

## **SIMULASI WAKTU DAN BIAYA PADA KONSTRUKSI PIER PADA JALAN LAYANG SUPRAPTO JAKARTA**

### **Budiono**

Pasca Sarjana Bidang Ilmu Teknik Universitas Indonesia  
Email: budiono@unpak.ac.id

### **Abstrak**

Proyek jalan layang di Indonesia khususnya di DKI Jakarta, telah berkembang pesat sesuai dengan tingkat pertumbuhan ekonomi dan jumlah kendaraan. Saat ini pembangunan jalan layang terus berlangsung hingga membutuhkan penanganan yang baik agar berjalan sesuai dengan mutu, waktu dan biaya yang telah ditetapkan. Berdasarkan hasil informasi pada proyek-proyek sebelumnya bahwa sering terjadi keterlambatan, keterlambatan penyelesaian proyek konstruksi akan menyebabkan peningkatan biaya proyek, gangguan pada lingkungan sekitar dan mengurangi performance kontraktor dan sebagainya, hal ini dapat terjadi terutama apabila keterlambatan terjadi pada kegiatan-kegiatan yang berada di lintasan kritis, yang mengakibatkan keterlambatan waktu penyelesaian proyek tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis jadwal pelaksanaan pekerjaan dengan simulasi waktu dan biaya sehingga diperoleh besarnya peluang penyelesaian setiap item pekerjaan dan durasi proyek, untuk mengantisipasi dampak atau resiko keterlambatan. Karena waktu dan biaya pada proyek konstruksi merupakan kejadian yang bersifat tidak pasti (*Uncertainty*), sehingga dapat diasumsikan sebagai bilangan random. Untuk mengetahui peluang suatu kejadian, waktu penyelesaian pada proyek konstruksi yang sulit diprediksi, maka diperlukan alat untuk menganalisis masalah tersebut. Untuk menganalisis atau mengatasi masalah resiko keterlambatan tersebut, dapat dilakukan dengan simulasi. Pada masalah proyek konstruksi ini, dapat digambarkan sebagai suatu sistem, sehingga proses penyelesaian dapat berupa bentuk model matematika (pola distribusi), sehingga perilaku sistem tersebut dapat diketahui dan diprediksi. Beberapa metode simulasi seperti Monte carlo, dapat dijadikan sebagai metode untuk menganalisis dengan bantuan *Crsytal Ball Software* dan *Pertmaster Software*. Dari hasil simulasi tersebut diketahui, bahwa nilai *Confidence level* durasi pekerjaan perir EP9 pada jalan layang Suprpto untuk 103 hari adalah 70% sedangkan hasil estimasi kontraktor adalah 62 hari dengan adalah *Confidence level* sebesar 0%, sehingga peluang terjadinya keterlambatan sangat besar (tidak mungkin). Kemudian hasil simulasi biaya didapat biaya sebesar Rp.214,182,182.6 dengan *Confidence level* sebesar 70%, sedangkan hasil dari kontraktor sebesar 228 juta dengan *Confidence level*, berkisar 90% sampai dengan 95%, artinya kontraktor seharusnya dapat menekan biaya lagi. Dengan diketahui probabilitas tersebut dapat dijadikanantisipasi bagi kontraktor untuk melakukan strategi pada saat melakukan tender atau pada saat pelaksanaan pekerjaan jika terjadi keterlambatan atau dapat juga melakukan percepatan pada item pekerjaan tertentu dengan diketahuinya biaya percepatan perharinya

