

Menentukan Penjadwalan Proyek dengan Probabilitas dan Statistika

Yaqub Hanifan / 18209008
Program Studi Ssietm dan teknologi Informasi
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
Hanifan.yaqub@students.itb.ac.id

Abstract The graduates students of System and Information Technology will mostly deal with several major project at the company they worked in. However, how to make our project become efisien? Well, there a lot of ways of course. In this paper, I will explain how to achieve it with statistical approach. When Managing major project, evaluation is needed to manage all of the data, such as time, cost, and quality. We will use statistical approach to analyze the relation all data and represent the result as a graph.

Key word: schedule, time, cost

I. PENDAHULUAN

Dalam memanager sebuah proyek yang besar, ternyata sangat dibutuhkan sebuah evaluasi yang digunakan untuk mengelola data-data seperti waktu, biaya, dan juga kualitas. Data berupa waktu digunakan untuk menentukan sejauh mana lama durasi peraktivitas hingga selesai. Data biaya digunakan untuk memberikan gambaran tentang berapa besarnya biaya yang dibutuhkan dalam proyek tersebut, data berupa kualitas menggambarkan bagaimana pekerjaan yang akan kita buat. Semua data tersebut akan dikombinasikan dalam bentuk penjadwalan, sehingga akan menghasilkan pekerjaan yang efektif dan efisien.

II. PENENTUAN INPUT

2.1 Pengumpulan data waktu

Pada evaluasi proyek, terdapat tiga jenis perkiraan waktu yaitu dugaan paling mungkin, dugaan optimis, dan dugaan pesimis.

1. Dugaan paling mungkin, yaitu suatu dugaan yang paling sering terjadi jika aktivitas dilakuakn berulang-ulang, dan pelaksanaannya berjalan normal. Pada statistic, ini merupakan dugaan modus (nilai tertinggi) dari sebaran peluangnya.
2. Dugaan optimis, dimaksudkan sebagai waktu yang dibutuhkan jika pada pelaksanaan aktivitas, semua hal berjalan dengan lancar. Secara statistik, ini merupakan

dugaan batas bawah dari sebaran peluangnya.

3. Dugaan pesimis dimaksudkan sebagai waktu yang dibutuhkan bila terjadi kesalahan pada pelaksanaan aktivitas (jika semua hal berlangsung dengan buruk), sehingga aktivitas akan selesai lebih lambat. Hal ini dapat disebabkan karena keterbatasan alat. Adanya hambatan yang disebabkan oleh alam seperti banjir, hujan dan keadaan lainnya seperti keadaan politik dan sebagainya di luar kekuasaan perusahaan tidak termasuk dalam hal ini, sehingga hal-hal tersebut diasumsikan tidak akan terjadi. Secara statistik ini merupakan batas atas dari sebaran peluangnya.

Dengan menyimbolkan dugaan waktu tersebut menjadi (m untuk dugaan pertama, a untuk dugaan kedua, b untuk dugaan ke-3), kita bisa menentukan nilai harapan untuk setiap aktivitas dengan rumus:

$$Te = (a+4m+b)/6$$

Dengan asumsi bahwa simpangan baku (V) adalah seperenam dari rentang kebutuhan waktu yang mungkin.

Tabel 1.1 Durasi Perkiraan Aktivitas

Kode aktivitas	Aktivitas pendahulu	Taksiran waktu penyelesaian (bln)			
		Optimistik (a)	Umum (m)	Pesimistik (b)	Te
A	-	1	2	3	2
B	-	2	3	4	3
C	-	3	4	5	4
D	A	2	4	6	4
E	A	2	3	10	4
F	B	1	3	5	3
G	C	1	4	7	4
H	D	1	3	11	4
I	B,G	4	4	4	4
J	H	1	3	11	4
K	E,F	5	7	15	8
L	I	1	1	1	1

Untuk menentukan data-data dari table diatas, kita harus mengadakan penelitian di pada proyek-proyek sebelumnya yang telah dikerjakan. Setelah kita bisa mendapatkan data-data tersebut, kita bisa mengolahnya

menjadi waktu harapan yang akan membantu kita dalam menentukan jadwal sebuah proyek.

2.2 Penentuan biaya proyek

Dalam menentukan biaya proyek, yang kita harus khawatirkan adalah *overruns* biaya pada proyek kita. *Overruns* biaya adalah biaya yang tak terduga yang mengakibatkan budget yang sudah kita perkirakan menjadi tidak cukup. Untuk mencegah hal tersebut, kita melakukan analisa data penelitian.

