

RENCANA WAKTU YANG PALING MUNGKIN PADA PROYEK KONSTRUKSI DENGAN BANTUAN PROGRAM @RISK

I Ketut Nudja S.¹⁾

1) Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Warmadewa

ABSTRAK

Prosedur penjadwalan dengan metode CPM (Critical Path Method) digunakan estimasi waktu aktivitas yang deterministik atau diasumsikan bahwa durasi kegiatan dianggap diketahui dengan pasti. Namun dilapangan padahal banyak aktivitas yang sifatnya tidak tentu (uncertainly), sehingga tidak dapat ditetapkan secara pasti berapa lama total durasi proyek tersebut. Cara yang umum digunakan untuk memasukkan ketidakpastian pada penjadwalan adalah dengan menganalisis penjadwalannya secara probabilistik (probabilistic scheduling).

Teknis analisis itu antara lain adalah PERT, dimana Waktu optimis dan pesimis diasumsikan berpeluang terjadi sekali dalam seratus kejadian yang hampir sama dan waktu paling mungkin merupakan waktu yang paling sering terjadi, yaitu Optimistic Time = a (Waktu yang paling optimis), Most Likely Time = m (Waktu yang paling mungkin), Pessimistic Time = b (Waktu yang paling pesimis). Program @Risk merupakan salah satu program komputer yang berfungsi sebagai alat bantu dalam analisis risiko. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka saya melakukan kajian tentang Perencanaan Jadwal waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi dengan metode PERT dan dengan bantuan Program @Risk.

Berdasarkan pembahasan, didapat total durasi proyek yang paling mungkin yang dihasilkan dari simulasi Monte Carlo ini adalah = 104.479 hari atau 105 hari, ini berarti probabilitas proyek tersebut dapat dilaksanakan dengan sukses sekitar = 50%. Jika durasi proyek ditetapkan = 112.807 hari atau 113 hari, ini berarti probabilitas proyek tersebut dapat dilaksanakan dengan sukses sekitar = 75%. Semua keputusan ada ditangan pemilik proyek, apakah menginginkan probabilitas proyek 50%, atau 75%

Kata kunci: waktu paling mungkin, durasi kegiatan, program @risk

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Prosedur penjadwalan dengan metode CPM (*Critical Path Method*) digunakan estimasi waktu aktivitas yang deterministik atau diasumsikan bahwa durasi kegiatan dianggap diketahui dengan pasti. Namun dilapangan padahal banyak aktivitas yang sifatnya tidak tentu (*uncertainly*), sehingga tidak dapat ditetapkan secara pasti berapa lama total durasi proyek tersebut. Hal ini pada akhirnya menyebabkan terjadinya keterlambatan penyelesaian pelaksanaan proyek, yang merupakan risiko dari pelaksanaan proyek atau kontraktor. Agar hal ini tidak terjadi, maka diperlukan suatu teknis analisis yang dapat membantu manajemen proyek.

Agar dapat mengantisipasi masalah ini, maka diperlukan suatu teknis analisis untuk mengatasi ketidakpastian dari durasi proyek konstruksi tersebut. Cara yang umum digunakan untuk memasukkan ketidakpastian pada penjadwalan adalah dengan menganalisis penjadwalannya secara probabilistik (*probabilistic scheduling*). Teknis analisis itu antara lain adalah PERT.

Metode PERT klasik memiliki beberapa keterbatasan. Masalah utamanya adalah terkait dengan keakuratan pengestimasian durasi optimistik, most likely, dan pesimistik. Sebaiknya penggunaan PERT klasik dilakukan jika memiliki estimasi yang akurat terhadap durasi optimistic, most likely, dan pesimistik serta jika proyek yang ditinjau memiliki satu jalur yang dominan. Untuk mengatasi masalah ini penggunaan simulasi Monte Carlo dapat digunakan sebagai alternatif.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka sayamelakukan kajian tentang Perencanaan Jadwal waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi dengan metode PERT dan dengan bantuan Program @Risk.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah di atas, maka masalah pada perencanaan ini adalah bagaimana melakukan analisis risiko penjadwalan pelaksanaan proyek pada Proyek Konstruksi dengan bantuan Program @Risk?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dan manfaat perencanaan ini adalah untuk mengetahui dan memberikan informasi waktu pelaksanaan yang paling mungkin dalam pelaksanaan proyek pada Proyek Konstruksi dengan bantuan Program @Risk.

