

ANALISIS PERENCANAAN AKTIVITAS KONSTRUKSI PADA PEKERJAAN SARANA DAN PRASARANA PLTP (PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI) TULEHU

Salmin Yadi Tubaka

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura, Ambon

ABSTRAK

Jasa konstruksi merupakan layanan jasa konsultasi, perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan pekerjaan konstruksi. Salah satu perusahaan yang bergerak dalam jasa konstruksi adalah PT. Persada Priyatna dimana perusahaan tersebut dipercayai oleh salah satu perusahaan BUMN untuk mengerjakan proyek pembangunan sarana dan prasarana PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) di Tulehu berupa pembangunan jalan hantar dan penyiapan wellpad. Penelitian ini menggunakan 2 metode yaitu Critical Path Method (CPM) untuk menganalisa aktivitas konstruksi, dan Program Evaluation And Review Technique (PERT) untuk menentukan faktor ketidakpastian (uncertainty). Pada penelitian ini langkah pertama yang dilakukan yaitu planning awal proyek kemudian menghitung durasi probabilitas serta membuat kurva probabilitas. Langkah – langkah tersebut diolah menggunakan Microsoft Project 2007. Hasil dari Microsoft Project 2007 dimana durasi proyek probabilitas sebesar 693 hari. Total slack sumber daya tak terbatas terdapat 9 aktivitas yang mempunyai nilai total slack, sedangkan total slack sumber daya terbatas terdapat 7 aktivitas. Lintasan kritis sumber daya tak terbatas memiliki 109 aktivitas kritis dari 129 aktivitas pekerjaan sedangkan lintasan kritis dengan sumber daya terbatas memiliki 111 aktivitas kritis dari 129 aktivitas pekerjaan.

Kata Kunci : perencanaan aktivitas, PERT, CPM, Microsoft Project 2007

ABSTRACT

Construction services are service of construction jobs consulting, planning, implementing, and supervising. PT. Persada Priyatna is one of companies that works in construction consulting services. This company has trusted from one of BUMN to accomplish a building project of PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) infrastructure in Tulehu such as roads building and wellpad preparation. This research are using 2 method like Critical Path Method (CPM) to analyse the construction activities, and Program Evaluation and Review Technique (PERT) to determine uncertainty factor. Supporting by Microsoft Project 2007, results show 693 days as probability project duration, 9 activities with total unlimited resource slack and 7 activities with total limited resource slack. Critical path of unlimited resource has 109 critical activities from 129 job activities while limited resource has 111 critical activities.

Key words: Activity Planning, PERT, CPM, Microsoft Project 2007.

PENDAHULUAN

Proyek pembangunan sarana dan prasarana PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) di Tulehu berupa pembangunan Jalan Hantar dan Penyiapan Wellpad merupakan proyek konstruksi yang dikerjakan oleh PT. Persada Priyatna yang pada pelaksanaannya terdapat beberapa jenis pekerjaan yang tertunda karena adanya aktivitas yang tidak dianalisa dengan benar khusus untuk waktu dari setiap kegiatan. Ada titik kritis yang sangat mempengaruhi efektivitas pekerjaan yang disebabkan adanya pekerjaan atau kegiatan yang harus dikerjakan dalam waktu yang bersamaan. Faktor ketidakpastian

(uncertainty) sehingga durasi masing-masing kegiatan tidak dapat ditentukan dengan pasti. Hal ini dapat berpengaruh pada waktu penyelesaian proyek sehingga perlu dilakukannya penentuan durasi proyek dan penentuan jalur kritis agar dapat dilakukannya pencegahan.

Penentuan durasi suatu proyek dalam metode PERT dicerminkan dengan tiga nilai estimasi yaitu durasi optimistis, durasi most likely dan durasi pesimistis. Dalam metode ini durasi waktu yang digunakan, diambil dari rata-rata antara pesimistis, most likely dan optimistis sedangkan penentuan jalur kritis ini ditentukan menggunakan metode CPM yang merupakan peta aktivitas yang menggambarkan aktivitas-aktivitas yang saling terkait dan aktivitas-aktivitas yang kritis.

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana menganalisis rencana aktivitas konstruksi pada pekerjaan sarana dan prasarana PLTP Tulehu?

Tujuan dari penelitian ini adalah 1. Mengetahui durasi probabilistik proyek 2. Mengidentifikasi total slack setiap aktivitas pekerjaan untuk sumber daya terbatas dan sumber daya tak terbatas. 3. Menganalisis lintasan kritis yang terjadi pada proyek untuk sumber daya terbatas dan sumber daya tak terbatas dan pekerjaan apa saja yang merupakan aktivitas yang kritis.

TINJAUAN PUSTAKA

Proyek Konstruksi

Proyek adalah gabungan dari berbagai sumber daya, yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai suatu sasaran tertentu. (D.I Cleland dan W.R. King 1987). Kegiatan atau tugas yang dilaksanakan pada proyek berupa pembangunan/perbaikan sarana fasilitas (gedung, jalan, jembatan, bendungan dan sebagainya) atau bisa juga berupa kegiatan penelitian, pengembangan.

