
PERENCANAAN PROYEK PEMBUATAN *HYDRANT HOUSE* MENGGUNAKAN METODE *PERT-TYPE SYSTEM* PADA DEPARTEMEN SIPIL PT XYZ

Muhammad Harits Fakhruddin¹, Elly ismiyah², Hidayat³

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

Jl. Sumatera 101 GKB, Gresik 61121, Indonesia

e-mail: haritsfakhruddin@gmail.com

ABSTRAK

Proyek *Hydrant House* adalah jenis proyek konstruksi yang membuat area tanki tandon air bawah tanah, beserta instalasi pompa utamanya. Proyek *Hydrant House* tersebut akan dikerjakan oleh tim internal perusahaan, yaitu Departemen Sipil PT XYZ. Terkait lama pengerjaan proyek *Hydrant House*, pihak manajemen memberi target selama kurang lebih 3 bulan. Namun, lama waktu tersebut dapat ditinjau ulang dengan catatan Departemen Sipil PT XYZ dapat melampirkan rincian perhitungan *schedule* dari proyek tersebut. Sejauh ini Departemen Sipil PT XYZ dalam merencanakan proyek hanya berdasarkan metode *scheduling* sederhana dan pengalaman saja. Perlu dilakukan perencanaan yang lebih sistematis dan terukur agar dapat mencegah terjadinya permasalahan di kemudian hari. Jadi, dalam melakukan penelitian terkait perencanaan proyek, penulis akan menggunakan metode *PERT-Type System*. Dari penelitian ini dapat diperoleh kesimpulan, yaitu : terdapat tiga level (proyek, tugas, sub-tugas) dari proyek *Hydrant House* dan dari tiga level tersebut terdiri dari 34 sub-tugas. Terkait lama proyek dapat terselesaikan adalah selama 120 hari, dengan probabilitas keberhasilan sebesar 12%. Oleh karena itu, penulis memberi opsi peluang keberhasilan terselesainya proyek sebesar 95% adalah selama 139.23 hari atau 140 hari. Jadi, agar dapat tercapai penyelesaian proyek, maka proyek paling tidak harus dikerjakan selama 140 hari. Karena probabilitas penyelesaian 140 hari lebih besar (95%), jika dibandingkan dengan probabilitas penyelesaian 120 hari (12%). Kemudian diketahui lintasan kritis pada proyek *Hydrant House* adalah yang dilalui oleh alur 1-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-22-23-24-25-26-27-29-30-31

Kata kunci: Proyek, *Hydrant House*, Departemen Sipil, *Work Breakdown Structure*, CPM, PERT.

ABSTRACT

The Hydrant House project is a type of construction project that creates a tank area underground water reservoir, along with the main pump installation. Hydrant House Project will be carried out by the company's internal team, namely the Civil Department of PT XYZ. Regarding the duration of the Hydrant House project, the management gave: target for approximately 3 months. However, the length of time can be reviewed with the record that the Civil Department of PT XYZ can attach details calculation of the schedule of the project. So far the Civil Department of PT XYZ in planning projects based only on simple scheduling methods and experience only. A more systematic and measurable planning is needed in order to prevent problems from occurring in the future. So, in conducting research related to project planning, the author will use PERT-Type System method. From this research, conclusions can be drawn, namely: There are three levels (project, task, sub-task) of the Hydrant House project and of the three levels consist of 34 sub-tasks. Regarding the length of the project can be completed is 120 days, with a probability of success of 12%. Therefore, the author gives the option of a successful completion opportunity project by 95% is for 139.23 days or 140 days. So, in order to completion of the project is achieved, then the project must be carried out for at least 140 days. Since the probability of completion of 140 days is greater (95%), if compared to a 120-day (12%). Then It is known that the critical path in the Hydrant House project is the one traversed by the path

1-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-22-23-24-25-26-27-29-30-31

Keywords: Project, *Hydrant House*, Civil Department, *Work Breakdown Structures*, CPM, PERT.

Jejak Artikel

Upload artikel : 15 Desember 2021

Revisi : 25 Desember 2021

Publish : 31 Januari 2022

1. PENDAHULUAN

Proyek dapat didefinisikan sebagai suatu rangkaian kerja dalam suatu organisasi yang bersifat sementara untuk tercapainya tujuan organisasi, dengan memanfaatkan SDM maupun non SDM (Ratensalu, 2019). Suatu proyek dapat dipastikan memiliki karakteristik “Sementara”, yang mana didefinisikan setiap proyek memiliki jadwal yang jelas dan tahu kapan akan berakhir. Jika tujuan dalam proyek sudah tercapai atau kebutuhan pada proyek itu tidak ada lagi, maka proyek dianggap sudah selesai atau *close*. Kemudian karakteristik selanjutnya adalah “Unik”, yang mana dapat didefinisikan setiap proyek menghasilkan suatu produk, solusi, *service*, atau *output* tertentu yang berbeda-beda satu dan lainnya. Dan karakteristik terakhir adalah “*Progressive elaboration*”, yang mana dapat didefinisikan setiap proyek terdiri dari *step by step* yang terus berkembang dan berlanjut hingga memperjelas semakin dekatnya proyek akan berakhir (Project Management Institute, 2004).