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Perhitungan Durasi

Dalam menentukan nilai durasi (d), salah satunya dapat diambil dari analisis daftar analisa BOW (*Burgerlijke Openbare Werken*), yaitu suatu ketentuan dan ketetapan umum yang ditetapkan *Dir.BOW* tanggal 28 Februari 1921 Nomor 5372 A pada jaman pemerintahan Belanda (H.Bachtiar Ibrahim, 1993), dimana untuk daftar analisa pekerjaan tanah, urugan, dan pasangan, yaitu:

1. Pekerjaan merakit dan memasang perancah
1m³ Pekerjaan kuda-kuda (F₂₂)
 24,00 hr. Pekerja
 2,400 hr. Mandor
 8,000 hr. Tukang kayu
 0,400 hr. Kepala tukang kayu
2. Pekerjaan merakit dan memasang perancah
1m³ Pekerjaan kuda-kuda (F₂₂)
 2,400 hr. Pekerja
 0,240 hr. Mandor
 0,800 hr. Tukang kayu
 0,040 hr. Kepala tukang kayu

Untuk menentukan besarnya durasi (d) untuk masing-masing jenis pekerjaan dapat

digunakan persamaan, (Ilmu Manajemen Konstruksi, 1998), berikut ini:

$$d = \frac{V}{P}$$

Atau:

$$d = \frac{K_1}{K_2}$$

dimana:

$$K_1 = K_t \times V$$

dimana

d = Durasi.

V = Volume.

P = Produktivitas berdasarkan komposisi sumber daya untuk menyelesaikan persatu satuan volume, sesuai daftar analisa ($1m^3/hr$, $1m^2/hr$, dan $1m^7/hr$)

K_t = Kebutuhan komposisi sumber daya tenaga per satuan volume.

K_1 = Kebutuhan komposisi sumber daya keseluruhan

K_2 = Komposisi sumber daya yang tersedia.

Catatan: pilih nilai durasi (d) yang terbesar.

2.2 PERT (Program Evaluation and Review Technique)

PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) bermanfaat bagi proyek-proyek yang memiliki tingkat ketidakpastian yang sangat besar dan faktor waktu jauh lebih penting dan diutamakan daripada faktor biaya. Oleh sebab itu PERT lebih mengutamakan unsur probabilitas, yaitu dengan asumsi bahwa setiap aktivitas pekerjaan mempunyai kemungkinan-kemungkinan lain dalam proses pengerjaannya (tingkat ketidakpastiannya tinggi). Ketidakpastian ini diekspresikan dalam *deviasi standard* atau *varians* dari durasi tersebut. Dengan mempertimbangkan ketidakpastian ini dalam penjadwalan, maka

ini dapat dijadikan sebagai dasar untuk menghitung probabilitas penyelesaian proyek.

2.2.1 Tiga Estimasi Waktu PERT

PERT dapat dikatakan sebagai teknik pengembangan dari CPM. Dalam PERT digunakan 3 waktu estimasi untuk setiap aktivitas karena waktu penyelesaian kegiatan tidak dapat dipastikan, bukannya sebuah waktu yang tetap seperti CPM. Pada CPM pemakaian sebuah estimasi waktu cenderung menghasilkan penyelesaian proyek yang terlalu optimistik. Selain itu juga menghasilkan penjadwalan yang kaku dan tidak fleksibel, padahal waktu penyelesaian suatu kegiatan dapat bervariasi dan mempunyai rentang waktu. PERT memakai 3 angka estimasi yang mewakili waktu optimis (a), waktu paling mungkin (m) dan waktu pesimis (b). Waktu optimis dan pesimis diasumsikan berpeluang terjadi sekali dalam seratus kejadian yang hampir sama dan waktu paling mungkin merupakan waktu yang paling sering terjadi.

1. *Optimistic Time* = a (Waktu yang paling optimis)

Adalah waktu minimum, jika suatu aktivitas diselesaikan pada kondisi yang sangat baik, dimana segala sesuatunya berjalan dengan lancar tanpa persoalan-persoalan. Perkiraan *Optimistic Time* mempunyai kemungkinan yang sangat kecil untuk dapat dicapai atau terjadi.

2. *Most Likely Time* = m (Waktu yang paling mungkin)

Adalah waktu yang berdasarkan pikiran estimator, menggambarkan lamanya yang paling sering terjadi dalam menyelesaikan suatu aktivitas, jika pekerjaan ini dilakukan berulang-ulang dalam kondisi yang sama.