**Kata Kunci:** simulasi monte carlo; crystal ball; pertmaster; *confidence level*

**Abstract**

*Overpass projects in Indonesia, especially in DKI Jakarta, have grown rapidly in accordance with the rate of economic growth and the number of vehicles. Currently the construction of the overpass continues to require good handling in order to run in accordance with the quality, time and cost that has been set. Based on the results of information on previous projects that there are often delays, delays in the completion of construction projects will cause increased project costs, disruption to the surrounding environment and reduce contractor performance and so on, this can occur especially if delays occur in activities that are on a critical trajectory, resulting in delays in the completion time of the project. The purpose of this study is to analyze the schedule of work implementation with a simulation of time and cost so that the opportunity for completion of each work item and the duration of the project, to anticipate the impact or risk of delays. Because the time and cost of a construction project is an uncertainty, it can be assumed to be a random number. To know the chances of an event, the completion time on a construction project is difficult to predict, then tools are needed to analyze the problem. To analyze or overcome the problem of delay risk, it can be done by simulation. In the problem of this construction project, it can be described as a system, so that the settlement process can be a form of mathematical model (distribution pattern), so that the behavior of the system can be known and predicted. Some simulation methods such as Monte carlo, can be used as a method to analyze with the help of Crsytal Ball Software and Pertmaster Software. From the results of the simulation it is known, that the confidence level value of ep9 work duration on suprapto overpass for 103 days is 70% while the contractor's estimated result is 62 days with confidence level of 0%, so the chance of delay is very large (impossible). Then the results of the cost simulation were obtained costs of Rp.214,182,182.6 with a Confidence level of 70%, while the results from contractors amounted to 228 million with Confidence levels, ranging from 90% to 95%, meaning that contractors should be able to reduce costs again. With the probability known can be used as anticipation for the contractor to carry out a strategy at the time of tendering or at the time of the implementation of the work in case of delays or can also accelerate on certain work items with the known cost of acceleration per day.*

**Keywords:** monte carlo simulation, crystal ball, pertmaster, *confidence level*

**Pendahuluan**

Pembangunan nasional adalah pembangunan berkelanjutan untuk mewujudkan suatu masyarakat adil dan makmur yang merata materil dan spiritual. Baik itu sosial, politik, keamanan, sarana dan pra-sarana yang dibutuhkan oleh masyarakat. Salah satu yang penting dalam menunjang pembangunan adalah sistem transportasi, hal ini dapat dicapai dengan sistem jaringan jalan yang baik. Kendala yang dihadapi saat ini adalah kepadatan lalu lintas sehingga menimbulkan kemacetan. Untuk mengatasi hal tersebut, bebarapa alternatif pemecahan dengan pelebaran jalan atau membuat jalan baru, kemungkinan alternatif tersebut sangat kecil untuk dilaksanakan karena keterbatasan

lahan, alternatif ketiga dengan jalan layang (flyover) atau under pass. Selama ini yang banyak dilaksanakan adalah dengan jalan layang dan sedikit dengan under pass.

Pelaksanaan pembangunan fly over sangat dibutuhkan perencanaan dan pelaksanaan yang baik, hal ini atau dengan kata lain perlu adanya manajemen dalam menghadapi resiko-resiko yang terjadi terutama dalam pelaksanaannya. Begitu pula halnya dalam dunia jasa konstruksi, terdapat variabel-variabel seperti biaya, mutu, dan waktu yang harus direncanakan, dilaksanakan, dikontrol dan diselesaikan sehingga sesuai dengan persyaratan didalam kontrak.

Proyek adalah suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan yang ditujukan untuk mencapai suatu sasaran tertentu dan membutuhkan sarana serta waktu yang terbatas.

Untuk mencapai hasil pelaksanaan proyek konstruksi sesuai sasaran, dengan penekanannya pada spesifikasi, tepat waktu dan anggaran maka diperlukan dasar rumusan perencanaan konstruksi yang menjadi pedoman dalam pelaksanaan proyek konstruksi.

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi akan terjadi interaksi (hubungan timbal balik) antara perencanaan konstruksi dan faktor-faktor yang mempengaruhi, sehingga usaha apa saja yang dapat dilakukan agar proses tersebut berjalan efektif. Sehubungan dengan hal tersebut diatas, terdapat dua komponen utama yaitu rumusan perencanaan dan implementasi perencanaan. Variabel-variabel yang terlibat dalam proses perencanaan tersebut diatas (Faniran, Oluwoye, & Lenard, 1998):

1. Unsur-unsur yang terlibat dalam proyek konstruksi
2. Waktu (schedule)
3. Metoda konstruksi
4. Teknologi
5. Sumber daya (uang, material, tenaga kerja)
6. Organisasi proyek konstruksi
7. Mutu
8. Jenis dan besar kecil/perusahaan
9. Kondisi perusahaan

Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam strategi perencanaan konstruksi secara efektif diantaranya:

1. Pentingnya kualitas waktu pada perencanaan konstruksi sebagai dasar kegiatan dilapangan.
2. Penekanan ditingkatkan kepada pengembangan perencanaan kegiatan operasional untuk diterapkan diproyek.
3. Didalam proses perencanaan tersebut terdiri dari beberapa bagian, diantaranya pada bagian scheduling, ini merupakan masalah yang menarik terutama mengenai waktu, sehingga pada saat implementasi jadwal pelaksanaan dilapangan sering terjadi penyimpangan waktu, dari hasil penelitian yang pernah dilakukan pada beberapa kontraktor sebanyak 73%, bahwa kontraktor dengan penjadualan yang tidak baik, telah mengakibatkan biaya meningkat/tidak sesuai dengan perencanaan (*cost*

*overrun*) (Callahan, Quackenbush, & Rowings, 1992), karena cost overrun dapat menambah biaya akhir proyek dan meminimalkan keuntungan.