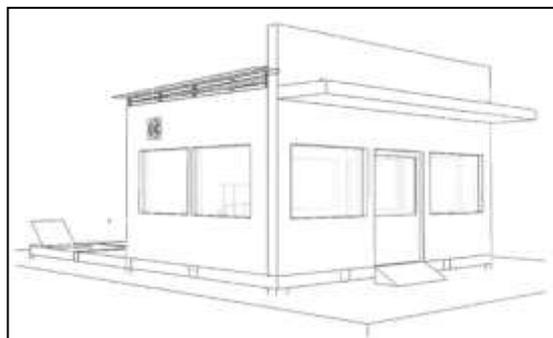
Menurut Dimiyati dan Nurjaman (2014), Manajemen proyek merupakan proses merencanakan, mengorganisasikan, memimpin, dan mengendalikan kegiatan anggota organisasi serta sumber daya lainnya sehingga dapat mencapai sasaran organisasi telah ditentukan sebelumnya. Dalam merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi suatu proyek diperlukan manajemen yang baik, agar *output* suatu proyek sesuai dengan ekspektasi masing-masing pihak yang terkait.

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang *wood furniture manufacture*. memproduksi *indoor furniture* yang bergaya minimalis khas Jepang. Produk yang dihasilkan berupa rangkaian *part-part* yang nantinya dapat dirakit secara *custom* oleh *customer*. Sehingga dapat dibuat banyak variasi sesuai dengan keinginan dan kebutuhan *customer*. Untuk saat ini, produk dari PT XYZ hanya dijual secara ekspor ke *customer* yang berada di Jepang, Perancis, Australia, dll.

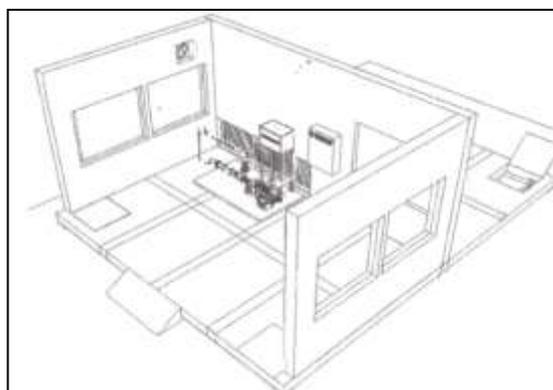
Perusahaan terus melakukan perkembangan secara berkala sehingga luas area gudang yang mana digunakan untuk stok bahan baku, stok *Work In Progress*, dan stok *finish good* semakin meningkat. Oleh karena hal tersebut, perusahaan menyadari terkait penggunaan bahan baku yang sebagian besar berbahan dasar kayu adalah mudah terbakar. Disisi lain karena luasnya area perusahaan, maka akan menjadi masalah jika suatu hal yang tidak diinginkan (kebakaran) telah terjadi. Maka

dari itu perusahaan berencana menambah titik sumber air sebagai tindakan antisipasi jika terjadi kebakaran, dengan cara membuat proyek *Hydrant House*.

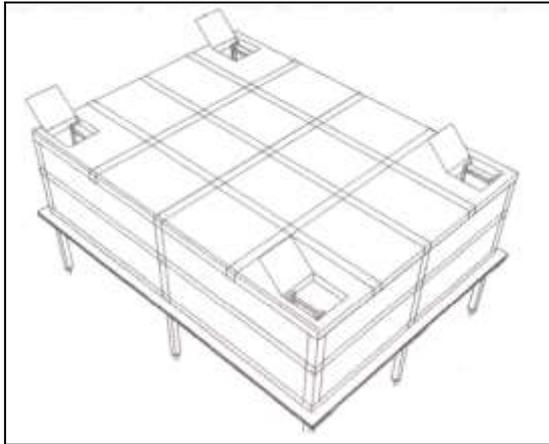
Proyek *Hydrant House* adalah jenis proyek konstruksi yang membuat area tanki tandon air bawah tanah, beserta instalasi pompa utamanya. *Hydrant House* berbentuk seperti rumah atau pos pada umumnya, dengan simpanan air pada bagian bawah tanah. Tujuan dibuat *Hydrant House*, seperti yang telah dijelaskan secara umum di atas adalah untuk menyuplai air ke pipa-pipa *hydrant* yang tersebar di tiap gudang-gudang perusahaan. Sehingga diharapkan persediaan air selalu dalam keadaan *standby*, tanpa mengandalkan suplai PDAM, jika musibah (kebakaran) telah terjadi. Proyek *Hydrant House* tersebut akan dikerjakan oleh tim internal perusahaan, yaitu Departemen Sipil PT XYZ. Terkait lama pengerjaan proyek *Hydrant House*, pihak manajemen memberi target selama kurang lebih 3 bulan. Namun, lama waktu tersebut dapat ditinjau ulang dengan catatan Departemen Sipil PT XYZ dapat melampirkan rincian perhitungan *schedule* dari proyek tersebut. Pada gambar 1, 2, dan 3 adalah bentuk *Hydrant House* yang akan dibuat.