3. *Pessimistic Time* = b (Waktu yang paling pesimis)

Adalah waktu maksimum, jika suatu aktivitas diselesaikan pada kondisi yang

sangat buruk, dimana dalam pelaksanaan diganggu oleh persoalan-persoalan yang disebabkan adanya cuaca buruk, kerusakan-kerusakan, problem personil, problem penyediaan material, dan sebagainya. Perkiraan Pessimistic Time mempunyai kemungkinan yang sangat kecil untuk dapat dicapai atau terjadi.

Estimasi a, b dan m hanya memasukkan kejadian yang diklasifikasikan normal. Sebagai contoh adalah akibat cuaca, untuk aktivitas yang pelaksanaannya dipengaruhi kondisi cuaca, perlu dipelajari dahulu kondisi yang berlaku pada tahun tersebut dan membuat kelonggaran yang pantas untuk a, b dan m.

2.2.2 Expected Time Suatu Aktivitas (te)

Sesudah ketiga perkiraan waktu dibuat, semuanya harus digabungkan dalam satu nilai waktu. Perhitungan satu nilai waktu dikerjakan secara aljabar, dengan menggunakan rata-rata tertimbang. Satu nilai waktu tersebut biasanya disebut Expected Time (t_e), yaitu waktu yang diperlukan untuk melakukan suatu aktivitas, dan dirumuskan dalam:

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Rumusan ini menyatakan bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa optimistik dan pesimistik adalah sama. Untuk waktu yang paling mungkin diberikan timbangan yang empat kali lebih besar dari kedua peristiwa di atas.

2.2.3 Standart Deviasi dan Varians Waktu Aktivitas

Untuk menggambarkan variansi waktu aktivitas dalam jaringan kerja PERT, digunakan deviasi standart waktu aktivitas, sehingga dapat dihitung deviasi standart dan varians untuk aktivitas tersebut. Varians sebuah kegiatan adalah akar rata-rata

penyimpangan atau deviasi pengukuran terhadap mean atau rata-ratanya. Oleh karena itu varians sebuah kegiatan mencerminkan besarnya deviasi suatu taksiran terhadap nilai rata-ratanya. Sedangkan standar deviasi adalah suatu ukuran yang dipergunakan untuk mengukur kecenderungan memencarnya data di sekitar rata-ratanya.

2.3 Metode Monte Carlo

2.3.1 Pengertian Metode Monte Carlo

Metode Monte Carlo merupakan dasar untuk semua algoritma dari metode simulasi yang didasari pada pemikiran penyelesaian suatu masalah untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dengan cara memberi nilai sebanyak-banyaknya (nilai bangkitan/ *Generated Random Number*) untuk mendapatkan ketelitian yang lebih tinggi. Metode ini menganut system pemrograman yang bebas tanpa telalu banyak diikat oleh rule atau aturan tertentu, (Mahmud Achmad, 2011).

2.3.2 Dasar Teori Simulasi Monte Carlo

Adapun Dasar-dasar dari teori Simulasi Monte Carlo salah satunya adalah Variabel Random, (Mahmud Achmad, 2011). Menurut Bain dan Engelhardt (1992) Variabel random adalah suatu fungsi yang didefinisikan pada ruang sampel S yang menghubungkan setiap hasil yang mungkin e di S dengan suatu bilangan real, yaitu $(e) = x$. Jika himpunan hasil yang mungkin dari variabel random X merupakan himpunan terhingga, $\{1, x_2, \dots, x_n\}$, atau $\{x_1, x_2, \dots\}$, maka X disebut variabel random diskrit. Angka random untuk mencari biaya yang paling mungkin (*Most Likely Cost*) = ML dapat dihasilkan dengan menggunakan fungsi RAND yang ada pada *Microsoft Excel*, yaitu $ML = \text{RAND}() * (\text{MAX} - \text{MIN}) + \text{MIN}$.