Proses pelaksanaan jalan layang (*fly over*) ini dilaksanakan pada lokasi dengan kepadatan lalu lintas yang tinggi, sehingga bila terjadi keterlambatan proyek maka akan berdampak terhadap kondisi lingkungan. Kemudian juga akan menjadi sumber perselisihan dan tuntutan antara pemilik dan kontraktor, sehingga keterlambatan proyek akan menjadi sangat mahal nilainya, bila ditinjau dari sisi kontraktor maupun pemilik. Kontraktor akan terkena denda pinalti sesuai dengan kontrak, disamping itu kontraktor juga mengalami tambahan biaya overhead selama proyek masih berlangsung. Dari sisi pemilik keterlambatan proyek akan membawa dampak kepada masyarakat dalam hal jasa pelayanan dan juga mengurangi pemasukan. Keterlambatan proyek kemungkinan terjadi dalam beberapa hal diantaranya (Popescu & Charoengam, 1995):

1. Excusable delay, adalah suatu keterlambatan yang bukan merupakan tanggung jawab kontraktor, excusable delay dibedakan menjadi dua tipe yaitu:
  - a. Compensatory delay, yaitu keterlambatan yang diakibatkan oleh pihak owner atau pihak perencana dan keterlambatan ini memberikan hak kepada kontraktor untuk mendapatkan kompensasi tambahan biaya dan waktu atas keterlambatan tersebut.
  - b. Noncompensatory delay, yaitu keterlambatan yang tidak disebabkan oleh pihak manapun yang terlibat, dan pihak kontraktor mendapatkan hak untuk tambahan waktu dengan tanpa adanya biaya tambahan. Penyebab keterlambatan ini adalah seperti Acts of God, kerusakan, embargo, cuaca buruk dan pemogokan.
2. Nonexcusable delay, adalah keterlambatan yang tidak dapat ditoleransikan tidak dapat penggantian biaya atau perpanjangan waktu karena penyebabnya merupakan kesalahan dan tanggungjawab kontraktor, seperti lambatnya pengiriman material, lambatnya mobilisasi, keahlian tenaga kerja yang tidak sesuai, jumlah tenaga kerja yang tidak mencukupi, pemogokan tenaga kerja yang disebabkan oleh perlakuan yang tidak adil, gagal dalam mengkoordinasi para sub-kontraktor.
3. Concurrent delay adalah keterlambatan yang disebabkan oleh faktor-faktor Nonexcutable delays yang terjadi secara bersamaan. Jika hal ini terjadi maka harus dilakukan pengkajian lebih dalam oleh pihak-pihak yang terlibat dalam proyek untuk melihat apa dan siapa yang menjadi penyebab keterlambatan sehingga dapat ditentukan tindakan penyelesaian.
4. Pembangunan proyek jalan layang itu sangat berbeda dengan pembangunan jalan biasa, gedung, perumahan, bangunan lainnya, karena pada proyek ini penekanan scheduling sangat menentukan, hal ini disebabkan oleh tingkat ketidakpastian dan resiko yang tinggi.
5. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Praritama; Yusuf Latief, 2005) pada beberapa proyek Flyover di Jakarta, sumber resiko penyebab keterlambatan disebabkan oleh kontraktor adalah:
  - a. Keterlambatan dari mobilisasi peralatan
  - b. Kesalahan dari metode konstruksi
  - c. Banyaknya peralatan yang tidak layak pakai.

Sumber resiko yang menyebabkan keterlambatan yang disebabkan diluar pihak kontraktor:

- a. Pembebasan lahan disekitar lokasi proyek.
- b. Rencana dan spesifikasi yang tidak sempurna
- c. Keterlambatan dalam proses persetujuan gambar kerja.