Gambar 1. *Hydrant House* (Tampak Luar)
Sumber : Departemen Sipil PT XYZ (2021)



Gambar 2. *Hydrant House* (Tampak Dalam)
Sumber : Departemen Sipil PT XYZ (2021)



Gambar 3. Tanki *Hydrant House* Bagian Bawah
 Sumber : Departemen Sipil PT XYZ (2021)

Departemen Sipil PT XYZ bergerak pada proyek-proyek pembuatan, perbaikan fasilitas perusahaan. Banyak pekerjaan yang berkaitan dengan konstruksi, baik yang berskala kecil maupun yang berskala besar. Departemen tersebut dapat dikatakan cukup banyak menerima proyek-proyek internal perusahaan, mengingat perusahaan dalam tahap ekspansi untuk memperbanyak dan memperluas proses produksi. Proyek *Hydrant House* merupakan salah satunya.

Proyek pembuatan *Hydrant House* terdapat banyak aktivitas-aktivitas besar yang membutuhkan waktu dan biaya yang tidak sedikit, jika dibandingkan dengan proyek-proyek lain di internal perusahaan. Akan sangat membutuhkan perhitungan dan perencanaan yang rinci pada proyek *Hydrant House* tersebut. Sedangkan, sejauh ini Departemen Sipil PT XYZ dalam merencanakan proyek hanya berdasarkan metode *scheduling* sederhana dan pengalaman saja. Penggunaan metode perencanaan proyek tersebut dinilai kurang cukup, mengingat Departemen Sipil PT XYZ beberapa kali terkendala dalam waktu penyelesaian proyek, dimana waktu penyelesaian proyek tidak sesuai dengan waktu yang telah diestimasi sebelumnya. Oleh karena itu, dikhawatirkan akan terjadi keterlambatan pada proyek *Hydrant House*, jika dalam perencanaan proyek tidak segera diatasi dengan metode yang baik dan sistematis. Berikut pada gambar 4 adalah contoh *schedule* yang biasa digunakan Departemen Sipil dan tabel 1 adalah sebagian riwayat proyek yang telah dikerjakan pada kuartal I 2021 oleh Departemen Sipil PT XYZ.



Gambar 4. Contoh *Schedule* Departemen Sipil PT XYZ

Sumber : Departemen Sipil PT XYZ (2021)

Tabel 1. Riwayat Proyek Semester I 2021

Riwayat Pelaksanaan Proyek Semester I 2021 Ditinjau dari Waktu dan Biaya				
Nama Proyek	Terkait Waktu (Hari)		Terkait Biaya (Rp)	
	Target	Realisasi	Target	Realisasi
Penambahan Pos Pantau Security	32	36	61.727.000	68.516.000
Pembuatan Atap Tambahan Bagian Vacuum	23	25	85.800.000	92.525.000
Pembuatan Tanki Bagian Vacuum	14	15	87.267.000	92.066.000
Modifikasi Layout Area Mesin Trimming Saw	28	34	110.032.000	114.433.000

Sumber : Departemen Sipil PT XYZ (2021)

Keterlambatan proyek yang ditunjukkan pada tabel 1 diakibatkan karena perencanaan proyek oleh Departemen Sipil PT XYZ hanya berdasarkan *scheduling* sederhana dan pengalaman belaka. *Scheduling* sederhana yang biasa dilakukan oleh Departemen Sipil PT XYZ hanya mencantumkan nama proyek dan waktu total yang dibutuhkan dalam menyelesaikan proyek tersebut. Padahal terkait detail kegiatan proyek, segmentasi kegiatan proyek, integrasi antar kegiatan proyek, dan waktu mulai sampai berakhir tiap kegiatan proyek sangat diperlukan dalam suatu perencanaan proyek. Hal-hal tersebut belum ada diperencanaan proyek Departemen Sipil PT XYZ sebelumnya, sehingga mengakibatkan keterlambatan suatu proyek.

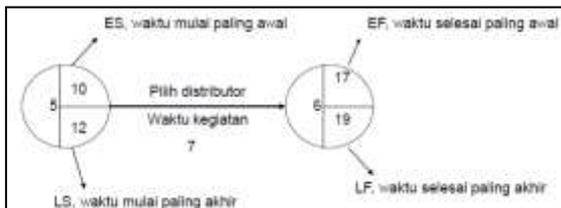
Jadi, dalam melakukan penelitian terkait perencanaan proyek, penulis akan

faktor untuk tiap kegiatan. Pada CPM dipakai cara “deterministik”, yaitu dalam mengestimasi hanya memerlukan satu angka (Heizer dan Rander, 2006).