2.4 Program @Risk

Kekuatan simulasi Monte Carlo terletak pada gambar hasil yang mungkin diciptakan. Cukup dengan menjalankan simulasi, @Risk untuk Proyek mengambil model proyek dan mewakili hanya satu hasil yang mungkin untuk mewakili ribuan. Dengan @Risk untuk Proyek, akan bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan seperti, atau "Berapakah probabilitas menyelesaikan ini tonggak tepat waktu dan sesuai anggaran?" "Bagaimana kemungkinan bahwa tahapan proyek ini akan selesai hari ini?" dengan cara mengganti nilai pasti dalam spreadsheet dengan fungsi probabilitas @Risk distribusi, akan ditunjukkan dalam bentuk grafik berupa ("kurva lonceng"), seragam, dan segitiga distribusi.

Program @Risk Proyek menyediakan berbagai macam grafik untuk menafsirkan dan penyajian hasil Anda kepada orang lain. The @Risk Gantt Chart memungkinkan untuk melihat hasil simulasi langsung dari Proyek Gantt Chart. Histogram dan kurva kumulatif menunjukkan probabilitas hasil yang berbeda. Gunakan grafik *overlay* dan ringkasan untuk perbandingan lebih maju. Klik kanan menu dan toolbar berguna membuat navigasi sekejap, juga dapat menghasilkan, satu halaman siap-cetak Laporan Cepat hasil statistik dan grafik.

3 PEMBAHASAN.

3.1 Perhitungan Estimasi Durasi.

Hasil perhitungan durasi (d) untuk masing-masing jenis pekerjaan, disajikan dalam bentuk Tabel 1.

3.2 Perencanaan Waktu Paling Efektif dengan Menggunakan bantuan Software @Risk.

Program @Risk mempermudah perhitungan analisis risiko yang dilakukan,

dengan menjalankan simulasi pada program @Risk, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

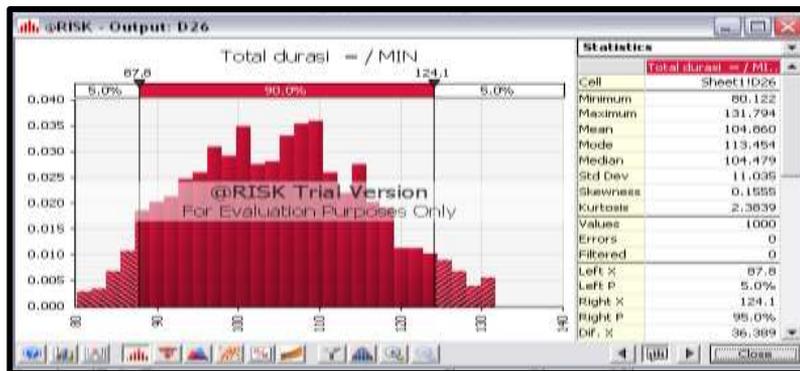
1. Menentukan distribusi durasi didapat dengan memasukan masing-masing durasi untuk Optimistic duration ost (Durasi yang paling optimis) = MIN, Most Likely duration (Durasi yang paling mungkin) = ML, Pessimistic duration (Durasi yang paling pesimis) = MAX seperti yang telah dihitung pada langkah 3.1 diatas, dan hasilnya seperti terlihat pada Gambar 1.
2. Pada lembar kerja pada Program @Risk klik menu  @Risk dan klik menu start simulation akan tampak seperti terlihat pada Gambar 2
3. Pada lembar kerja pada Program @Risk diatas, klik menu Probability  klik menu Comulative , seperti terlihat pada Gambar 3.
4. Pada lembar kerja pada Program @Risk diatas, klik menu Tornado-change in output mean , seperti terlihat pada Gambar 4.
5. Pada lembar kerja pada Program @Risk diatas, klik menu Tornado-Regression coefficients , seperti terlihat pada Gambar 5.
6. Pada lembar kerja pada Program @Risk diatas, klik menu Tornado-Regression mapped values , seperti terlihat pada Gambar 6.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Durasi (d)