Kemudian dari pihak dinas pekerjaan umum propinsi DKI Jakarta, keterlambatan waktu penyelesaian proyek dapat disebabkan oleh pihak ketiga, pemilik proyek (owner), pihak perencana, kontraktor, supervisi, dan lingkungan salah satu contohnya sebagai berikut;

- a. Proyek konstruksi Flyover Galur, keterlambatan disebabkan oleh, masalah pengadaan peralatan box girder dan masalah traffic di persimpangan galur sampai pada jalan tanah tinggi.
- b. Proyek Konstruksi Flyover Tomang, keterlambatan disebabkan tiang pancang karena didalamnya ditemukan pipa PDAM daerah sekitar Tomang dan kabel telkom.
- c. Proyek Konstruksi Flyover Daan Mogot, keterlambatan disebabkan perubahan cara pembayaran penyelesaian dan permasalahan utilitas (pada saat akan melakukan proses pemancangan terdapat pipa air minum didalamnya).

Dari penelitian Yuwono. HS, pengaruh lalu-lintas terutama perlintasan Kereta Api pada Flyover Pondok Kopi, bahwa keterlambatan proyek sampai 35 hari jika dikonversikan dalam rupiah sebesar 159 juta atau 1,34 % dari total proyek 11,81 milyar.

Tujuan penelitian, adalah melakukan simulasi waktu dan biaya pekerjaan proyek konstruksi pier dan merekomendasikan tindakan untuk mengantisipasi jika terjadi keterlambatan pelaksanaan.

### **Metode Penelitian**

Penelitian merupakan proses panjang dan menyeluruh dimana berawal pada minat untuk mengetahui fenomena tertentu. Gagasan tersebut timbul ditujukan untuk lebih mengenal hubungan antara bagian-bagian utama pada jalan layang, khususnya pada bagian pier, yang menjadi sumber keterlambatan. Konseptualisasi proses tersebut kemudian dituangkan menjadi suatu metode penelitian lengkap dengan pola analisis, pengumpulan data yang diperlukan dilakukan pada saat proses pelaksanaan proyek konstruksi dan hasil pengumpulan data tersebut diolah menjadi informasi untuk dianalisis.

Karena penelitian ini berdasarkan pada suatu kejadian yang sering dialami pada setiap kontraktor, terutama pada proyek jalan layang yaitu masalah keterlambatan, maka model penelitian merupakan studi kasus. Sehingga timbul pertanyaan “bagaimana” dan “mengapa” (Yin, 1994). Setelah model penelitian ditentukan, maka langkah selanjutnya adalah membuat disain penelitian.

## Hasil dan Pembahasan

Terjadinya perbedaan hasil simulasi dengan hasil estimasi kontraktor, berdasarkan hasil wawancara durasi estimasi kontraktor dihitung berdasarkan pendekatan produktifitas, sedangkan durasi hasil simulasi dengan probabilitas yang sudah memperhitungkan faktor resiko. Berdasarkan hasil estimasi kontraktor pekerjaan pier adalah 62 hari untuk pier EP9 sedangkan hasil aktual sebesar 91 hari. Penyebab terjadinya keterlambatan pada pekerjaan pier dari hasil laporan bulanan, yang pertama disebabkan oleh dari kedua belah pihak dari pihak kontraktor keterlambatan terjadi akibat alat berat yang sering rusak, yang mengakibatkan waktu yang terbuang (idle time dan lag time) dan dari pihak pemilik pembebasan tanah yang belum tuntas. Didalam input data Permaster Software pada saat pemilihan distribusi, dengan distribusi triangular terlihat bahwa dengan nilai minimum dan maksimum yang ekstrim (mempunyai rentang yang lebar) akan menyebabkan nilai mean dan median tidak wajar artinya perbedaan antara nilai hasil simulasi 147 hari dengan hasil aktual 91 hari, jika pada distribusi beta nilai hasil simulasi dengan nilai median 103 hari, mendekati wajar.

Sebagai antisipasi keterlambatan, untuk proyek berikutnya data historis sangat diperlukan, sebagai dasar patokan didalam analisis waktu total pelaksanaan proyek, kemudian ditentukan tingkat peluang penyelesaian proyek dan selanjutnya disiapkan dengan tindakan menyiapkan informasi mengenai percepatan yang akan dilakukan pada tiap-tiap item pekerjaan.

Pada proyek jalan layang yang mempunyai struktur bangunan pier sama pada semua lokasi, dapat dianggap bersifat repetitive (berulang), sehingga keterlambatan pada salah satu bagian dari pier, maka waktu pelaksanaan pekerjaan berikutnya akan terpengaruh. Didalam penentuan besarnya prosentase tingkat keberhasilan (Confidence level) dari hasil simulasi sangat dipengaruhi oleh, beberapa faktor :

1. Faktor internal (kondisi kontraktor)
  - a. Sumber daya manusia, material dan alat
  - b. Kemampuan penguasaan teknologi
  - c. Volume pekerjaan
2. Faktor eksternal
  - a. Lingkungan/kondisi dilapangan (akses jalan, lalu lintas/tingkat kemacetan)
  - b. Cuaca
  - c. Status lahan, dll.