Beberapa istilah yang digunakan dalam metode CPM ini adalah:

- Earliest Start (ES)**
ES dapat diartikan sebagai waktu tercepat suatu kegiatan atau aktivitas dapat dimulai.
- Latest Start (LS)**
LS dapat diartikan sebagai waktu paling lambat untuk memulai suatu kegiatan.
- Earliest Finish (EF)**
EF dapat diartikan sebagai waktu tercepat kegiatan dapat diselesaikan.
- Latest Finish (LF)**
LF dapat diartikan sebagai waktu paling lambat dalam menyelesaikan suatu kegiatan.

Berikut pada gambar 10 adalah contoh penerapan nilai ES, LS, EF, dan LF.



Gambar 10. Contoh Penerapan ES, LS, EF, LF
Sumber : Fathoni (2020)

Sedangkan cara menghitung ES, EF, LS dan LF adalah sebagai berikut :

- $EF = ES + \text{waktu kegiatan}$ (pilih nilai yang terbesar) (1)
- $LS = LF - \text{waktu kegiatan}$ (pilih nilai yang terkecil) (2)

Menurut Rani (2016), *Float* merupakan waktu penundaan atau waktu untuk bisa terlambat dari suatu kegiatan. *Float* terdapat pada semua kegiatan yang tidak termasuk dalam lintasan kritis.

Ada 2 (dua) macam tipe *float*, yaitu:

- Total Float**
Total float diinterpretasikan sebagai sejumlah waktu untuk terlambat yang terdapat pada suatu kegiatan, bila mana kegiatan tersebut terlambat atau diperlambat pelaksanaannya, akan mempengaruhi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.
Secara matematis : $TF = LF - ES - D$ (3)
- Free Float**
Free Float diinterpretasikan sebagai sejumlah waktu untuk bisa terlambat atau

diperlambatnya suatu kegiatan tidak mempengaruhi waktu mulainya kegiatan yang berlangsung mengikutinya.

Secara matematis : $FF = EF - ES - D$ (4)

Lintasan kegiatan atau aktivitas yang mempunyai *Total Float* (TF) = 0, dapat diartikan sebagai lintasan kritis (*Critical Path*). Semua aktifitas atau kegiatan dalam lintasan kritis tidak bisa ditunda. Suatu penundaan akan menyebabkan umur proyek mundur.

2.4 Program Evaluation and Review Technique (PERT)

Program Evaluation and Review Technique (PERT) digunakan dalam melakukan penjadwalan, mengatur, dan mengkoordinasikan bagian-bagian kegiatan dalam suatu proyek.

Menurut Tarliah dan Dimiyati (2013), *PERT-Type System* merupakan penggabungan kedua pendekatan metode PERT dan CPM. Perencanaan dan pengendalian proyek dapat mencapai optimal dengan bantuan *PERT-Type System*.

Kemudian, menurut Soeharto (2002), metode PERT mencakup tiga perkiraan waktu, yaitu:

- Waktu *pesimistic* (tp), adalah waktu paling panjang yang mungkin diperlukan suatu kegiatan dalam proyek.
- Waktu perkiraan paling mungkin (tm), adalah waktu penyelesaian kegiatan-kegiatan proyek yang paling memungkinkan, atau memiliki probabilitas paling tinggi.
- Waktu *Optimistic* (to), adalah waktu tercepat yang dapat dilakukan untuk melaksanakan kegiatan suatu proyek.

Dalam pengaplikasian metode PERT ada beberapa rumus yang digunakan, dijelaskan cukup sistematis dalam jurnal Arsi, Setiawan, dan Adeswastoto (2021):

- Menghitung waktu rata-rata/waktu yang diharapkan (te). Secara matematis :

$$te = \frac{a+4m+b}{6} \dots\dots\dots (5)$$

- te : Waktu rata-rata/waktu yang diharapkan
- a : Waktu optimis
- m : Waktu realistik
- b : Waktu pesimis

Semakin besar nilai “v”, semakin kecil “te” bisa dipercaya dan semakin tinggi kemungkinan kegiatan yang bersangkutan selesai lebih awal atau lebih lambat dari pada “te”. Secara sederhana semakin jauh selisih antara “a” dan “b” semakin besar distribusinya dan semakin

besar peluang waktu aktual pelaksanaan kegiatan secara signifikan berbeda dari waktu yang diharapkan “te”, begitu juga berlaku sebaliknya.