Perencanaan dan Penjadwalan Proyek

Perencanaan merupakan penyusunan suatu konsep secara global yang digunakan untuk memprediksi pekerjaan yang harus dilakukan di kemudian hari (Uher, 1996). Penjadwalan memiliki pengertian secara khusus sebagai durasi dari waktu kerja yang dibutuhkan untuk melakukan serangkaian aktivitas kerja yang ada dalam kegiatan konstruksi (Bennatan, 1995).

Jenis-jenis Penjadwalan

Pada umumnya penjadwalan terbagi menjadi 2 yaitu:

- 1) Penjadwalan Deterministik : tugas jaringan saling terhubung dengan dependensi yang menggambarkan pekerjaan yang akan dilakukan, masa kerja dan rencana penyelesaian proyek. Setiap tugas memiliki durasi yang direncanakan. Penjadwalan deterministic dibagi menjadi 2:
 - a. CPM (*Critical Path Method*) : *Arrow Diagram*, *Time Scale Diagram*, dan *Precedence Diagram Method* (PDM)
 - b. Non-CPM : *Bar/Gantt Chart*, *Line Diagram*.
- 2) Penjadwalan Probabilistik : jaringan dengan semua elemen dari rencana deterministik, tetapi jangka waktu tugas adalah variabel-variabel acak.
Contoh dari penjadwalan probabilistik adalah : PERT dan Montecarlo.

Planning Awal Proyek

Planning biasanya dibangun dengan menentukan atau mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang ada di proyek, mendata *sequence* / urutan dari aktivitas yang akan terjadi di proyek dari *start* sampai *finish* (*completion*). Ini sangatlah membantu perencana dalam menentukan *schedule* dan durasi dari proyek. Langkah-langkah yang dilakukan dalam *planning* yaitu :

1. Identifikasi *Work Breakdown Struktur* Aktivitas

Untuk memudahkan penjadwalan proyek perlu membagi *scope* pekerjaan menjadi *scope* yang lebih detail, maka dipakai *Work Breakdown Structure* (WBS) dan untuk menentukan seberapa detail WBS ditentukan dari *level of detail*.

2. Penyusunan Urutan aktivitas

Penyusunan urutan kerja proyek yang dimaksudkan disini adalah penentuan urutan aktivitas kerja untuk melaksanakan pekerjaan proyek. Urutan aktivitas diperlukan untuk menggambarkan hubungan antar berbagai aktivitas yang ada.

3. Penyusunan Durasi Aktivitas

Durasi aktivitas adalah lamanya waktu dari permulaan sampai penyelesaian suatu aktivitas, sementara durasi proyek adalah lamanya waktu dari permulaan sampai penyelesaian suatu proyek secara keseluruhan yang terdiri dari aktivitas-aktivitas.

Rumus menentukan Produktivitas :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Upah harian} \times \text{kelompok tenaga kerja}}{\text{Harga Borongan}}$$

Rumus menentukan Durasi :

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas} \times \text{jumlah group pekerjaan}}$$

4. Penyusunan Sumber Daya Aktivitas

Menyusun perencanaan dan penjadwalan CPM yang menggunakan asumsi bahwa sumber daya yang diperlukan selalu tersedia dalam arti analisis dan perhitungan belum memasukkan faktor kemungkinan keterbatasan sumber daya. Akibatnya, jadwal yang dihasilkan atas dasar asumsi demikian tidak akan *realistis* bila sumber daya yang tersedia terbatas.

Program Evaluation And Review Technique

Metode PERT memberi asumsi pada durasi aktivitas sebagai hal yang probabilistik (*stochastic*) dikarenakan aktivitas konstruksi bervariasi.

Langkah-langkah Metode PERT

Garis besar Metode PERT dan CPM hampir sama dalam pengelolaan jaringannya. Perbedaannya terdapat pada penentuan durasi aktivitas dan durasi jalur kritis. Garis besar Metode PERT adalah sebagai berikut :

- Penentuan aktivitas beserta durasinya. PERT menggunakan tiga asumsi durasi aktivitas, yakni *to* (*optimistic time*), *tp* (*pessimistic time*), dan *tm* (*most likely time*).
- Korelasi waktu dengan *continous distribution*, serta menentukan *expected time* (*te*), *standar deviasi* (*se*), dan *varian* (*ve*).
- Expected time* (*te*) ditentukan sebagai durasi aktivitas, kemudian dicari jalur kritis seperti halnya pada CPM.
- Tentukan durasi proyek dari lintasan kritis tersebut (Stevens, 1990, pp.142143)

Hal-hal diatas memberi pemahaman terhadap PERT bahwa durasi aktivitas merupakan hal yang probabilistik. Asumsi PERT yang harus dilakukan adalah :

- Masing-masing durasi aktivitas ditunjukkan sebagai *continous probability distribution* dengan durasi rata-rata, standar deviasi, dan varian yang dapat ditentukan.
- Distribusi dari durasi jalur kritis dapat ditentukan dari durasi rata-rata, dan varian jalur kritis.