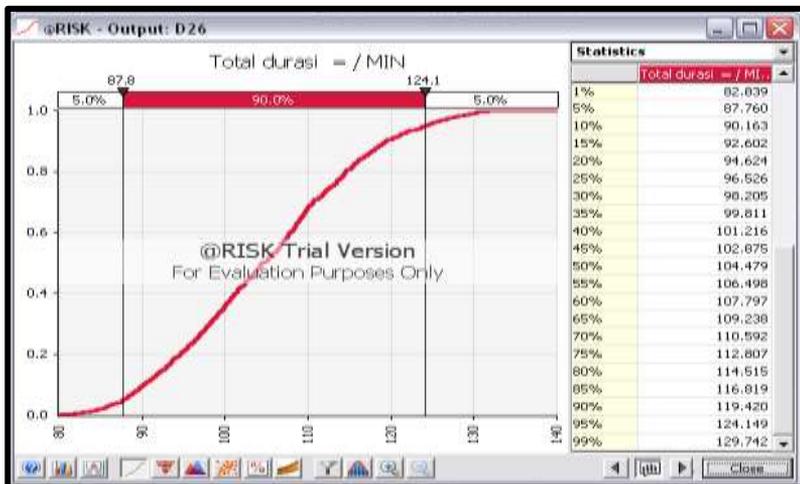
| No | URAIAN | VOLUME PEKERJAAN | | KEBUTUHAN SUMBER DAYA PER SAT. VOL | | KEBUTUHAN SUMBER DAYA KESELURUHAN | | JUMLAH SUMBER DAYA YANG TERSEDIA | | | PERKIRAAN DURASI | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------|------------------|----------|------------------------------------|--------|-----------------------------------|--------|----------------------------------|--------|--------|------------------|-------|------|-------|------|-------|--|----|
| | | Stm | Vol. | Stm | Koef | Stm | Koef | a | m | b | a | | b | | c | | | |
| | | | | | | | | (hari) | (hari) | (hari) | Hit. | Pakai | Hit. | Pakai | Hit. | Pakai | | |
| A. PEK. PERANCAH | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Pek. Pondasi | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | Pek. Menganyam | m ³ | 240.00 | | | | | | | | | | | 10 | | 16 | | 32 |
| | Pekerja | | | hr | 0.667 | hr | 160.08 | 15.00 | 10.00 | 5.00 | 10.67 | | | 16.01 | | 32.02 | | |
| | Mandor | | | hr | 0.027 | hr | 6.48 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 6.48 | | | 6.48 | | 6.48 | | |
| | Penganyam | | | hr | 0.883 | hr | 211.92 | 25.00 | 20.00 | 15.00 | 8.48 | | | 10.60 | | 14.13 | | |
| b | Pek. Mengisi | m ³ | 240.00 | | | | | | | | | | | 10 | | 12 | | 14 |
| | Pekerja | | | hr | 1.500 | hr | 360.00 | 35.00 | 30.00 | 25.00 | 10.29 | | | 12.00 | | 14.40 | | |
| | Mandor | | | hr | 0.025 | hr | 6.00 | 3.00 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | | | 3.00 | | 6.00 | | |
| 2 Pek. Perancah | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a | Pek. Merakit dan Pasang | m ³ | 22.09 | | | | | | | | | | | 19 | | 23 | | 27 |
| | Pekerja | | | hr | 24.000 | hr | 530.26 | 28.00 | 24.00 | 20.00 | 18.94 | | | 22.09 | | 26.51 | | |
| | Mandor | | | hr | 2.400 | hr | 53.03 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 17.68 | | | 17.68 | | 17.68 | | |
| | Tukang Kayu | | | hr | 8.000 | hr | 176.75 | 8.00 | 6.00 | 4.00 | 22.09 | | | 29.46 | | 44.19 | | |
| | Kepala Tukang Kayu | | | hr | 0.400 | hr | 8.84 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 8.84 | | | 8.84 | | 8.84 | | |
| b | Pek. Bongkar dan angkut | m ³ | 22.09 | | | | | | | | | | | 4 | | 6 | | 8 |
| | Pekerja | | | hr | 2.400 | hr | 53.03 | 12.00 | 9.00 | 6.00 | 4.42 | | | 5.89 | | 8.84 | | |
| | Mandor | | | hr | 0.240 | hr | 5.30 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 5.30 | | | 5.30 | | 5.30 | | |
| | Tukang Kayu | | | hr | 0.800 | hr | 17.68 | 6.00 | 4.00 | 2.00 | 2.95 | | | 4.42 | | 8.84 | | |
| | Kepala Tukang Kayu | | | hr | 0.040 | hr | 0.88 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | | | 0.88 | | 0.88 | | |
| B. PEK. BEKISTING | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Pek. Merakit & Pasang | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Pekerja | m ² | 508.50 | | | | | | | | | | | 11 | | 14 | | 17 |
| | Pekerja | | | hr | 0.500 | hr | 254.25 | 25.00 | 20.00 | 15.00 | 10.17 | | | 12.71 | | 16.95 | | |
| | Mandor | | | hr | 0.050 | hr | 25.43 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 12.71 | | | 12.71 | | 12.71 | | |
| | Tukang Kayu | | | hr | 0.400 | hr | 203.40 | 25.00 | 20.00 | 15.00 | 8.14 | | | 10.17 | | 13.56 | | |
