Linier : $Y = 19,226547 + 0,008779 (X)$]

No	Nama Proyek	Kontrak Tahun	Waktu	Volume Beton	Estimasi	Selisih	
			Y (minggu)	X (m3)	Y* (minggu)	(minggu)	(%)
	2	3	4	5	6	7=6-4	8=7: 4
1	Gedung Kuliah Fakultas Kedokteran	1994	30	1018,22	28,1655	-1,8345	-6,115
2	Gedung Kuliah Fak. Pertanian	1995	22	463,1	23,2921	1,292102	5,87319
3	Kantor BPK RI Perwakilan Manado	2007	26	693,73	25,3168	-0,6832	-2,62768
4	Gedung Pelayanan Piutang & Lelang Negara	2007	26	625	24,71342	-1,28658	-4,94838

Data proyek yang sudah digunakan dalam persamaan regresi

Hasil uji validasi terhadap empat buah proyek pembangunan gedung (tabel 6) terdapat perbedaan atau penyimpangan antara besarnya waktu yang dihitung dengan menggunakan persamaan estimasi waktu dibandingkan dengan waktu kontrak berkisar antara -5,65 % sampai dengan + 2,58 %. Pada tabel 4.7 terdapat perbedaan atau penyimpangan antara -2,627 % sampai dengan -6,115 %.

PENUTUP

Kesimpulan

Serangkaian uji statistik yang diterapkan pada suatu seri bangunan gedung beton bertulang sederhana berlantai dua atau tiga untuk memperoleh informasi mengenai estimasi waktu penyelesaian konstruksi disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Konstruksi bangunan yang digunakan sebagai obyek penelitian berjumlah 11 dan setiap obyek memiliki persamaan yang mencerminkan hubungan antara waktu penyelesaian dan parameter-parameter bangunan tersebut.
2. Terdapat hubungan yang signifikan antara parameter komponen struktural dengan waktu penyelesaian konstruksi bangunan gedung (volume beton bertulang sebagai komponen struktural ditempatkan sebagai variabel bebas dan waktu penyelesaian merupakan variabel terikat).

3. Dengan menggunakan program SPSS diperoleh suatu hubungan yang memberikan informasi mengenai waktu penyelesaian dan parameter-parameter bangunan yang ternyata parameter komponen struktural (volume beton bertulang) adalah determinan

$$Y = 19,226547 + 0,008779 (X),$$

dengan Y adalah estimasi waktu penyelesaian konstruksi (minggu) dan X adalah variabel bebas volume struktur beton bertulang (m³).

Saran

1. Persamaan ini memiliki keterbatasan karena penelitian yang dilakukan hanya terdiri dari 11 proyek. Perlu ada penelitian lanjutan untuk permasalahan yang sama ini yaitu dengan penambahan data pengamatan pada masing-masing variabel bebas, dengan asumsi bahwa semakin banyak data observasi, maka semakin dapat dipercaya bentuk persamaannya. Sehingga tujuan dari penelitian yaitu membantu dalam menentukan estimasi waktu penyelesaian pekerjaan konstruksi dapat lebih akurat.
2. Agar penelitian lanjutan akan lebih bervariasi maka jumlah lantai bangunan gedung tidak hanya terbatas pada 2 atau 3 lantai saja.
3. Persamaan dapat dimodifikasi dengan bentuk persamaan selain linier sesuai dengan kebutuhan perkembangan informasi dan teknologi di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Algifari, 2000. *Analisis Regresi Teori, Kasus, dan Solusi*, edisi 2, BPFE-Yogyakarta, Yogyakarta.
- Alhusin Syahri, 2002. *Aplikasi Statistik Praktis dengan SPSS for Windows*, J & J Learning, Yogyakarta.
- Barrie Donald S., Paulson Boyd C. Junior, Sudinarto, 1993. *Manajemen Konstruksi Profesional*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- Callahan, Michael T., Quackenbush, Daniel G., G. Rowlings, 1992. *Construction Project Scheduling*, Mc Graw-Hill, Singapore.
- Dipohusodo Istimawan, 2004. *Manajemen Proyek & Konstruksi, Jilid 2*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Ervianto Wulfram, 2002. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Penerbit ANDI Yogyakarta.
- Hendrikson Chris, 1998. *Project Management for Construction*, Department of Civil and Environmental Engineering, Carnegie Mellon University, Pittsburgh. (<http://www.ce.cmu.edu/pmbook>).

- Mingus Nancy, 2004. *Alpha Teach Yourself Project Management*, Prenada Media, Jakarta.
- Natsir, Moh., 1985. *Metode Penelitian*, Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Santoso Purbaya Budi, Ashari, 2005. *Analisa Statistik dengan Microsoft Excel dan SPSS*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Sembiring, R. K., 1995. *Analisis Regresi*, Penerbit ITB, Bandung.
- Suchuette, Stephen D., Liska, Roger W., 1994. *Building Construction Estimating*, Mc Graw-Hill, Singapore.
- Sudjana, 1992. *Metode Statistik*, Penerbit Tarsito, Bandung.
- Suharto Iman, 1997. *Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Walpole E. Ronald, 1995. *Pengantar Statistika*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.