Penentuan *to*, *tp*, dan *tm* merupakan langkah awal dari PERT, karena ketiga asumsi waktu ini menentukan *te*. Tiga durasi tersebut diasumsikan sebagai fungsi atau generalisasi dari distribusi beta dengan *variable* durasi aktivitas yang berarti durasi PERT merupakan *statistical* data tidak keluar dari daerah distribusinya. Fungsi distribusi beta digunakan sebagai dasar untuk menentukan durasi (*te*), standar deviasi (*se*), dan varian (*ve*) PERT sebagai berikut:

$$te = (to + 4m + tp)/6$$

$$se = (tp-to)/6$$

$$ve = \{(tp-to)/6\}^2$$

Keterangan:

te : *Expected time*

tp : *pessimistic time*

to : *optimistic time*

se : *Standard deviasi*

m : *most likely*

ve : *Variansi*

Critical Path Method

CPM adalah suatu metode perencanaan penjadwalan proyek konstruksi yang dapat menunjukkan aktivitas-aktivitas kritis (Schexnayder and Mayo, 2004). Aktivitas-aktivitas kritis tersebut sangat mempengaruhi waktu penyelesaian dari suatu proyek, karena jika penyelesaian pekerjaan dari salah satu aktivitas kritis terlambat maka proyek akan mengalami keterlambatan pelaksanaannya, yang berarti akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan (O'Brien, 1984).

Ada dua metode diagram dari CPM yaitu *Activity On Arrow* (AOA) dan *Activity On Node* (AON). Di dalam penentuan waktu ke dua metode tersebut terdapat *forward pass* yang terdiri dari ES (*Early Start*) dan EF (*Early Finish*) dan *backward pass* yang terdiri dari LS (*Latest Start*) dan LF (*Latest Finish*). Skema *box* AON dapat dilihat pada Gambar 2.3 (Hamilton, 1997).

ES	DUR	EF
Activity		
LS	TF	LF

Aktivitas box AON

Forward Pass adalah perhitungan aktivitas dengan perhitungan maju. *Forward Pass* dimulai dengan aktivitas pertama yang di mulai di proyek, dengan waktu paling awal (*early start time*) sama dengan nol. *Early Start* adalah waktu paling cepat dari suatu aktivitas dapat di mulai, sedangkan *Early Finish* waktu paling cepat dari suatu aktivitas dapat diselesaikan. *Early Start* dan *Early Finish* dapat di peroleh dari perhitungan maju (*Forward Pass*).

Backward Pass adalah perhitungan aktivitas dengan perhitungan mundur. Perhitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir dapat memulai dan mengakhiri masing-masing kegiatan, tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan dari hasil perhitungan *Forward Pass*. *Late Start* adalah waktu paling lambat dari suatu aktivitas dapat dimulai, sedangkan *Late Finish* adalah waktu paling lambat dari suatu aktivitas dapat diselesaikan. *Late Start* dan *Late Finish* dapat diperoleh dari perhitungan mundur (*Backward Pass*).

Aktivitas-aktivitas dimana $ES_n = LS$ merupakan *critical path* proyek tersebut. *Critical path* merupakan serangkaian aktivitas-aktivitas yang ada, yang tidak dapat ditunda jika proyek ingin selesai tepat pada waktunya. *Critical path* merupakan waktu tersingkat dari sebuah proyek dapat diselesaikan.

Float adalah jangka waktu yang merupakan ukuran batas toleransi keterlambatan suatu aktivitas yang non kritis.

Total Float adalah jumlah total waktu yang dimiliki oleh suatu aktivitas yang dapat ditunda (aktivitas non kritis) tanpa mempengaruhi durasi proyek secara keseluruhan.

Free Float adalah jumlah waktu yang dimiliki oleh suatu aktivitas yang dapat ditunda (aktivitas non kritis) tanpa mempengaruhi *early start* aktivitas sesudahnya. (Gould, 1997)

Total Float Determination

Batasan menaikkan durasi suatu aktivitas adalah jumlah total *float* aktivitas tersebut. Revisi terhadap total *float* yang sesungguhnya adalah
 Revisi total *float* = Jumlah penambahan durasi+1

Microsoft Project 2007

Microsoft Project adalah program ini merupakan system perencanaan yang dapat membantu anda dalam menyusun penjadwalan suatu proyek atau rangkaian pekerjaan. Pada proyek besar, maka *microsoft project* mampu menghubungkan antara suatu subproyek dengan subproyek yang lain yang saling berkaitan, lalu mengelola kesemuanya ke dalam suatu *file* proyek.