| | Kepala Tukang Kayu | | | hr | 0.010 | hr | 5.09 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.54 | | | 2.54 | | 2.54 | | |
| 2 | Pek. Bongkar & angkut | m ² | 508.50 | | | | | | | | | | | 3 | | 4 | | 5 |
| | Pekerja | | | hr | 0.050 | hr | 25.43 | 9.00 | 7.00 | 5.00 | 2.83 | | | 3.63 | | 5.09 | | |
| | Mandor | | | hr | 0.005 | hr | 2.54 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.54 | | | 2.54 | | 2.54 | | |
| | Tukang Kayu | | | hr | 0.040 | hr | 20.34 | 7.00 | 5.00 | 3.00 | 2.91 | | | 4.07 | | 6.78 | | |
| | Kepala Tukang Kayu | | | hr | 0.001 | hr | 0.51 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.51 | | | 0.51 | | 0.51 | | |
| C. PEK. PEMBESIAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Pek. Memotong | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Pekerja | kg | 7,385.16 | | | | | | | | | | | 10 | | 12 | | 14 |
| | Pekerja | | | hr | 0.034 | hr | 251.10 | 25.00 | 20.00 | 15.00 | 10.04 | | | 12.55 | | 16.74 | | |
| | Mandor | | | hr | 0.011 | hr | 81.24 | 14.00 | 10.00 | 6.00 | 5.80 | | | 8.12 | | 13.54 | | |
| | Tukang Besi | | | hr | 0.034 | hr | 251.10 | 25.00 | 20.00 | 15.00 | 10.04 | | | 12.55 | | 16.74 | | |
| | Kepala Tukang Besi | | | hr | 0.001 | hr | 7.39 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 7.39 | | | 7.39 | | 7.39 | | |
| 2 | Pek. Merakit & Pasang | kg | 7,385.16 | | | | | | | | | | | 10 | | 12 | | 14 |
| | Pekerja | | | hr | 0.034 | hr | 251.10 | 25.00 | 20.00 | 15.00 | 10.04 | | | 12.55 | | 16.74 | | |
| | Mandor | | | hr | 0.012 | hr | 88.62 | 14.00 | 10.00 | 6.00 | 6.33 | | | 8.86 | | 14.77 | | |
| | Tukang Besi | | | hr | 0.034 | hr | 251.10 | 25.00 | 20.00 | 15.00 | 10.04 | | | 12.55 | | 16.74 | | |
| | Kepala Tukang Besi | | | hr | 0.001 | hr | 7.39 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 7.39 | | | 7.39 | | 7.39 | | |
| D. PEK. PENGECORAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Pek. Mengaduk & mengkt | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Pekerja | m ³ | 90.00 | | | | | | | | | | | 8 | | 9 | | 10 |
| | Pekerja | | | hr | 3.000 | hr | 270.00 | 35.00 | 30.00 | 25.00 | 7.71 | | | 9.00 | | 10.80 | | |
| | Mandor | | | hr | 0.050 | hr | 4.50 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 4.50 | | | 4.50 | | 4.50 | | |
| | Tukang Batu | | | hr | 0.500 | hr | 45.00 | 8.00 | 6.00 | 4.00 | 5.63 | | | 7.50 | | 11.25 | | |
| | Kepala Tukang Batu | | | hr | 0.015 | hr | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.35 | | | 1.35 | | 1.35 | | |
| 2 | Pek. Pengecoran | m ³ | 90.00 | | | | | | | | | | | 8 | | 9 | | 10 |
| | Pekerja | | | hr | 3.000 | hr | 270.00 | 35.00 | 30.00 | 25.00 | 7.71 | | | 9.00 | | 10.80 | | |
| | Mandor | | | hr | 0.050 | hr | 4.50 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 4.50 | | | 4.50 | | 4.50 | | |
| | Tukang Batu | | | hr | 0.500 | hr | 45.00 | 8.00 | 6.00 | 4.00 | 5.63 | | | 7.50 | | 11.25 | | |
| | Kepala Tukang Batu | | | hr | 0.015 | hr | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.35 | | | 1.35 | | 1.35 | | |
| 3 | Pek. Perawatan | m ³ | 90.00 | | | | | | | | | | | 6 | | 9 | | 12 |
| | Pekerja | | | hr | 0.300 | hr | 27.00 | 6.00 | 4.00 | 2.00 | 4.50 | | | 6.75 | | 13.50 | | |
| | Mandor | | | hr | 0.001 | hr | 0.09 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.09 | | | 0.09 | | 0.09 | | |

