

STUDI MENGENAI MODEL ESTIMASI DURASI KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

Peter F. Kaming¹, F.X. Junaedi Utomo¹, Agus S. Tanmargo²

¹*Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jalan Babarsari 44,
Yogyakarta, kaming@mail.uajy.ac.id*

²*Alumni Program Magister Teknik Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta*

ABSTRAK

Tujuan dari studi ini adalah mengembangkan sebuah model untuk menghitung durasi bangunan gedung di Indonesia. Dengan menggunakan data histori dari 42 bangunan gedung dari Yogyakarta, Bandung, and Semarang, faktor-faktor yang mempengaruhi durasi dikaji dengan menggunakan analisis regresi berganda dengan teknik stepwise. Hasil analisis menunjukkan bahwa durasi dapat diestimasi berdasar sejumlah faktor. Durasi yang diestimasi selain total, dapat juga durasi untuk kegiatan-kegiatan utama, juga lag time yang ada diantara setiap dua kegiatan. Hasil studi ini dapat bermanfaat apabila baik oleh konsultan perencana maupun kontraktor apabila berhadapan dengan waktu dan data terbatas. Model ini kemudian dapat dikembangkan dalam bentuk sistem informasi berbasis komputer.

Kata kunci: model waktu signifikan, durasi, bangunan gedung.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan membangun yang hanya sekali dilaksanakan dengan biaya, jangka waktu, dan mutu tertentu [1]. Pelaksanaan rangkaian kegiatan di atas diawali dengan tahap perencanaan. Pada tahap ini, seorang manajer proyek butuh memperkirakan besarnya biaya dan waktu yang akan digunakan, serta kemungkinan – kemungkinan yang akan terjadi selama pelaksanaan proyek. Waktu penyelesaian proyek dipengaruhi oleh besarnya proyek, metode pelaksanaan, dan sumber daya yang tersedia. Waktu penyelesaian ini sulit untuk diramalkan, karena terdapat banyak faktor yang tidak terduga dan dapat terjadi selama pelaksanaan, sehingga realisasi durasi proyek menyimpang. Walaupun demikian estimasi durasi sebuah proyek tetap harus dilaksanakan, karena akan menjadi dasar untuk melakukan penjadwalan dan perencanaan anggaran biaya. Mc Caffer dan Baldwin [2] menyatakan bahwa salah satu kunci sukses sebuah perusahaan jasa konstruksi adalah memiliki kemampuan untuk mengestimasi biaya dan waktu yang dibutuhkan oleh suatu proyek, dan melaksanakannya sesuai atau mendekati dengan apa yang telah diperkirakan itu.

Selama ini para manajer proyek memperkirakan durasi tersebut berdasarkan luas bangunan yang direncanakan. Pada kondisi nyata, durasi pelaksanaan proyek ditentukan oleh durasi untuk menyelesaikan pekerjaan– pekerjaan: persiapan, struktur bawah, struktur atas, dinding, utilitas, dan finishing.

Praktik pada umumnya menunjukkan bahwa estimasi dapat dibuat berdasarkan informasi dari proyek yang telah dikerjakan. Untuk menyediakan informasi tersebut, dibutuhkan adanya sebuah sistem informasi. Agar dapat bekerja, sistem ini membutuhkan data yang kemudian akan diolah melalui suatu model matematika, menjadi informasi yang dapat digunakan oleh manajer untuk mengambil keputusan.

Data yang dibutuhkan, disusun dan disimpan di dalam sebuah *data base*. *Data base* ini berupa kumpulan data yang terorganisasi dengan struktur tertentu, yang menyediakan data bagi sistem untuk diproses.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah: 1) mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi durasi proyek konstruksi; dan 2) mengkaji hubungan antara faktor-faktor tersebut dengan durasi kegiatan di dalam pelaksanaan proyek konstruksi,

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Estimasi

Menurut Smith [3], estimasi adalah suatu proses untuk memperkirakan jumlah, waktu, atau kejadian yang akan terjadi di masa depan, di mana semakin banyak ketidakpastian yang ada akan menyebabkan proses tersebut berjalan semakin rumit dan kompleks.