Berdasarkan hipotesis, dari analisis terbukti bahwa dengan mengabaikan antisipasi keterlambatan telah mengakibatkan kinerja proyek konstruksi tidak baik, yaitu waktu(durasi) proyek mengalami keterlambatan dan terjadinya penambahan biaya dengan selisih 14 juta. Keterlambatan dapat diantisipasi, melalui :

1. Durasi hasil estimasi (deterministic) tidak dipakai lagi didalam perencanaan jadwal.
2. Tentukan besarnya durasi tiap item pekerjaan sesuai dengan Confidence level 70%, hasil simulasi dari Permaster Software.
3. Membuat tindakan percepatan tiap-tiap item pekerjaan beserta biaya yang dikeluarkan.

4. Melakukan tindakan perbaikan/penyelesaian masalah pada sumber keterlambatan pada proyek konstruksi jalan layang, berdasarkan dari hasil penelitian sebelumnya.

Besarnya waktu “Contingency” (waktu tak terduga) dari hasil analisis dapat diperoleh dari nilai middle time dan lag time, yaitu:

1. Pekerjaan pondasi bored pile 7 hari
2. Excavation 1 hari
3. Blinding stone 1 hari
4. Lean concrete 5 hari
5. Form Work & Reinforced of Footing 1 hari
6. Concreting Footing 3 hari
7. Form Work & Reinforced of Column Pier 1 hari
8. Concreting Column Pier 5 hari.

### **Kesimpulan**

Dari hasil simulasi diketahui biaya pelaksanaan sebesar 214 juta dengan *confidence level* sebesar 70%, seharusnya pihak kontraktor dapat menekan biaya lebih kecil lagi hal ini dapat dibandingkan dari anggaran biaya pengeluaran(RAP) hasil simulasi dengan RAP (aktual) sebesar 228 juta. Hasil banding antara hasil estimasi *deterministic* dengan hasil estimasi simulasi pada proyek jalan layang tersebut, bahwa hasil estimasi kontraktor tidak dapat digunakan sebagai acuan didalam rencana jadual pelaksanaan.

Dengan mengetahui kemungkinan penyelesaian suatu proyek dengan tingkat probabilitas tertentu, akan lebih mudah bagi kontraktor untuk melakukan antisipasi keterlambatan pelaksanaan proyek, maupun mencegah terjadi *cost overrun*. Jika direncanakan untuk memperpendek durasi, sebagai suatu strategi didalam proses tender, maka diperlukan rencana tindakan antisipasi keterlambatan dengan resiko akan mengurangi keuntungan.

Jika keterlambatan tetap dibiarkan, maka sangsi denda yang dikenakan pemilik proyek kepada kontraktor lebih besar dari penambahan biaya perhari dengan dilakukan percepatan. Jalan terbaik adalah melakukan percepatan sampai sangsi denda tersebut tidak kenakan lagi, atau sampai sesuai dengan jadwal rencana.

Dalam melakukan percepatan waktu pada pekerjaan *pier* (misalnya pada sub item pekerjaan pier seperti *bored pile*) mengalami keterlambatan, usaha pertama yang dapat dilakukan adalah melakukan percepatan waktu pada pekerjaan kritis yang sedang dilaksanakan, dengan metoda yang menyebabkan penambahan biaya seminimal mungkin.

## BIBLIOGRAFI

- Callahan, Michael T., Quackenbush, Daniel G., & Rowings, James E. (1992). *Construction project scheduling*. [Google Scholar](#)
- Faniran, Olusegun O., Oluwoye, Jacob O., & Lenard, Dennis J. (1998). Interactions between construction planning and influence factors. *Journal of Construction Engineering and Management*, 124(4), 245–256. [Google Scholar](#)
- Popescu, Calin M., & Charoenngam, Chotchai. (1995). *Project planning, scheduling, and control in construction: An encyclopedia of terms and applications*. John Wiley & Sons. [Google Scholar](#)
- Praritama; Yusuf Latief, Supervisor. (2005). *Tindakan korektif dan preventif terhadap sumber resiko yang menyebabkan keterlambatan pada proyek konstruksi flyover di propinsi DKI Jakarta*. Universitas Indonesia.

---

**Copyright holder:**

Budiono (2022)

**First publication right:**

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

**This article is licensed under:**