| NO. | URAIAN PEKERJAAN | MIN | ML | MAX | DISTRIBUTION |
|-----|-------------------------|--------------|---------------|---------------|--------------|
| A. | PEK. PERANCAH | | | | |
| 1 | Pek. Pondasi | | | | |
| a | Pek. Menganyam | 10 | 16 | 32 | 19 |
| b | Pek. Mongisi | 10 | 12 | 14 | 12 |
| 2 | Pek. Perancah | | | | |
| a | Pek. Merakit dan Pasang | 19 | 23 | 27 | 23 |
| b | Pek. Bongkar dan angkut | 4 | 6 | 8 | 6 |
| B | PEK. BEKISTING | | | | |
| 1 | Pek. Merakit & Pasang | 11 | 14 | 17 | 14 |
| 2 | Pek. Bongkar & angkut | 3 | 4 | 5 | 4 |
| C | PEK. PEMBESIAN | | | | |
| 1 | Pek. Memotong | 10 | 12 | 14 | 12 |
| 2 | Pek. Merakit & Pasang | 10 | 12 | 14 | 12 |
| D | PEK. PENGECORAN | | | | |
| 1 | Pek. Mengaduk & mengkt | 8 | 9 | 10 | 9 |
| 2 | Pek. Pengecoran | 8 | 9 | 10 | 9 |
| 3 | Pek. Perawatan | 6 | 9 | 12 | 9 |
| | Total | 79.00 | 102.00 | 135.00 | 105 |
| | Total durasi = | | 105 | | |