b. Menghitung deviasi standar (S). Secara matematis :

$$S = \frac{b-a}{6} \dots\dots\dots (6)$$

S : Deviasi standar kegiatan
a : Waktu optimis
b : Waktu pesimi

c. Menghitung variasi kegiatan V(te). Secara matematis :

$$V(te) = S^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2 \dots\dots\dots (7)$$

V(te) : Varian kegiatan
S : Deviasi standar kegiatan
a : Waktu optimis
b : Waktu pesimis

d. Menghitung peluang/probabilitas mencapai target jadwal. Secara matematis :

$$Z = \frac{T(d)-TE}{S} \dots\dots\dots (8)$$

Z : Probabilitas kemungkinantercapainya target
T(d) : Target jadwal
TE : Jumlah waktu kegiatan kritis
S : Deviasi standar kegiatan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pada data kuantitatif maupun kualitatif yang penulis peroleh dari wawancara secara berkala kepada *Man Power* yang akan mengerjakan proyek dan observasi lapangan terkait perencanaan proyek *Hydrant House*, terdapat beberapa data penunjang penelitian ini. Data-data tersebut berupa: rencana rancangan urutan kegiatan proyek dan perkiraan waktunya (lihat pada tabel 2) dan gambar kerja proyek (lihat pada gambar 11, 12, 13)

Tabel 2. Estimasi Waktu Kegiatan dalam Proyek

No.	Deskripsi Kegiatan-kegiatan dalam Proyek	Estimasi Waktu (hari)
1	Pengukuran dan penandaan lokasi	1
2	Galian tanah dengan alat berat	1
3	Pemasangan anyaman bambu (gedek)	3

4	Pengurusan air	2
5	Pengeboran tanah untuk <i>strauss</i> dan "cakar ayam"	5
6	Pemasangan <i>strauss</i> dan pengecoran	2
7	Pemasangan "cakar ayam"	2
8	Pengukuran dan pematatan "sirtu" untuk lantai kerja	5
9	Pembuatan rangka-rangka besi (bawah)	10
10	Pembuatan <i>bekisting</i> (1)	3
11	Pengecoran lantai kerja 5-10 cm	1
12	Pemasangan <i>sloof</i> (1)	2
13	Pemasangan <i>bekisting</i> (2)	2
14	Pemasangan <i>wiremesh</i> (1)	3
15	Cor pondasi (<i>ready mix</i>)	1
16	Pembuatan dinding 100 cm	14
17	Pemasangan "sabukan" dan cor	4
18	Pembuatan dinding 80 cm	12
19	Pemasangan "sabukan"	2
20	Pemasangan <i>bekisting</i> luar dan dalam (3)	8
21	Pemasangan <i>wiremesh</i> (2)	3
22	Pengecoran lantai atas (<i>ready mix</i>)	1
23	Plester dinding dalam + "acian"	10
24	pengecatan interior	2
25	pemasangan pintu tandon	3
26	Pemasangan <i>sloof</i> (2)	1
27	Pemasangan <i>bekisting</i> dan cor	4
28	Pembuatan dinding dan pemasangan pintu, dll.	17
29	Pemasangan rangka atap dan atap	3
30	Plester dinding luar dan dalam + "acian"	5

	5	Pengeboran tanah untuk <i>strauss</i> dan "cakar ayam"	A5	A4
	6	Pemasangan <i>strauss</i> dan pengecoran	A6	A5, B2
	7	Pemasangan "cakar ayam"	A7	A6
	8	Pengukuran dan pemadatan "sirtu" untuk lantai kerja	A8	A7
B	Pemasangan rangka-rangka besi		-	-
	1	Pembuatan rangka-rangka besi (bawah)	B1	-
	2	Pembuatan <i>bekisting</i> (1)	B2	B1
	3	Pengecoran lantai kerja 5-10 cm	B3	A7
	4	Pemasangan <i>sloof</i> (1)	B4	B3
	5	Pemasangan <i>bekisting</i> (2)	B5	B3
	6	Pemasangan <i>wiremesh</i> (1)	B6	B4, B5
	7	Cor pondasi (<i>ready mix</i>)	B7	B6
C	Pembuatan dinding tanki air		-	-
	1	Pembuatan dinding 100 cm	C1	B7
	2	Pemasangan "sabukan" dan cor	C2	C1
	3	Pembuatan dinding 80 cm	C3	C2
	4	Pemasangan "sabukan"	C4	C3
	5	Pemasangan <i>bekisting</i> luar dan dalam (3)	C5	C4
	6	Pemasangan <i>wiremesh</i> (2)	C6	C5
	7	Pengecoran lantai atas (<i>ready mix</i>)	C7	C6
D	Finishing tanki air		-	-
	1	Plester dinding dalam + "acian"	D1	C7
	2	pengecatan interior	D2	D1
	3	pemasangan pintu tandon	D3	D2
E	Pemasangan rangka dan dinding hydrant house		-	-
	1	Pemasangan <i>sloof</i> (2)	E1	C7