Tujuan melakukan estimasi adalah untuk mendapatkan perkiraan yang paling mendekati kejadian sebenarnya yang akan berlangsung, dengan mempertimbangkan kemungkinan - kemungkinan yang ada. Di dalam estimasi, sesuatu yang belum diketahui dapat dianggap sebagai hambatan terhadap kemajuan pelaksanaan proyek.

Mc Caffer dan Baldwin [2] menyatakan bahwa salah satu kunci kesuksesan sebuah perusahaan konstruksi adalah kemampuannya untuk mengestimasi biaya dan waktu yang dibutuhkan oleh suatu proyek, dan melaksanakannya sesuai atau mendekati dengan apa yang telah diperkirakan itu.

2.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi estimasi

Skitmore dan Lowe (1995)[4] menyatakan bahwa estimasi bukanlah murni ilmu eksak, tetapi lebih mendekati seni, yang melibatkan intuisi dan keahlian mengambil keputusan. Kualitas dari hasilnya ditentukan oleh faktor - faktor berikut ini: teknik yang digunakan; tersedianya informasi yang memadai; tipe dan ukuran proyek; seberapa jauh data dari masa lalu digunakan; dan kemampuan dan sifat estimator itu sendiri.

2.3 Estimasi pada tiap tahapan proyek

Smith [3] menyatakan bahwa adalah penting untuk mengadakan estimasi pada setiap tahapan proyek sebelum memulainya, sehingga dapat dijadikan dasar untuk mengambil keputusan apakah proyek tersebut akan dilanjutkan ke tahap berikutnya atau tidak. Tahapan pelaksanaan suatu proyek belum tentu sama dengan proyek lainnya. Tetapi pada umumnya terdiri dari 6 tahap, yaitu : studi awal, studi kelayakan, proposal, persetujuan, implementasi, dan operasi. Masing - masing tahap akan mempunyai jenis estimasi yang berbeda. Pada tahap implementasi, akan ada 2 macam estimasi, yaitu estimasi pra-tender dan paska-kontrak.

3. MENGESTIMASI DURASI PROYEK

Didalam mengestimasi durasi proyek, ada dua hal yang harus dilaksanakan, yaitu: menentukan kegiatan primer dan menentukan durasi masing - masing kegiatan

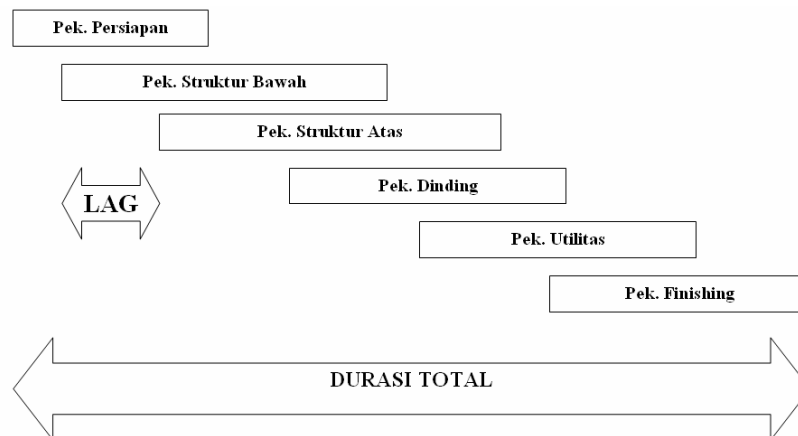
3.1 Menentukan Kegiatan Primer pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi

Kegiatan primer adalah kegiatan yang paling banyak memakan waktu dan biaya. **Gray & Little (1985) [5]** di dalam penelitiannya menunjukkan bahwa ada kegiatan – kegiatan primer yang umum dilaksanakan di dalam proses pelaksanaan konstruksi bangunan gedung. Kegiatan ini dapat dikelompokkan menjadi 6 macam, meliputi:

- Pekerjaan Persiapan*: adalah semua kegiatan yang dimaksudkan untuk menunjang pelaksanaan proyek, termasuk di dalamnya adalah pekerjaan pembersihan site, pembuatan direksi kit, pembuatan pagar dan papan proyek.
- Pekerjaan Struktur Bawah*: adalah semua kegiatan pembuatan bagian bawah bangunan, termasuk di dalamnya adalah pekerjaan galian, pondasi, basement, dan sistem drainase.
- Pekerjaan Struktur Atas*: adalah semua kegiatan pembuatan bagian atas bangunan yang direncanakan untuk menahan beban , termasuk di dalamnya adalah pekerjaan kolom, balok, pelat, dinding geser, core, struktur atap dan bahan penutup atap.
- Pekerjaan Dinding*: adalah semua kegiatan yang diperlukan untuk membuat bagian atas bangunan, yang tidak direncanakan untuk menahan beban, termasuk di dalamnya adalah cladding, partisi, pekerjaan kusen, dan pekerjaan penutup lantai.
- Pekerjaan Utilitas*: adalah semua kegiatan yang diperlukan untuk memasang sistem utilitas bangunan, termasuk di dalamnya adalah pekerjaan mekanikal, elektrik, dan plumbing.
- Pekerjaan Finishing*: adalah semua kegiatan akhir yang bersifat dekoratif, termasuk di dalamnya pengecatan dan pemasangan elemen dekoratif.

3.2 Menentukan Durasi Pekerjaan, Lag, dan Durasi Total

Menurut **Nkado (1992) [4]**, **durasi pekerjaan** adalah lamanya suatu pekerjaan berlangsung. Durasi pekerjaan dihitung sejak pekerjaan tersebut dimulai, hingga akhir pelaksanaannya. Satuan yang digunakan adalah minggu. **Lag** adalah senggang waktu antara mulainya suatu pekerjaan dengan mulainya pekerjaan lain yang mengikutinya. **Durasi total** proyek dihitung berdasarkan durasi tiap – tiap pekerjaan beserta lagnya.



Gambar 1. Urutan Pekerjaan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung
(Sumber : Nkado, 1992)

3.3 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Durasi

Menurut **Nkado (1994) [6]**, ada 7 variabel yang dapat mempengaruhi durasi proyek, dilihat dari sudut pandang kontraktor. Masing – masing variabel terdiri dari beberapa faktor. Ketujuh variabel tersebut adalah :

- Pemilik Proyek

Meliputi faktor – faktor :

- a.1 Keadaan keuangan pemilik proyek
 - a.2 Hubungan dengan pemilik pada proyek sebelumnya
 - a.3 Status pemilik (swasta/pemerintah)
 - a.4 Tingkat prioritas pemilik terhadap durasi proyek
 - a.5 Kemungkinan terjadinya perubahan desain
- b. Konsultan Perencana
Meliputi faktor – faktor :
- b.1 Kelengkapan informasi tentang proyek
 - b.2 *Buildability* dari proyek tersebut
 - b.3 Persyaratan proyek
 - b.4 Hubungan dengan konsultan perencana pada proyek sebelumnya
 - b.5 Tingkat prioritas perencana terhadap durasi proyek
- c. Dokumen Kontrak
Meliputi faktor – faktor :
- c.1 Kecocokan jenis kontrak dengan jenis proyek
 - c.2 Penggunaan bentuk kontrak yang standard
- d. Proyek
Meliputi faktor – faktor :
- d.1 Fungsi bangunan tersebut
 - d.2 Luas kotor bangunan
 - d.3 Tingkat kerumitan bangunan (luas, jumlah lantai, ada tidaknya atrium, ada tidaknya *basement*)
 - d.4 Tipe struktur bangunan dan dinding pengisi (*cladding*)
 - d.5 Penggunaan peralatan khusus
 - d.6 Pengalaman kontraktor dalam menangani proyek sejenis
 - d.7 Lokasi proyek
 - d.8 Aksesibilitas ke lokasi
 - d.9 Pengalaman kontraktor menangani proyek di lokasi yang sama
 - d.10 Ketersediaan tenaga kerja
 - d.11 Ketersediaan material pokok
 - d.12 Ketersediaan Peralatan khusus
- e. Sub Kontraktor
Meliputi faktor – faktor :
- e.1 Proporsi pekerjaan yang ditangani oleh sub – kontraktor
 - e.2 Jumlah sub kontraktor yang terlibat
- f. Team Manajemen Lapangan (Site Manager)
Meliputi faktor – faktor :
- f.1 Kesesuaian anggota team dengan jenis proyek
 - f.2 Pengalaman anggota team dengan proyek yang sejenis
 - f.3 Kemampuan team di dalam mengalokasikan sumber daya
- g. Pengaruh Luar
Meliputi faktor – faktor :
- g.1 Cuaca
 - g.2 Peraturan pemerintah