Analisa data penelitian ini dilakukan dengan analisa deskripsi dan analisa statistik. Analisa deskripsi memberikan uraian-uraian mengenai faktor-faktor yang ada hubungannya dengan terjadinya *overruns* biaya proyek, sedangkan analisa statistik digunakan untuk menganalisa data penyebab terjadinya *overruns* biaya dan adanya ketergantungan antar variabel. Untuk data yang berjenis ordinal yaitu data penyebab terjadinya *overruns* biaya digunakan angka index dan tingkat kesetujuan. Untuk menguji adanya ketergantungan antara tipe proyek dengan penyebab *overruns* biaya, juga ketergantungan antar variabel yang berpengaruh pada terjadinya *overruns* biaya digunakan tabel *contingency*, pengujian hipotesa menggunakan *chi square* (X^2) dan menentukan besarnya koefisien asosiasi.

2.2.1 Menentukan *overruns* biaya

Sebelum kita menentukan faktor penyebab *overruns* biaya, kita harus menentukan terlebih dahulu memahami biaya pokok proyek. Ada tiga jenis biaya pokok:

1. Tingkat sumber daya, yaitu sumber daya apa saja yang akan terpakai pada proyek ini
2. Biaya tetap, yaitu biaya yang merupakan harga untuk melakukan tugas proyek
3. per-menggunakan biaya, yaitu jumlah biaya setiap kali menggunakan suatu alat. Misalnya seperti sewa pickup/jam

Setelah mengetahui biaya pokok proyek, barulah kita membuat daftar-daftar kegiatan apa saja yang akan kita lakukan serta kira-kira seberapa besar biaya yang akan dibutuhkan. Perhitungan yang digunakan disini adalah khi-kuadrat. Yaitu membandingkan rumus yang didapat dari tabel dan dari masukan.

Rumus khi-kuadrat untuk masukan:

$$X^2 = \sum \frac{(n_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad (3)$$

dimana:

X^2 = nilai dari chi square

n_{ij} = frekwensi dari $A_i B_j$

$E_{ij} = \{n_{i0} \times n_{0j}\} / n$

Jika rumus untuk masukan lebih besar dari pada dari tabel, maka kegiatan tersebut sebaiknya tidak dikerjakan. Hal ini karena kegiatan tersebut akan membuat *overruns* biaya.

Setelah biaya anggaran selesai di saring kita harus membuat sebuah table yang menggambarkan hubungan waktu dengan biaya yang akan digunakan saat memasukkan data ke dalam rumus-rumus

Berikut ini adalah contoh tabelnya

Kegiatan	Waktu/minggu	Biaya(juta)
K1	1	5
	2	2
	3	1
K2	4	4
	5	3
	6	1
K3	2	2
	5	2
	6	4
K4	3	3
	4	3
	6	2

III. PENGOLAHAN DATA

3.1 Durasi Acak

Seorang manajer proyek wajib menyelesaikan proyek dalam waktu deadline (T) dan tidak lebih dari biaya yang telah dianggarkan (B). Dengan mengacu kepada kedua hal tersebut, waktu pengerjaan kemungkinan dapat dipercepat, tetapi hal itu akan mengakibatkan bertambahnya biaya yang akan dikeluarkan. Jika kita ingin mengurangi pengurangan biaya, kemungkinan aktivitas banyaknya aktivitas akan dikurangi, tetapi hal itu akan membuat waktu pengerjaan bertambah. Tujuan dari makalah ini adalah menemukan durasi vector X dengan mengacu pada kedua batas tersebut dengan menggunakan ilmu-ilmu yang statistika yang sudah dipelajari.

$$T(X) \leq T \text{ dan } B(X) \leq B$$

Penjadwalan Proyek besar dapat dimodelkan dalam sebuah graph, yang masukannya berupa biaya dan waktu yang berupa variable-variabel random dengan distribusi probabilitas.

Tanpa disadari, ternyata semakin cepat durasi pengerjaan sebuah proyek maka kebutuhan biaya yang dikeluarkan akan semakin besar. Semua itu bukanlah suatu alasan penggelembungan tetapi lebih ke arah percepatan, semakin cepat maka semakin mahal. Ada dua cara yang akan dibahas disini untuk menghasilkan

semua durasi vektor upper dan lower pada sebuah proyek. Semua durasi aktivitas yang mungkin, ada diantara durasi vektor upper dan lower. Akhirnya, meskipun waktu dan biaya berubah-ubah kita tetap bisa melakukan penjadwalan ulang kebutuhan penyelesaian proyek secara efisien sesuai dengan algoritma.