	2	Pemasangan <i>bekisting</i> dan cor	E2	E1, D3
	3	Pembuatan dinding dan pemasangan pintu, dll.	E3	E2
	4	Pemasangan rangka atap dan atap	E4	E3
	5	Plester dinding luar dan dalam + "acian"	E5	E4
	6	Pengecatan dinding luar dan dalam	E6	E5
	7	Instalasi listrik	E7	E5
F	Instalasi pompa		-	-
	1	Persiapan instalasi pompa <i>hydrant</i>	F1	E7
	2	<i>Assembling</i> instalasi pompa <i>hydrant</i>	F2	E6, F1

3.3 Perhitungan Waktu yang Diharapkan (*Te*), Deviasi (*S*), dan Variansi (*V*)

Sebelum menghitung nilai *Te*, *S*, dan *V*, akan diuraikan terlebih dahulu nilai waktu *pesimistic* (*tp*), waktu perkiraan paling mungkin atau *most likely* (*tm*), dan waktu *Optimistic* (*to*) berdasarkan wawancara dengan *Man Power* pengerjaan proyek *Hydrant House* dan validasi dari *Team Leader* Departemen Sipil.

Kemudian, setelah mengetahui semua kegiatan dan ketergantungannya, langkah selanjutnya menentukan waktu yang diharapkan (*Te*), Standar deviasi (*S*) dan variansi (*V*) untuk setiap kegiatan. Tujuannya adalah untuk mengetahui kepastian waktu setiap kegiatan dan berapa besar penyimpangan dari setiap kegiatan tersebut. Adapun cara perhitungan waktu yang diharapkan (*Te*), Standar deviasi (*S*) dan variansi (*V*) untuk setiap kegiatan adalah berdasarkan Rumus. Berikut adalah salah satu contoh perhitungan kegiatan A5, yang nantinya akan penulis rekap dalam bentuk tabel 4.

Menghitung waktu rata-rata/waktu yang diharapkan (*Te*). Secara matematis :

$$te = \frac{4+(4 \times 5)+6}{6}$$

$$te = 5 \text{ hari}$$

Menghitung standar deviasi (*S*). Secara matematis :

$$S = \frac{6-4}{6}$$

$$S = 0.33$$

Menghitung variasi kegiatan (*V*). Secara matematis :

$$V(te) = S^2 = \left(\frac{6-4}{6}\right)^2$$

$$V(te) = 0.33^2$$

$$V(te) = 0.11$$

Tabel 4. Nilai T_e (Waktu yang Diharapkan), S (Standar Deviasi), dan V (Varians)

No.	Simbol	tp	tm	to	T_e	S	V
1	A1	2	1	1	1,17	0,17	0,03
2	A2	2	1	1	1,17	0,17	0,03
3	A3	5	3	3	3,33	0,33	0,11
4	A4	2	2	1	1,83	0,17	0,03
5	A5	6	5	4	5,00	0,33	0,11
6	A6	3	2	2	2,17	0,17	0,03
7	A7	2	2	1	1,83	0,17	0,03
8	A8	6	5	4	5,00	0,33	0,11
9	B1	12	10	10	10,33	0,33	0,11
10	B2	3	3	2	2,83	0,17	0,03
11	B3	2	1	1	1,17	0,17	0,03
12	B4	3	2	2	2,17	0,17	0,03
13	B5	2	2	1	1,83	0,17	0,03
14	B6	3	3	2	2,83	0,17	0,03
15	B7	2	1	1	1,17	0,17	0,03
16	C1	16	14	13	14,17	0,50	0,25
17	C2	5	4	3	4,00	0,33	0,11
18	C3	14	12	11	12,17	0,50	0,25
19	C4	3	2	1	2,00	0,33	0,11
20	C5	9	8	7	8,00	0,33	0,11
21	C6	3	3	2	2,83	0,17	0,03
22	C7	2	1	1	1,17	0,17	0,03
23	D1	11	10	9	10,00	0,33	0,11
24	D2	2	2	1	1,83	0,17	0,03
25	D3	4	3	3	3,17	0,17	0,03
26	E1	2	1	1	1,17	0,17	0,03
27	E2	5	4	3	4,00	0,33	0,11
28	E3	20	17	17	17,50	0,50	0,25
29	E4	4	3	3	3,17	0,17	0,03
30	E5	6	5	4	5,00	0,33	0,11
31	E6	2	1	1	1,17	0,17	0,03
32	E7	4	3	3	3,17	0,17	0,03
33	F1	6	4	4	4,33	0,33	0,11
34	F2	9	7	7	7,33	0,33	0,11

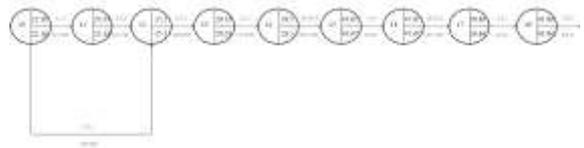
3.4 Pembuatan Network dan penentuan Lintasan Kritis