Dari faktor–faktor di atas, faktor–faktor yang berhubungan dengan variabel proyek yang akan digunakan untuk membuat sistem informasi. Peneliti di atas dalam

penelitiannya menyatakan bahwa dari sekian banyak faktor yang terdapat di variabel proyek, ada 12 faktor yang dapat digunakan sebagai dasar untuk membuat model estimasi durasi proyek, yaitu :

- a. Fungsi bangunan (komersial, pendidikan, hotel, kantor)
- b. Jenis material struktur (beton, baja , komposit)
- c. Lokasi (DIY, Semarang, Bandung)
- d. Aksesibilitas ke lokasi proyek (dalam kota, luar kota)
- e. Jenis dinding pengisi (bata, lainnya)
- f. Ada tidaknya atrium
- g. Intensitas servis (tinggi, sedang, rendah)
- h. Jumlah lantai
- i. Tinggi bangunan
- j. Luas lantai dasar
- k. Luas lantai kotor
- l. Perkiraan volume galian

3.4 Landasan Teori

Dari Tinjauan Pustaka, dapat diambil kesimpulan bahwa sistem informasi untuk mengestimasi durasi proyek yang ada di dalam penelitian ini dapat dipandang sebagai suatu cara untuk menyimpan, mengolah, dan memanfaatkan data tentang durasi proyek yang telah ada, dan menggunakannya untuk memperkirakan durasi proyek yang akan dikerjakan. Sistem ini adalah penggabungan dari metode ilmiah (berupa model matematika) dengan pengalaman masa lalu (berupa *historical data*)

Sistem ini dapat dipakai pada tahap desain awal, dimana data yang diperlukan telah tersedia. Data yang diperlukan berupa 12 faktor seperti yang telah dikemukakan oleh Nkado, yaitu: a). Fungsi bangunan (komersial, pendidikan, hotel, kantor); b) Jenis material struktur (beton, baja , komposit); c) Lokasi (DIY, Semarang, Bandung) d) Aksesibilitas ke lokasi proyek (dalam kota, luar kota); e) Jenis dinding pengisi (bata, lainnya); f) Ada tidaknya atrium; g). Intensitas servis (tinggi, sedang, rendah); h) Jumlah lantai; i) Tinggi bangunan; j) Luas lantai dasar; k). Luas lantai kotor; dan l) Perkiraan volume galian.

Selain ke-12 faktor di atas, Studi ini menambahkan 7 faktor lain yang menurut hasil wawancara dan survei literatur yang juga berpengaruh terhadap durasi proyek, yaitu: a) Jumlah lantai *basement*; b) Jenis pondasi yang digunakan; c) Bentuk Denah (sederhana, sedang, rumit); d) Bentuk atap (datar, pelana, perisai) e) Struktur Atap (baja, beton, kombinasi); f) Kedalaman Tanah Keras; dan g). Alat yang dipakai (pompa beton, lift beton, crane).

4. HASIL ANALISIS DAN DISKUSI

4.1 Perolehan data

Jumlah data yang diperoleh adalah 34 buah. Pencarian dilakukan dengan menggunakan lembar isian yang diisi sendiri oleh Penulis, berdasarkan data yang ada pada laporan kerja praktek (data proyek dan kurva S). Alasan Penulis memanfaatkan laporan kerja praktek adalah, pada laporan tersebut telah tersedia semua data yang diperlukan, selain itu juga karena keterbatasan waktu di dalam melakukan penelitian.