METODOLOGI PENELITIAN

Variabel Penelitian

Pada penelitian ini variabel penelitian yang digunakan adalah

1. Durasi Proyek
 Jumlah waktu yang dibutuhkan untuk berkeja dalam menyelesaikan suatu aktivitas pekerjaan. Durasi yang dipakai dalam menentukan durasi actual dalam proyek yaitu
 - A. Durasi Paling Mungkin adalah durasi yang palig sering terjadi jika suatu aktivitas diulang beberapa kali
 - B. Durasi Optimis adalah durasi terpendek kejadian yang mungkin dimana suatu aktivitas dapat diselesaikan
 - C. Durasi Pesimis adalah durasi terpanjang kejadian yang mungkin dibutuhkan oleh suatu aktivitas untuk dapat selesai dengan asumsi bahwa aktivitas tidak berjalan dengan lancer
2. Resource Aktivitas
 Tenaga kerja dan peralatan yang selalu tersedia untuk setiap aktivitas. Tetapi perencana harus menggunakan dengan baik waktu *float* sebagai salah satu acuan untuk membagi tenaga kerja secara efisien

3. *Total Float*

Jumlah total waktu yang aktivitas jadwal dapat ditunda dari tanggal mulai awal tanpa menunda tanggal menyelesaikan proyek atau melanggar kendala jadwal. Dihitung dengan menggunakan teknik jalur metode kritis dan menentukan perbedaan antara tanggal awal dan tanggal selesai akhir

4. Standar Deviasi

Standar deviasi merupakan ukuran yang digunakan untuk mengukur jumlah variansi atau sebaran sejumlah nilai data. Standar deviasi (*se*) digunakan untuk menentukan *to* (*time optimise*) dan *tp* (*time pesimise*) dengan probabilitas tertentu.

5. Variansi

Variansi merupakan jumlah kuadrat dari selisih nilai data observasi dari nilai rata – ratanya, kemudian dibagi dengan jumlah observasinya. Variansi digunakan untuk mengetahui seberapa jauh persebaran nilai hasil observasi terhadap rata – rata

6. Lintasan Kritis

Lintasan yang memiliki durasi terpanjang yang melalui jaringan. Arti penting dari lintasan kritis adalah bahwa jika kegiatan yang terletak pada jalur kritis tersebut tertunda, maka waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan otomatis juga akan tertunda

Metode Pengumpulan Data

1. Studi Pustaka/Studi Dokumen

Mengumpulkan data dengan cara mempelajari literatur – literatur yang relevan seperti jurnal, skripsi, buku referensi yang relevan dengan masalah yang terkait dan data – data dari perusahaan berupa data aktivitas pekerjaan, volume pekerjaan dan peta proyek konstruksi Sarana dan Prasarana PLTP Tulehu

2. Wawancara

Mengumpulkan data dengan cara tanya jawab langsung kepada pihak perusahaan yaitu kepada SPV Surveyor PT. PERSADA PRIYATNA mengenai durasi aktivitas pekerjaan dan sumber daya material dan peralatan yang dipakai dalam pekerjaan konstruksi Sarana dan Prasarana PLTP Tulehu

3. Observasi

Mengumpulkan data dengan cara pengamatan langsung dilapangan untuk memperoleh gambaran yang jelas tentang masalah dalam penelitian, dimana observasi yang dilakukan terhadap pekerjaan konstruksi Sarana dan Prasarana PLTP Tulehu

Metode Analisa Data

1. *Program Evaluation And Review Technique*

PERT merupakan suatu metode yang bertujuan untuk (semaksimal mungkin) mengurangi adanya penundaan kegiatan (proyek, produksi, dan teknik) maupun rintangan dan perbedaan – perbedaan, mengkoordinasikan dan menyelaraskan berbagai bagian sebagai suatu keseluruhan pekerjaan dan mempercepat selesainya proyek – proyek (Nurhayati, 2010)

2. *Critical Path Method*

CPM adalah suatu metode perencanaan penjadwalan proyek konstruksi yang dapat menunjukkan aktivitas-aktivitas kritis (Schexnayder and Mayo, 2004). Aktivitas-aktivitas kritis tersebut sangat mempengaruhi waktu penyelesaian dari suatu proyek, karena jika penyelesaian pekerjaan dari salah satu aktivitas kritis terlambat maka proyek akan mengalami keterlambatan pelaksanaannya, yang berarti akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan (O'Brien, 1984).