Tahap selanjutnya adalah membuat *Network* atau Jaringan Kerja. Dalam tahapan ini, segmentasi dari WBS dan penentuan waktu tp , tm , to , T_e , dan V dari masing-masing

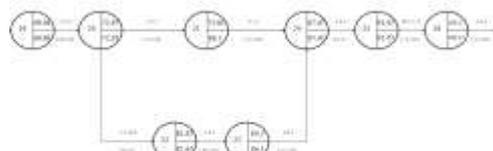
kegiatan diintegrasikan dengan membuat *Network* dan menentukan lintasan kritis. Berikut pada gambar 14, 15, 16, dan 17 adalah penerapan *Network*.



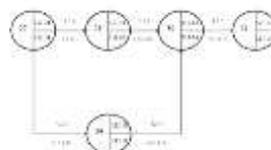
Gambar 14. *Network*



Gambar 15. *Network* Lanjutan (1)



Gambar 16. *Network* Lanjutan (2)



Gambar 17. *Network* Lanjutan (3)

Setelah pembuatan *Network*, maka akan dibuat rekap untuk menentukan lintasan kritis. Lintasan yang mempunyai *Total Float* (TF) = 0, dapat diartikan sebagai lintasan kritis (*Critical Path*). Semua kegiatan dalam lintasan kritis tidak bisa ditunda. Suatu penundaan akan menyebabkan umur proyek mundur. Lintasan kritis pada tabel 5 adalah yang dilalui oleh alur 1-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-22-23-24-25-26-27-29-30-31.

Tabel 5. Rekap Lintasan Kritis

Simbol	T_e	ES	EF	LS	LF	TF (LF-ES- T_e)
A1	1,17	0,00	1,17	0,00	1,83	0,66
A2	1,17	1,17	2,34	1,17	3,00	0,66
A3	3,33	2,34	5,67	2,34	6,33	0,66
A4	1,83	5,67	7,50	5,67	8,16	0,66
A5	5,00	7,50	12,50	7,50	12,50	0,00
A6	2,17	12,50	15,33	12,50	15,33	0,66

A7	1,83	15,33	17,16	15,33	17,16	0,00
A8	5,00	17,16	22,16	17,16	22,16	0,00
B1	$\frac{10,3}{3}$	0,00	10,33	0,00	10,33	0,00
B2	2,83	10,33	13,16	10,33	13,16	0,00
B3	1,17	22,16	23,33	22,16	23,33	0,00
B4	2,17	23,33	25,50	23,33	25,50	0,00
B5	1,83	22,16	25,50	22,16	25,50	1,51
B6	2,83	25,50	28,33	25,50	28,33	0,00
B7	1,17	28,33	29,50	28,33	29,50	0,00
C1	$\frac{14,1}{7}$	29,50	43,67	29,50	43,67	0,00
C2	4,00	43,67	47,67	43,67	47,67	0,00
C3	$\frac{12,1}{7}$	47,67	59,83	47,67	59,83	0,00
C4	2,00	59,83	61,83	59,83	61,83	0,00
C5	8,00	61,83	69,83	61,83	69,83	0,00
C6	2,83	69,83	72,67	69,83	72,67	0,00
C7	1,17	72,67	73,84	72,67	86,50	12,67
D1	$\frac{10,0}{0}$	72,67	82,67	72,67	82,67	0,00
D2	1,83	82,67	84,50	82,67	84,50	0,00
D3	3,17	84,50	87,67	84,50	87,67	0,00
E1	1,17	73,84	87,67	86,50	87,67	12,66
E2	4,00	87,67	91,67	87,67	91,67	0,00
E3	$\frac{17,5}{0}$	91,67	$\frac{109,1}{7}$	91,67	$\frac{109,1}{7}$	0,00
E4	3,17	$\frac{109,1}{7}$	$\frac{112,3}{4}$	$\frac{109,1}{7}$	$\frac{112,3}{4}$	0,00
E5	5,00	$\frac{112,3}{4}$	$\frac{117,3}{4}$	$\frac{112,3}{4}$	$\frac{118,6}{7}$	1,33
E6	1,17	$\frac{118,6}{7}$	$\frac{119,8}{4}$	$\frac{117,3}{4}$	$\frac{119,8}{4}$	0,00
E7	3,17	$\frac{112,3}{4}$	$\frac{115,5}{0}$	$\frac{112,3}{4}$	$\frac{115,5}{0}$	0,00
F1	4,33	$\frac{115,5}{0}$	$\frac{119,8}{4}$	$\frac{115,5}{0}$	$\frac{119,8}{4}$	0,00
F2	7,33	$\frac{119,8}{4}$	$\frac{127,1}{7}$	$\frac{119,8}{4}$	$\frac{127,1}{7}$	0,00

3.5 Perhitungan Probabilitas Penyelesaian Proyek

Tahap selanjutnya adalah menghitung peluang atau probabilitas proyek mencapai target sesuai jadwal. Disini penulis akan menghitung probabilitas atau peluang keberhasilan proyek jika dikerjakan selama 120 hari atau 3 bulan, sesuai dengan target kasar dari pihak manajemen.

$$Z = \frac{T(d)-TE}{\frac{s}{6.83}}$$

$$Z = \frac{120 - 128}{6.83} = -1.17$$

Berdasarkan tabel distribusi normal baku, maka nilai $Z = 0.1210 = 12\%$. Jadi, jika proyek dikerjakan selama 120 hari atau 3 bulan, maka probabilitas keberhasilannya adalah sebesar 12%.

Kemudian, penulis mencoba mencari tahu berapa hari yang dibutuhkan, jika probabilitas atau peluang diubah menjadi 95%. Maka nilai Z yang bersesuaian adalah 1.645.

$$1.645 = \frac{T(d)-128}{6.83} = 139.23 \text{ hari, atau dibulatkan menjadi 140 hari.}$$

4. KESIMPULAN

Dari apa yang telah diuraikan dan dipaparkan pada perhitungan sebelumnya, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Kegiatan-kegiatan dalam proyek Hydrant House dapat diketahui dengan jelas mengenai segmentasi dan level dengan mengacu pada *Work Breakdown Structure* (WBS). Sehingga dengan adanya WBS diharapkan dapat lebih memahami konteks dari masing-masing kegiatan. Terdapat tiga level (proyek, tugas, sub-tugas) dari proyek Hydrant House dan dari tiga level tersebut terdiri dari 34 sub-tugas.
- Terkait lama proyek dapat terselesaikan adalah selama 120 hari, dengan probabilitas keberhasilan sebesar 12%. Oleh karena itu, penulis memberi opsi peluang keberhasilan terselesainya proyek sebesar 95% adalah selama 139.23 hari atau 140 hari. Jadi, agar dapat tercapai penyelesaian proyek, maka proyek paling tidak harus dikerjakan selama 140 hari. Karena probabilitas penyelesaian 140 hari lebih besar (95%), jika dibandingkan dengan probabilitas penyelesaian 120 hari (12%).
- Dengan membuat jaringan kerja dan menghitung nilai ES, EF, LS, dan LF, maka dapat diketahui lintasan kritis pada proyek Hydrant House adalah yang dilalui oleh alur 1-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-22-23-24-25-26-27-29-30-31. Oleh karena itu, dalam lintasan tersebut tidak bisa ditunda. Suatu penundaan akan menyebabkan umur proyek mundur.

DAFTAR PUSTAKA

Antika, O. R. (2018). Analisis Biaya dan Waktu pada Crashing dengan Menggunakan Metode Shift (Analysis of Costs and Time in Crasching by Using Shift Method. *UII*.

- Departemen Sipil PT XYZ, diwawancarai oleh penulis, September 2021, Gresik.
- Dimiyati, D. H., & Nurjaman, K. (2014). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Pustaka Setia.
- Fathoni, M. Z. (2020). Konsep dan Pengertian Manpro [Presentasi PowerPoint].
- Fathoni, M. Z. (2020). Perencanaan Proyek [Presentasi PowerPoint].
- Fathoni, M. Z. (2020). Penjadwalan Proyek [Presentasi PowerPoint].
- Fathoni, M. Z. (2020). Minimasi biaya dan alokasi SD [Presentasi PowerPoint].
- Heizer, J. & Rander, B. (2006). *Manajemen Operasi, Edisi Ketujuh*. Jakarta: Salemba Empat.
- Perdana, S. & Rahman, A. (2019). Penerapan Manajemen Proyek dengan Metode CPM (Critical Patch Method) pada Proyek Pembangunan SPBE. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1). 242-250.
- Project Management Institute. (2004). *A Guide to the Project Management of Body Knowledge (PMBOK Guide)*. USA: Project Management Institute.
- Rani, H. A. (2016). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Dee Publish.
- Rantesalu, S. (2019). Evaluasi Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Pada Proyek Pembangunan Gedung BAPPEDA Provinsi Kalimantan Utara Tahap III. *Potensi: Jurnal Sipil Politeknik*, 21(1). 42-46.
- Rev, E. (2003). *Work Breakdown Structure*. America: U.S. Department of Energy.
- Siswanto, A. B & Salim, M. A. (2019). *Manajemen Proyek*. Semarang: CV Pilar Nusantara.
- Soeharto, I. (1997). *Manajemen Konstruksi dari Konseptual sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, I. (2002). *Studi Kelayaan Proyek Industri*. Jakarta: Erlangga.
- Tarlich, T. D. & Dimiyati, A. (2013). *Operations Research (Model-model Pengambilan Keputusan)*. Bandung: Sinar BaruAlgesindo