Dari ke – 34 data tersebut, Tanmargo [8] menganalisa proporsi data berdasarkan lokasi proyek, luas total, dan fungsi bangunan. Hal ini dilakukan untuk melihat apakah

semua data memenuhi kriteria proyek yang telah ditetapkan pada bab sebelumnya. Hasil dari analisa tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Proporsi Data Berdasarkan Lokasi[8]

Lokasi	Jumlah	Persentase
DIY	13	38,2 %
Semarang	13	38,2 %
Bandung	8	23,6 %

Tabel 2. Proporsi Data Berdasarkan Fungsi [8]

Fungsi	Jumlah	Persentase
Kantor	5	14,7 %
Komersial	6	17,7 %
Pendidikan	9	26,5 %
Hotel	12	35,3 %
Lainnya	2	5,8 %

Tabel 3. Proporsi data Berdasarkan Luas Bangunan[8]

Luas (m ²)	Jumlah	Persentase
1000 – 5000	8	23.5 %
5001 – 10000	13	38.2 %
10001 – 15000	6	17.6 %
15001 – 20000	6	17.6 %
20001 - 25000	1	2.9 %

4.2 Analisa regresi berganda

Analisa ini dimaksudkan untuk mendapatkan persamaan garis regresi yang menghubungkan variabel Y (durasi dan lag) dengan variabel X (faktor – faktor yang mempengaruhi durasi), sehingga didapat persamaan :

$$\hat{Y} = A + B1.X1 + B2.X2 + B3.X3 + \dots$$

Variabel untuk A (konstanta) dan B (faktor pengali) untuk masing – masing variabel durasi dan lag ditunjukkan pada tabel persamaan Regresi di lampiran. Dari tabel tersebut, didapat persamaan untuk menghitung masing – masing durasi. Metode yang digunakan pada analisa ini adalah metode *stepwise*, dimana variabel independen yang mempunyai *significance level* rendah tidak dimasukkan ke dalam persamaan.

4.2.1 Persamaan Untuk Menghitung Durasi Total ($R^2 = 0.801$)

Durasi Total =

$$23.033 - (1.794 \times \text{alat angkut beton}) + (1.222 \times \text{atrium}) + (0.336 \times \text{fungsi bangunan}) + (0.556 \times \text{jumlah lantai}) + (10.605 \times \text{lantai basement}) + (4.856E-04 \times \text{luas total})$$

4.2.2. Persamaan Untuk Menghitung Durasi Pekerjaan Persiapan ($R^2 = 0.641$)

Durasi Pekerjaan Persiapan =

$$-1.625 - (2.512E-02 \times \text{alat angkut beton}) + (2.039 \times \text{atrium}) + (0.518 \times \text{jenis pondasi}) - (4.075E-04 \times \text{luas lantai 1})$$

4.2.3. Persamaan Untuk Menghitung Durasi Pekerjaan Struktur Bawah ($R^2 = 0.533$)

Durasi Pekerjaan Struktur Bawah =

$$7.446 - (3.372 \times \text{atrium}) + (4.269E-02 \times \text{jenis pondasi}) + (6.206 \times \text{lantai basement}) + (1.592E-02 \times \text{luas lantai 1}) - (1.959E-02 \times \text{ketinggian bangunan}) + (0.344 \times \text{tanah keras}) + (1.220E-05 \times \text{volume galian})$$

4.2.4. Persamaan Untuk Menghitung Durasi Pekerjaan Struktur Atas ($R^2 = 0.605$)

Durasi Pekerjaan Struktur Atas =

$$8.290 - (2.108 \times \text{alat angkut beton}) - (1.314 \times \text{atrium}) + (1.500 \times \text{bentuk denah}) + (1.622 \times \text{fungsi bangunan}) - (2.077 \times \text{jumlah lantai}) + (5.808E-04 \times \text{luas total}) + (0.580 \times \text{ketinggian bangunan})$$

4.2.5. Persamaan Untuk Menghitung Durasi Pekerjaan Dinding ($R^2 = 0.733$)

Durasi Pekerjaan Dinding =

$$10.540 - (3.504 \times \text{atrium}) + (0.711 \times \text{fungsi bangunan}) - (1.252 \times \text{jumlah lantai}) + (1.2214E-04 \times \text{luas total}) + (4.916 \times \text{lantai basement}) + (0.396 \times \text{ketinggian bangunan})$$