Untuk pendekatan, sebuah durasi vektor X didefinisikan agar mengikuti formula (T,B). Tetapi, pendekatan seperti ini tidak selalu cocok dengan menghitung semua kemungkinan durasi vektor karena akan ada banyak sekali kemungkinan untuk sebuah proyek skala besar. Karena itu kita mencoba sebuah konsep yang berkaitan dengan upper durasi vektor dan lower durasi vektor untuk (T,B).

Sebuah durasi vektor X didefinisikan sebagai sebuah upper durasi vektor untuk (T,B) jika X memenuhi (T,B) dan $B(Y) > B$ untuk semua durasi vektor Y dengan $Y > X$. Dengan ketentuan tersebut, maka semua durasi vektor yang lebih besar dari upper durasi vektor tidak dapat memenuhi (T,B). begitu juga ketika X didefinisikan sebagai lower durasi vektor untuk (T,B), jika X memenuhi (T,B) dan $B(Y) > B$ untuk setiap durasi vektor Y sedemikian hingga $Y < X$. Maka dengan aturan tersebut, semua durasi vektor yang lebih kecil dari lower durasi vektor tidak akan memenuhi (T,B).

Dalam tujuan untuk membangkitkan semua upper durasi vektor dan lower durasi vektor untuk (T,B), penulis menggunakan pseudo durasi vektor $Z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$ dan pseudo cost vektor $D = (d_1, d_2, \dots, d_n)$. Perlu dicatat bahwa setiap nilai z_i memiliki nilai dalam $\{x_{i1}, x_{i1+1}, x_{i1+2}, \dots\}$ tetapi x_i memiliki nilai dalam $\{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iui}\}$. Begitu juga dengan d_i memiliki nilai dalam $\{c_{iui}, c_{iui+1}, c_{iui+2}, \dots\}$ tetapi x_i memiliki nilai dalam $\{c_{i(i-1)}, \dots, c_i\}$.

Ada beberapa teorema yang memiliki peranan penting dalam menghitung upper durasi dan lower durasi vector untuk (T,B).

Teorema 1

Setiap upper durasi vektor X untuk (T,B), terdapat setidaknya satu pseudo durasi vektor Z dengan $Z \geq X$ sedemikian hingga $T(Z) = T$ dan $T(Z) > T$ untuk setiap pseudo durasi vektor $Z' > Z$.

Teorema 2

Jika X merupakan sebuah lower durasi vektor untuk (T,B) dan ini berelasi dengan cost vektor $C=(c_1, c_2, \dots, c_n)$ kemudian terdapat minimal satu pseudo cost vektor $D = (d_1, d_2, \dots, d_n)$ dimana $D \geq C$ sedemikian hingga $d_1 + d_2 + \dots + d_n = B$.

3.3 rumus upper dan lower duration

Rumus ini diperkenalkan oleh Yi Kuei Lin dalam risetnya yang berkaitan dengan manajemen proyek pada tahun 2008. Ada langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mencari upper duration untuk (T,B):

1. Temukan semua pseudo durasi vektor $Z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$ yang memenuhi persamaan (1) dan (2)

$$\sum_{a_i \in P_j} z_i = T \quad \text{untuk } j=1,2,\dots,m \quad (1)$$

$$z_i \geq x_{ij} \quad \text{untuk } i = 1,2,\dots,m \quad (2)$$

2. Untuk setiap Z , temukan durasi terbesar vektor $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ sedemikian sehingga $X \leq Z$ dengan aturan

$$x_i = \begin{cases} x_{ip} & \text{if } x_{ip} \leq z_i \leq x_{i(p+1)} \\ x_{iui} & \text{if } x_{iui} \leq z_i \end{cases} \quad (3)$$

$$i = 1,2,\dots,n$$

3. Untuk setiap X , cek apakah total cost $B(X)$ melebihi biaya B , jika benar, maka hilangkan X dari kandidat. X yang lolos dikumpulkan menjadi (X_1, X_2, \dots, X_w) .