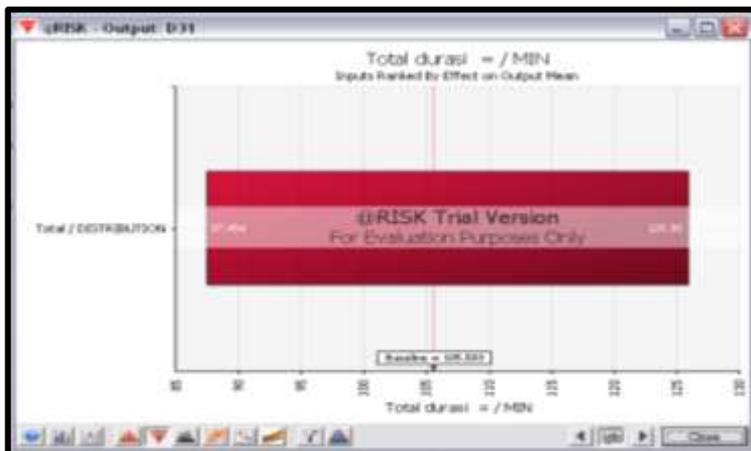
Gambar 1. Distribusi Durasi



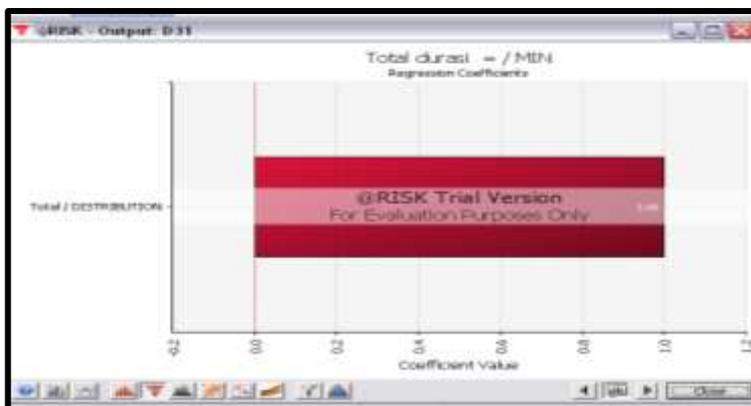
Gambar 2. Start Simulation



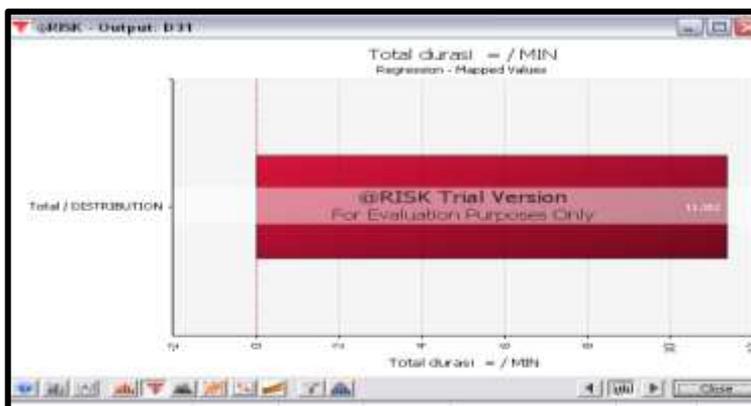
Gambar 3. Probability Cummulative



Gambar 4. Tornado-Change in Output Mean



Gambar 5. Tornado-Regression Coefficients



Gambar 6. Tornado-Regression Mapped Values

4 SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Berdasarkan pembahasan dan hasil simulasi, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Total durasi proyek yang paling mungkin yang dihasilkan dari simulasi Monte Carlo ini adalah = 104.479 hari atau 105 hari, ini berarti probabilitas proyek tersebut dapat dilaksanakan dengan sukses sekitar = 50%.
2. Jika durasi proyek ditetapkan = 106.498 hari atau 107 hari, ini berarti probabilitas proyek tersebut dapat dilaksanakan dengan sukses sekitar = 55%.
3. Jika durasi proyek ditetapkan = 112.807 hari atau 113 hari, ini berarti probabilitas proyek tersebut dapat dilaksanakan dengan sukses sekitar = 75%.
4. Jika durasi proyek ditetapkan = 124.149 hari atau 125 hari, ini berarti probabilitas proyek tersebut dapat dilaksanakan dengan sukses sekitar = 95%.
5. Semua keputusan ada ditangan pemilik proyek, apakah menginginkan probabilitas proyek 45%, 55%, 75%, 95%, dan seterusnya sesuai dengan nilai Statistics diatas.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil pembahasan dan kesimpulan, maka dapat disarankan, yaitu dalam setiap tahapan sebuah proyek konstruksi hendaknya memenuhi tolok ukur sukses suatu pengelolaan proyek, yaitu Biaya-Mutu-Waktu-Ku-Puas dan disingkat dengan BMW- KUPUAS. Untuk itu sebagai pengelola proyek peranan manajer proyek harus memahami dan melaksanakan unsur-unsur manajemen, seperti Perencanaan (*Plan*), Pelaksanaan (*Do*), Kontrol (*Check*), dan Tindakan (*Action*), atau sering disebut

PDCA, sesuai dengan kemampuan dan kebutuhan dalam melaksanakan proyek.

Program @Risk akan sangat membantu dalam pengambilan keputusan sehingga tidak terjadi penyimpangan dalam proses pelaksanaan proyek.

5 DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. *Buku Pedoman Penulisan Usulan Penelitian, Tesis, dan Disertasi* Program Pascasarjana Universitas Udayana Denpasar.
- Anonim. 2004. *Risk Analysis and Simulation Add-In for Microsoft® Excel version 4.5*, Newfield, NY USA 14867: Palisade Corporation.
- Anonim. 2011. *A Hands-On Tutorial*, Newfield, NY USA 14867: Palisade Corporation
- Adnan F. 2008. *Aplikasi Simulasi Monte Carlo dalam Estimasi Biaya Proyek* Jurnal SMARTek, Vol. 6, No. 4, Palu: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako
- Asiyanto. 2002. *Construction Project Cost Management*, Cetakan Pertama. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Asiyanto. 2004. *Manajemen Produksi untuk Jasa Konstruksi*, Cetakan Kedua. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Mahmud Achmad. 2011. *Teknik Simulasi dan Pemodelan (Buku Ajar)*. Makasar: Fakultas Pertanian, Universitas Hasanudin
- Norken, N, dkk. 2012. *Analisis dan Manajemen Risiko pada Proyek Konstruksi (Hand Out)*. Denpasar: Magerter Teknik Sipil, Universitas Udayana
- Syah, M.S. 2004, *Manajemen Proyek Kiat Sukses Mengelola Proyek*, Cetakan Pertama. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.