4.2.6. Persamaan Untuk Menghitung Durasi Pekerjaan Utilitas ($R^2 = 0.697$)

Durasi Pekerjaan Utilitas =

$$0.739 - (0.179 \times \text{aksesibilitas}) - (0.238 \times \text{alat angkut beton}) + (1.432 \times \text{atrium}) - (0.275 \times \text{lokasi bangunan}) + (4.175E-04 \times \text{luas total}) + (0.415 \times \text{tanah keras})$$

4.2.7. Persamaan Untuk Menghitung Durasi Pekerjaan Finishing ($R^2 = 0.473$)

Durasi Pekerjaan Finishing =

$$2.621 + (0.729 \times \text{alat angkut beton}) + (0.920 \times \text{atrium}) + (0.962 \times \text{bentuk denah}) - (0.314 \times \text{fungsi bangunan}) + (1.164 \times \text{jumlah lantai}) + (2.458E-02 \times \text{tanah keras})$$

4.2.8. Persamaan Untuk Menghitung Durasi Lag 1 ($R^2 = 0.694$)

Durasi Lag 1 =

$$0.739 - (0.179 \times \text{aksesibilitas}) - (0.238 \times \text{alat angkut beton}) + (1.432 \times \text{atrium}) - (0.275 \times \text{bentuk denah})$$

4.2.9. Persamaan Untuk Menghitung Durasi Lag 2 ($R^2 = 0.724$)

Durasi Lag 2 =

$$-0.596 + (1.204 \times \text{aksesibilitas}) + (0.388 \times \text{alat angkut beton}) - (0.288 \times \text{fungsi bangunan}) - (0.207 \times \text{jenis pondasi}) + (4.058 \times \text{lantai basement}) + (0.305 \times \text{tanah keras}) + (1.287E-05 \times \text{volume galian})$$

4.2.10. Persamaan Untuk Menghitung Durasi Lag 3 ($R^2 = 0.536$)

Durasi lag 3 =

$$7.490 - (1.268 \times \text{aksesibilitas}) + (1.275 \times \text{alat angkut beton}) - (1.964 \times \text{lokasi bangunan}) + (0.571 \times \text{struktur atap})$$

4.2.11. Persamaan Untuk Menghitung Durasi Lag 4 ($R^2 = 0.590$)

Durasi Lag 4 =

$$9.136 + (0.438 \times \text{fungsi bangunan}) - (1.763 \times \text{lokasi bangunan}) - (0.810 \times \text{intensitas servis}) - (0.172 \times \text{tanah keras})$$

4.2.12. Persamaan Untuk Menghitung Durasi Lag 5 ($R^2 = 0.493$)

Durasi Lag 5 =

$$3.601 - (0.511 \times \text{alat angkut beton}) + (0.419 \times \text{fungsi bangunan}) + (0.263 \times \text{lokasi bangunan}) + (0.993 \times \text{lantai basement})$$

5. RANGKUMAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa, dapat ditarik beberapa kesimpulan :

1. Ada 17 faktor yang mempengaruhi durasi proyek pada tahap perencanaan. Hubungan antara factor-faktor tersebut dengan durasi masing-masing pekerjaan beserta lag nya ditunjukkan oleh Tabel 4.

Tabel 4. Hubungan Antara Variabel Independen dengan Variabel Dependen

	Durasi Total	Durasi Persiapan	Durasi Struktur Bawah	Durasi Struktur Atas	Durasi Dinding	Durasi Utilitas	Durasi Finishing	Durasi Lag 1	Durasi Lag 2	Durasi Lag 3	Durasi Lag 4	Durasi Lag 5
Fungsi bangunan	X			X	X		X		X		X	X
Lokasi Bangunan						X				X	X	X
Aksesibilitas						X		X	X	X		
Ada tidaknya atrium	X	X	X	X	X	X	X	X				
Intensitas servis											X	
Jumlah lantai	X		X	X								
Tinggi bangunan		X	X	X								
Luas lantai dasar		X	X									
Luas lantai kotor	X			X	X	X						
Perkiraan volume galian			X						X			
Jumlah lantai basement	X		X		X		X		X			X
Jenis pondasi		X	X						X			
Bentuk denah				X			X	X				
Bentuk atap											X	
Struktur atap										X		
Kedalaman tanah keras			X			X	X		X		X	
Alat yang dipakai	X	X		X		X	X	X	X	X		X