Flow Chart Penelitian

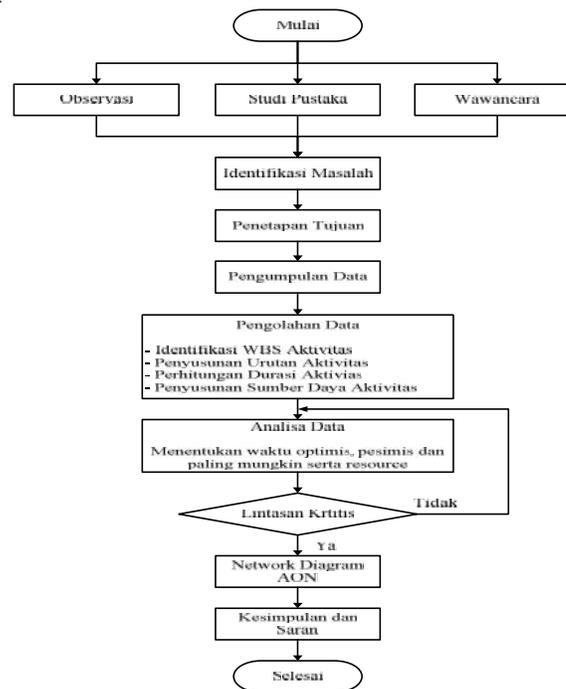


Diagram Alir Penelitian

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Planning Awal Proyek

Pada penelitian ini, langkah pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi WBS aktivitas. Setiap pekerjaan diberi ACT.ID agar mempermudah dalam pengamatan. WBS proyek Sarana dan Prasarana PLTP Tulehu terdiri dari 2 level. 5 level major work dan 22 level area yang terdiri dari 129 aktivitas.

Setelah itu menyusun urutan aktivitas berdasarkan *predecessors*. Penyusunan urutan aktivitas terdiri dari FS (*Finish to Start*) yaitu pekerjaan B biasa dimulai setelah pekerjaan A selesai, FF (*Finish to Finish*) yaitu pekerjaan A dan B selesai bersamaan, SS (*Start to Start*) yaitu pekerjaan A dan B dimulai bersamaan dan SF (*Start to Finish*) yaitu pekerjaan A baru bisa diakhiri jika pekerjaan B sudah dimulai.

Selanjutnya perhitungan durasi aktivitas terdiri dari 2 langkah perhitungan yang pertama perhitungan produktivitas tenaga kerja dan durasi. Rumus yang digunakan dalam perhitungan produktivitas tenaga kerja adalah sebagai berikut :

Contoh urugan pasir pekerjaan gorong – gorong corrugated steel pipe dia 1.5 m

Data : Jumlah tenaga kerja = 4 pekerja

Upah harian = Rp.75000

Harga borongan = Rp.35000

$$\text{Produktivitas} = \frac{4 \times 75000}{35000} = 8,571$$

Perhitungan durasi tiap-tiap kegiatan didasarkan pada volume pekerjaan, jumlah kebutuhan tenaga kerja, dan produktivitas tenaga kerja. Rumus yang digunakan dalam perhitungan durasi pada masing – masing kegiatan adalah sebagai berikut :

Data : Volume = 8,03 m³

Produktivitas = 8,571

Group pekerja = 1 grup

$$\text{Durasi} = \frac{8,03}{8,571 \times 1} = 0,94 \approx 1 \text{ hari}$$

Durasi Probabilitas

1. Penentuan tiga asumsi durasi aktivitas

Data durasi optimis, durasi pesimis dan durasi paling mungkin yang didapat dari hasil wawancara SPV Surveyor

2. Perhitungan Rata-Rata Durasi, Standar Deviasi, dan Variansi

Contoh perhitungan rata-rata durasi aktivitas (t_e) adalah sebagai berikut :

Pekerjaan pembungan hasil galian

$T_o = 18$ hari

$m = 17$ hari

$T_p = 21$ hari

$$\begin{aligned} \text{Maka, } (t_e) &= (t_o + 4m + t_p)/6 \\ &= (18 + (4 \times 17) + 21)/6 \\ &= 18,33 \text{ Hari} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan Standart deviasi dan variance adalah sebagai berikut :

Pekerjaan pembungan hasil galian

$$\begin{aligned} \text{Maka, } (s_e) &= (t_p - t_o)/6 \\ &= (21 - 18)/6 \\ &= 0,67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, } (v_e) &= (s_e)^2 \\ &= (0,67)^2 \\ &= 0,44 \end{aligned}$$

Kurva Probabilitas

1. Penentuan Standar Deviasi Lintasan Kritis

Standard deviasi dapat dihitung menggunakan formula:

$$Se\ LK = \sqrt{Ve\ LK}$$

Dimana : $Se\ LK$: Standard deviasi lintasan kritis
 $Ve\ LK$: Jumlah variance dari kegiatan-kegiatan kritis

Dari tabel diatas diperoleh $ve\ LK = 8,92$

$$\begin{aligned} \text{Maka } Se\ LK &= \sqrt{Ve\ LK} \\ &= \sqrt{8,92} \\ &= 2,9866 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Probabilitas Penyelesaian Proyek

Menentukan durasi probabilitas dengan formula:

$$Z = \frac{Td - TE}{Se\ LK}$$

Dimana :

Z = Nilai pada tabel distribusi normal

Td = Target durasi

TE = *Project Expected time Completion*

$Se\ LK$ = Setandard deviasi lintasan kritis

Durasi Probabilistik

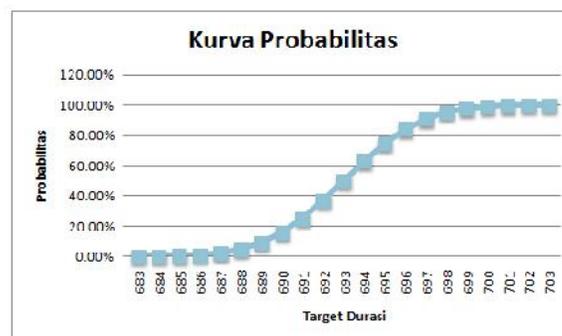
Td	Z	Probabilitas
683	-3,3483	0,04%
684	-3,0135	0,13%
685	-2,6786	0,37%
686	-2,3438	0,95%
687	-2,0090	2,23%
688	-1,6741	4,71%

Td	Z	Probabilitas
689	-1,3393	9,02%
690	-1,0045	15,76%
691	-0,6697	25,15%
692	-0,3348	36,89%
693	0,0000	50%
694	0,3348	63,11%
695	0,6697	74,85%
696	1,0045	84,24%
697	1,3393	90,98%
698	1,6741	95,29%
699	2,0090	97,77%
700	2,3438	99,05%
701	2,6786	99,63%
702	3,0135	99,87%
703	3,3483	99,96%

Rata-rata target durasi *real* lapangan yang didapatkan berdasarkan pengamatan dan observasi adalah 693 hari dengan Se LK sebesar 2,986. Pada distribusi normal serta berdasarkan tabel distribusi normal hanya menerima $\sigma = \pm 3,5$. Setelah dilakukan perhitungan dengan durasi rata-rata sebesar 693 hari dan $\sigma = \pm 3,5$ tersebut maka Td yang diizinkan adalah 683 hari – 703 hari dengan durasi probabilitas diuraikan dalam Tabel 4.12 diatas.

3. Pembuatan Kurva Probabilitas

Kurva probabilitas menggambarkan besarnya kemungkinan umur proyek. Selanjutnya tabel 4.12 dapat dibuat kurva probabilitas sebagai berikut



Kurva Probabilitas

Analisa Jadwal Proyek

1. Durasi Proyek Probabilitas

Dari kurva probabilitas diatas dapat diketahui

- 1 Nilai minimum dari total durasi proyek adalah 683 hari
- 2 Nilai mean dari total durasi proyek adalah 693 hari
- 3 Nilai maksimum dari total durasi proyek adalah 703 hari

Durasi penyelesaian proyek dengan cara probabilistik diperoleh 693 hari

2. Total Slack

Total Slack setiap aktivitas dengan sumber daya tak terbatas yaitu dengan melihat kembali jadwal CPM yang telah dibuat yaitu selisih antara *Early Start* dengan *Late Start* sedangkan *Total slack* setiap aktivitas dengan sumber daya terbatas dengan cara menambahkan satu demi satu durasi pada

aktivitas yang mempunyai nilai *total slack* yang penambahannya tidak boleh lebih dari *total slack* yang tidak dibatasi sumber dayanya.

Task Name	Duration	Total Slack
5 Struktur	11 days	0 days
5.1 Pipa baja bergelombang dia 1.5 m	1 day	0 days
5.2 Pengangkutan gorong – gorong corrugated steel pipe dia 1.5 m	5 days	0 days
5.3 Pasangan batu untuk pekerjaan gorong – gorong corrugated steel pipe dia 1.5 m	1 day	0 days
5.4 Pipa baja bergelombang dia 0.5	1 day	0 days
5.5 Pengangkutan gorong – gorong corrugated steel pipe dia 0.5	3 days	387 days
5.6 Pasangan batu untuk pekerjaan gorong – gorong corrugated steel pipe dia 0.5	1 day	0 days

Pekerjaan dengan total slack dikoreksi

Pada gambar 4.4 aktivitas pengangkutan gorong – gorong corrugated steel pipe dia 0,5 durasi ditambah 1 hari dari semula 2 hari menjadi 3 hari. Durasi sub struktur sebelumnya 10 hari menjadi 11 hari dengan total slacknya 387 hari, ternyata durasinya tidak tetap melainkan bertambah. Maka dengan terjadinya hal ini *total slack* untuk aktivitas pengangkutan gorong – gorong corrugated steel pipe dia 0,5 dikoreksi menjadi 0 hari atau aktivitas pengangkutan gorong – gorong corrugated steel pipe dia 0,5 merupakan aktivitas kritis karena keterlambatan satu hari saja dapat menyebabkan keterlambatan proyek satu hari juga.

Task Name	Duration	Total Slack
7 Pekerjaan Tanah	60 days	0 days
7.1 Pekerjaan stripping tanah area Wellpad D	8 days	0 days
7.2 Pekerjaan galian tanah area Wellpad D	31 days	0 days
7.3 Pekerjaan pembuangan hasil galian area Wellpad D	28 days	0 days
7.4 Pekerjaan pembuangan hasil galian area Wellpad D	8 days	0 days
7.5 Pekerjaan galian tanah untuk pembuatan cellar	1 day	0 days
7.6 Pekerjaan urugan tanah untuk pembuatan cellar	1 day	0 days
7.7 Pekerjaan pemadatan tanah untuk pembuatan cellar	1 day	0 days
7.8 Pekerjaan pembuangan hasil galian untuk pembuatan cellar	0 days	0 days
7.9 Pekerjaan galian tanah untuk pembuatan water pond dan mud pond	9 days	0 days
7.10 Pekerjaan pemadatan tanah untuk pembuatan water pond dan mud pond	3 days	6 days
7.11 Pekerjaan pembuangan hasil galian water pond dan mud pond	6 days	0 days
7.12 Pekerjaan Geomembrane 1.5 mm HDPE (1 unit)	6 days	0 days

Pekerjaan dengan total slack tidak dikoreksi

Pada gambar aktivitas pekerjaan pembuangan hasil galian untuk pembuatan cellar jika durasi ditambahkan 1 hari dari semula 2 hari menjadi 3 hari. Durasi sub pekerjaan tanah durasinya tetap 71 hari total slacknya 6 hari dengan total slacknya 6 hari tidak mengalami penambahan durasi maka aktivitas tersebut tidak mempengaruhi keterlambatan proyek. Keseluruhan aktivitas pekerjaan yang dikoreksi setelah memasukkan faktor sumber daya terbatas dapat dilihat pada tabel *Total Slack* Setiap Aktivitas

Tabel *Total Slack* Setiap Aktivitas

Act ID	Aktivitas Pekerjaan	Total Slack (hari)	
		No constraint	Resource constraints
1101	Pekerjaan galian untuk selokan, drainase dan saluran air	1	0
1102	Pekerjaan pembuangan hasil galian untuk selokan, drainase dan saluran air	1	0
1102	Pekerjaan drainase pasangan batu kali	1	0
1104	Urugan pasir drainase pasang batukali	3	0
1201	Pekerjaan stripping tanah pekerjaan jalan	1	0
1505	Pengangkutan gorong – gorong corrugated steel pipe dia 0.5	388	0
2110	Pekerjaan pemadatan tanah untuk pembuatan water pond dan mudpond	7	12
4110	Pekerjaan pemadatan tanah untuk pembuatan water pond dan mudpond	9	10
5410	Double stud bolt 6" x ¾"	7	0

Sumber data yang diolah

Pada tabel *total slack* setiap aktivitas, 7 dari 9 aktivitas yang tidak mempunyai kendala sumber daya dan merupakan aktivitas non kritis

3. Lintasan Kritis

Lintasan kritis yang terjadi pada proyek dengan sumber daya tak terbatas dilakukan dengan mengidentifikasi aktivitas pekerjaan apa sajakah yang merupakan aktivitas kritis. Aktivitas pekerjaan yang merupakan aktivitas kritis adalah aktivitas yang mempunyai *total slack* sama dengan nol sedangkan lintasan kritis pada proyek dengan sumber daya terbatas aktivitas yang sudah dikoreksi yang mempunyai *total slack* tidak sama dengan nol menjadi nol. Aktivitas mempunyai nilai *slack* lalu menjadi aktivitas kritis setelah dikoreksi.

4. Rekomendasi Perbaikan Lintasan Kritis

Solusi dalam mengatasi factor yang mempengaruhi lintasan kritis yaitu dengan mengevaluasi *schedule* yang dibuat dengan kondisi nyata dilapangan. Penundaan pekerjaan yang menjadi bagian dari lintasan kritis akan menyebabkan tertundanya penyelesaian proyek. Penyelesaian proyek secara keseluruhan dapat dipercepat dengan mempercepat pekerjaan pada lintasan kritis, dimana pekerjaan yang dipercepat masih bagian dari lintasan kritis. Apabila dengan dipercepat pekerjaan yang menjadi bagian dari lintasan kritis, kemudian tidak menjadi bagian dari lintasan kritis maka percepatan penyelesaian pekerjaan tersebut tidak sepenuhnya menjadi percepatan penyelesaian pekerjaan secara keseluruhan dan kelonggaran waktu (*slack*) yang terdapat pekerjaan yang tidak berada pada lintasan kritis dilakukan pengalokasian tenaga kerja dan pekerjaan yang menjadi bagian dari jalur kritis

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian maka dapat ditarik kesimpulan yaitu :

1. Durasi proyek rata – rata probabilistik pada proyek konstruksi Sarana dan Prasarana PLTP Tulehu sebesar 693 hari, dengan durasi minimum sebesar 683 hari dan durasi maksimal sebesar 703 hari
2. *Total float* terbagi atas sumber daya tak terbatas dan sumber daya terbatas. *Total float* dengan sumber daya tak terbatas dimana selisih antara *Early Start* dan *Lates Start* dengan 9 aktivitas yang mempunyai nilai *total float*, sedangkan *total float* dengan sumber daya terbatas dimana dengan menambahkan satu per satu durasi pada aktivitas yang mempunyai *total float* yang penambahannya tidak boleh lebih dari nilai *total float* tersebut. Aktivitas pekerjaan yang mempunyai nilai *total float* yang ditambahkan durasi pekerjaan dan durasi sub pekerjaannya bertambah dikoreksi dan masuk menjadi aktivitas kritis (7 aktivitas), sedangkan aktivitas pekerjaan yang mempunyai nilai *total float* yang ditambahkan durasi pekerjaan dan durasi sub pekerjaannya tidak bertambah maka tidak termasuk aktivitas non kritis (2 aktivitas)
3. Lintasan kritis terbagi atas sumber daya tak terbatas dan sumber daya terbatas. Lintasan kritis dengan sumber daya tak terbatas memiliki 109 aktivitas kritis dari 129 aktivitas pekerjaan sedangkan lintasan kritis dengan sumber daya terbatas dimana perubahan pada *total float* dari aktivitas non kritis menjadi aktivitas kritis. Terdapat 111 aktivitas kritis dari 129 aktivitas pekerjaan

Saran

Berdasarkan manfaat penelitian saran untuk penelitian ini yaitu

1. Bagi Perusahaan

Planning awal sebuah proyek perusahaan harus memperhatikan urutan aktivitas, durasi aktivitas dan sumber daya yang dipakai dalam proyek konstruksi tersebut, khususnya urutan aktivitas (*predecessors*) dikarenakan urutan aktivitas sangat berpengaruh dalam penentuan lintasan kritis dalam suatu proyek dan juga sumber daya yang dipakai agar penyelesaian proyek tidak terlambat

2. Bagi Peneliti

Pada proses penganalisaan proyek dengan menggunakan program Microsoft Project 2007 memiliki batasan karena pada penelitian ini hanya melakukan *planning* awal proyek tidak melakukan *controlling/monitoring* dan *updating* sehingga untuk penelitian berikutnya bisa menambahkan faktor tersebut

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, J.J. (1973). *Quantitative Methods in Construction Management*. American Elsevier Publishing Co : New York.
- Agus Salim Sutanto, Hariono Ongkowijoyo, (2008), “*Analisis Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Proyek 6 Lantai Dengan Menggunakan Program Microsoft Project 2003*”, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Petra, Surabaya
- Antonius Fran Setiawan, (2008), “*Smart Project Plan With Microsoft Office Project 2007*”, PCMedia, Jakarta
- Bennatan EM. (1995). *One time within budget : software poroject management practise and techniques*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Burke, Roy. (2003). *Project management : planning and control techniques*. . New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Christian Kennardi, Ivan Pratama Setiadi, (2013), “*Perencanaan dan Pengendalian Jadwal Proyek dengan Menggunakan Metode CPM pada Proyek Apartemen*”, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Petra, Surabaya
- Cleland, D. I., & King, W. R. (1987). *Systems Analysis and Project Management*. New York: Mc Graw-Hill.
- Gould, Frederick E. (1997). *Managing the construction process*. Upper Saddle River, New Jersey: Frederick Pearson Education, Inc.
- Hamilton, Albert (1997). *Management by project*. London: Thomas Telford Services Ltd.
- Huibert Tarore, (2016), “*Jaringan Kerja (Network Planning) dengan Metode CPM, PERT, PDM Edisi Kedua*” Sam Ratulangi University Press, Manado
- Irwan Widjaya, Maryanti Santoso, (2007), “*Perencanaan dan Pengendalian Jadwal Proyek Studi Kasus Proyek X*”, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Petra, Surabaya
- Kerzner, Harold, PhD. (2003). *Project Management, A System Approach to Planning, Scheduling, and Controlling Eight Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc
- Kusnanto. (2010). *Penjadwalan Proyek Konstruksi Dengan Metode PERT (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung R.Kuliah Dan Perpustakaan PGSD Kleco FKIP UNS Tahap I)*. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Luthan dan Syafriandi. (2006). *Aplikasi Microsoft project untuk penjadwalan kerja proyek teknik sipil*. Yogyakarta: ANDI OFF SET
- O'brien, James. (1984). *CPM in construction management (3rd)*. New York: Mc Graw-Hill Company.
- Schexnayder, Clifford J., & Mayo, Richard E. (2004). *Construction Management Fundamentals*. Singapore: Mc Graw-Hill Constructions
- Soeharto, Iman. (2002). *Manajemen proyek : dari konseptual sampai operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Stevens, J. D. (1990). *Techniques for Construction Network Scheduling*. Mc Grawm – Hill Book Co : Singapore.
- Uher, Thomas. E, (1996), *Programming and Scheduling Techniques*, Australia, School of Building The University of New South Wales