4. Hilangkan X yang bukan maksimal dari kumpulan diatas untuk menghasilkan kumpulan upper durasi vector (T,B).

Rumus-rumus diatas digunakan untuk mencari Upper duration vector, sekarang kita akan mencari lower durationnya. Ada langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mencari lower duration untuk (T,B):

1. Temukan semua Pseudo cost vector $D = (d_1, d_2, \dots, d_n)$ yang memenuhi persamaan 4 dan 5:

$$d_1 + d_2 + \dots + d_n = B \quad (4)$$

$$d_i \geq c_{iui} \quad \text{untuk } i = 1,2,\dots,n \quad (5)$$

2. Untuk setiap $D = D = (d_1, d_2, \dots, d_n)$ temukan cost vector terbesar dari $C = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ sedemikian hingga $C \leq D$ sesuai aturan berikut:

$$c_i = \begin{cases} c_{ip} & \text{if } c_{i(p-1)} \leq d_i \leq c_{ip} \\ c_{i1} & \text{if } d_i \geq c_{i1} \end{cases}$$

$$i = 1,2,\dots,n$$

3. Untuk setiap C , yang berelasi dengan $X=(X_1, X_2, \dots, X_n)$ dan cek apakah $T(X) > T$, jika ya, maka hilangkan X . dan sisa X dikumpulkan menjadi (X_1, X_2, \dots, X_v) .

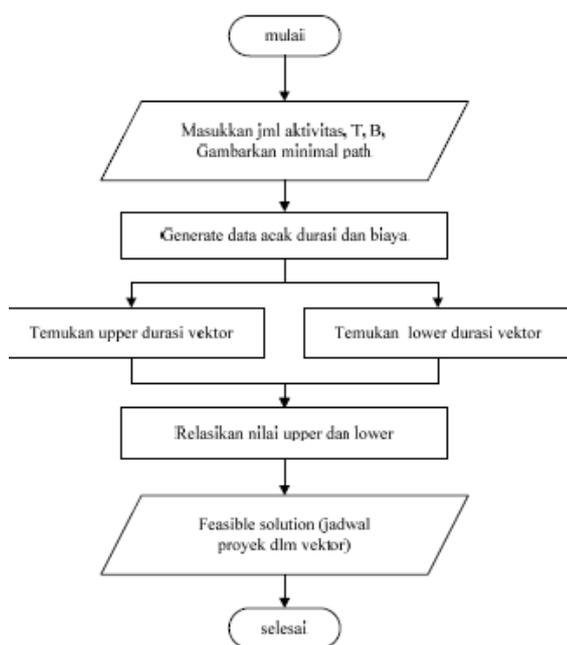
4. Hilangkan X yang bukan minimal dari kumpulan diatas untuk menghasilkan kumpulan upper durasi vector (T,B).

3.4 Alur upper dan lower duration

Untuk merealisasikan data-data yang sudah kita dapat pada bagian 2, ada alur yang harus dilalui saat pemrosesan data menjadi upper dan lower duration. Secara umum, alur tersebut adalah sebagai berikut:

1. memasukkan seluruh data
2. Menggabungkan data waktu dengan biaya
3. Mencari upper durasi
4. Menampilkan hasil upper durasi
5. Mencari lower durasi
6. Menampilkan hasil lower durasi
7. Merelasikan upper dan lower durasi

Berikut ini adalah diagram alirnya.



Tahapan lebih rincinya akan dijelaskan sebagai berikut: Pada bagian ini, data-data dapat dilihat pada bagian 2.2.1 yang merupakan gabungan dari masukan biaya dan waktu

1. Cari pseudo durasi vector Z

Untuk menemukan pseudo durasi vektor Z, pertama harus dicari terlebih dahulu nilai minimum dari masing-masing Z. Nilai minimum ini nantinya digunakan sebagai nilai awal ataupun sebagai batasan berhentinya sebuah *looping*. Setelah itu hitung baris maksimal yang bisa didapatkan dari perkalian antara jumlah aktivitas dengan jumlah varian pada masing-masing aktivitas.

Setelah itu, untuk setiap baris, kita cari nilai Z dengan memperhatikan batasan minimum masing-masing Z dan juga memperhatikan jumlah durasi masing-masing minimal path yang tidak boleh melebihi

total durasi proyek. Hasil dari perpaduan dua batasan tersebut akan menghasilkan pseudo durasi dan akan dimasukkan pada grid tabel pada form aplikasi.

2. Temukan durasi vector terbesar di vector X untuk setiap Z

Pada proses ini, akan dilakukan pencarian nilai pseudo Z yang paling mendekati dengan nilai masukan durasi. Untuk itu, pada masing-masing Z, temukan durasi vektor X yang paling besar yang memenuhi $X \leq Z$. Pada proses sebelumnya, didapatkan pseudo durasi vektor Z. Setelah itu carilah nilai kedekatan pseudo durasi dari input nilai durasi. Misalkan, nilai pseudo yang didapatkan adalah 8, dan nilai durasi pada minggu tersebut adalah 3,5,6, maka nilai nya adalah 8. (table K3)

3. Hitung B(X), kemudian tandai jika $B(X) \leq$ anggaran untuk setiap X

Sekarang kita akan menghitung biaya total / B(X) dari vektor durasi tersebut. Biaya total ini nantinya akan menjadi parameter penting untuk melakukan pemilahan mana durasi vektor yang memenuhi budget awal proyek dan mana durasi vektor yang melebihi budget awal proyek. Misalkan kita memiliki durasi vektor (1,4,2,3) untuk $(X1, X2, X3, X4)$ dari tiap-tiap K dari $(K1, K2, K3, K4)$. Dan di tabel input kita memiliki data seperti pada *Tabel di bagian 2.2.2* diatas. Maka $B(X1-4) = 5+4+2+3 = 14$ juta. Nilai total ini lalu kita cek apakah \leq budget awal proyek atau tidak. Jika tidak maka durasi vektor tersebut kita masukkan ke dalam array penampung serta kita beri tanda pada kolom disampingnya di tabel output. Setelah itu, pindah ke baris selanjutnya begitu seterusnya sampai dengan baris terakhir.

4. Hapus non-max yang didapat dari hasil diatas pada langkah ke-3

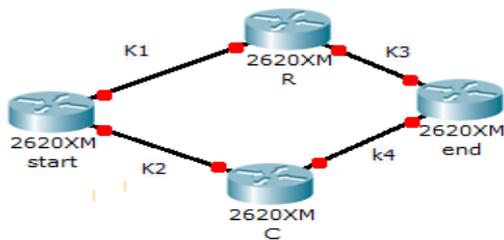
Pada proses sebelumnya didapatkan beberapa kumpulan data yang mirip seperti array pada algoritma yang menampung nilai-nilai upper durasi. Nilai-nilai tersebut telah memenuhi baik batasan waktu maupun batasan biaya. Tetapi ada beberapa nilai yang sebenarnya bukan merupakan nilai yang bagus. Maka dari itu diperlukan proses lagi untuk memilah sekali lagi sehingga didapatkan durasi upper yang bagus.

Proses pemilahan ini sebenarnya merupakan proses perbandingan element suatu durasi vektor dengan elemen durasi vektor yang lain. Perbandingan disini ada 2 macam *compare1* dan *compare2*. Pada *compare1*, akan membanding dua durasi vektor X, Y apakah $X < Y$. Sedangkan pada *compare2* akan membandingkan antara dua vektor apakah X,Y apakah $X \leq Y$. Durasi vektor yang dibandingkan disini merupakan durasi vektor yang belum masuk dalam sebuah tumpukan nilai, dan isian tumpukan ini bertambah saat suatu vektor melewati baik

Compare1 maupun compare2. Proses tersebut diulangi sampai $i = W$, dimana W merupakan jumlah index dari array kandidat. Hasil dari proses ini adalah kumpulan nilai upper durasi vektor.

Perhitungan pada upper melibatkan data waktu pada pengolahannya, sedangkan lower melibatkan

Setelah mendapatkan kedua data tersebut, kita membuat sebuah vektor yang saling terhubung seperti graph.



Graph diatas adalah hasil dari pengolahan data upper dan lower duration. Kemudian kita bisa membuat jadwal yang akan menentukan kemana arah dari proyek kita.

IV. KESIMPULAN

Evaluasi dari suatu proyek sangatlah penting untuk mendesain proyek selanjutnya. Dengan membuat upper dan lower duration, kita bisa membuat beberapa pilihan mengenai apa saja yang akan kita lakukan pada proyek ini sehingga proyek ini bisa menjadi lebih efektif dan efisien sesuai dengan biaya dan waktu yang telah ditetapkan.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amaliyah, Bilqis, Rully Soelaiman, Zainudin Syuhada, FTI, institute teknologi sepuluh November, Surabaya.
- [2] Y.K. Lin, 2007. Project management for arbitrary random durations and cost attributes

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 29 April 2010

Yaqub hanifan
18209008