Catatan : x signifikan pada taraf ≤ 0.05

2. Analisa Regresi Berganda dengan menggunakan data dari masa lalu dapat digunakan untuk mengestimasi durasi proyek dengan cukup akurat, terbukti dari koefisien korelasi yang didapat dari pengujian terhadap persamaan tersebut. Masing – masing faktor dapat dipakai secara bergantian untuk mengestimasi durasi setiap pekerjaan beserta lag nya. Persamaan tersebut adalah :

Persamaan Untuk Menghitung Durasi Total ($R^2 = 0.801$)

$23.033 - (1.794 \times \text{alat angkut beton}) + (1.222 \times \text{atrium}) + (0.336 \times \text{fungsi bangunan}) + (0.556 \times \text{jumlah lantai}) + (10.605 \times \text{lantai basement}) + (4.856E-04 \times \text{luas total})$.

3. Persamaan-persamaan untuk menghitung Durasi Pekerjaan Persiapan, Durasi Pekerjaan Struktur Bawah, Durasi Pekerjaan Struktur Atas, Durasi Pekerjaan Dinding, Durasi Pekerjaan Utilitas, Durasi Pekerjaan Finishing, Durasi Lag 1, Durasi Lag 2, Durasi Lag 3, Durasi Lag 4, dan Durasi Lag 5 seperti pada hasil analisis sebelumnya dapat dipakai untuk menghitung lebih detail durasi yang dan lag yang dibutuhkan untuk pelaksanaan sebuah gedung.
4. Dengan menggunakan *Microsoft Acces 2000* dan *Microsoft Visual Basic 6* dapat dibuat sistem informasi untuk mengestimasi durasi proyek. Sistem itu dapat dirancang terdiri dari 2 subsistem, yaitu sub sistem data base dan sub sistem program estimasi[8].

5.2 Saran

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan sample dari 3 kota, yaitu DIY, Semarang, dan Bandung. Sehingga, bila digunakan di luar ketiga lokasi tersebut, ada kemungkinan hasilnya tidak akurat. Untuk memperbaiki hal ini, maka lokasi penelitian dapat diperluas di kota – kota lainnya.

Database yang berisi data proyek, dapat dibuat dengan menggunakan program *Microsoft Acces 2000*, sebenarnya dapat langsung berhubungan dengan program estimasi, yang dibuat dengan menggunakan *Microsoft Visual Basic*. Tetapi karena pada kedua program tersebut tidak ada fasilitas untuk menghitung persamaan garis Regresi, maka pengolahan data dilakukan dengan memakai program *SPSS*. Bila nantinya ada program aplikasi *database* yang dilengkapi dengan fasilitas statistika, sistem ini dapat dikembangkan dengan cara menggabungkan *database* dengan program estimasi. Sehingga, bila ada data baru yang dimasukkan pada *database*, secara otomatis koefisien persamaan Regresi yang terdapat pada program estimasi juga berubah.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Soeharo, I (1995), Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional, Erlangga.
2. McCaffer, R. and Baldwin, A (1995), Estimating for Construction, Engineering Management, Thomas Telford, London.
3. Smith, N. (1995), Estimating for Construction Project, Engineering Management, Thomas Telford, London.
4. Skitmore, M and Lowe, D. (1995), Human Factors in Estimating, Engineering Management, Thomas Telford, London.
5. Gray, C. and Little, J. (1985), The Classification of Work Packages to determine the Relationship between Design and Construction, Occasional Paper no. 18, Department Construction Management, University of Reading.
6. Nkado, R. (1992), Construction Time Information System for the Building Industry, Construction Management and Economics. Vol 10, 489-509

7. Nkado, R (1994), Construction Time Influencing Factors, Construction Management and Economics, Vol 13, 81-89.
8. Tanmargo, A.S. (2000), Sistem Informasi untuk Estimasi Durasi Proyek Konstruksi Bangunan Gedung, Tesis Magister Teknik, Program Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta.