

ANALISIS PENJADWALAN PROYEK PEMBANGUNAN PIER HEAD DI LOKASI JALAN TOL KRIAN – MANYAR GRESIK DENGAN METODE FUZZY LOGIC APPLICATION FOR SCHEDULING DAN PERT

Studi Kasus : PT. Djahmur Multi Engineering

Rifki Apriyoga Prasetyo¹⁾, Said Salim Dahda²⁾, Elly Ismiyah³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Gresik

*Email : rifkiapriyogap27@gmail.com

ABSTRAK

Perencanaan dan penjadwalan merupakan bagian penting untuk menentukan keberhasilan suatu proyek. Masalah yang sering dihadapi dalam sebuah proyek adalah terjadinya ketidaksesuaian antara rencana awal dengan realisasi yang ada dalam pelaksanaan proyek, seberapa baik pun perencanaan awal tidak menutup kemungkinan terjadi perubahan yang mengakibatkan keterlambatan penyelesaian. Penelitian ini menggunakan metode penjadwalan dengan mengakomodasi ketidakpastian durasi menggunakan metode *Fuzzy Logic Application For Scheduling* (FLASH) untuk mengetahui kemungkinan terselesainya proyek. FLASH merupakan metode penjadwalan dengan tetap mengakomodasi ketidakpastian, FLASH menggunakan terminologi probabilitas dari pada probabilitas untuk mengekspresikan ketidakpastian. Hal ini menjadikan FLASH lebih terbuka dalam hal ketidakpastian, FLASH juga menganalisis semua jalur untuk menghasilkan probabilitas suatu total durasi proyek yang diharapkan dan melakukan perbandingan hasil perhitungan dengan metode PERT. Hasil akhir dari pengembangan penelitian menggunakan metode *fuzzy* didapatkan waktu dari jadwal yang dihasilkan waktu pelaksanaan proyek Pier head seksi II Bunder dapat diketahui bawah proyek tersebut dapat diselesaikan dalam waktu (51,69,89) hari kerja, dengan nilai *defuzzyfikasi* 62 hari dari 65 hari kerja yang telah ditentukan kontraktor, dari hasil analisis perbandingan antara metode *Fuzzy* dengan PERT didapat waktu penyelesaian yang berbeda akan tetapi selesai waktu dari kedua penyelesaian tidak terlalu jauh. Untuk metode PERT menghasilkan durasi pengerjaan selama 56 hari sedangkan metode *Fuzzy* pengerjaan selama 62 hari. Selisih durasi antara kedua metode yaitu 6 hari kerja.

Kata Kunci : Analisis durasi kerja, Fuzzy Logic Application For Scheduling, PERT.

1. PENDAHULUAN

Perencanaan dan penjadwalan merupakan bagian penting untuk menentukan keberhasilan suatu proyek. Masalah yang sering dihadapi dalam sebuah proyek adalah terjadinya ketidaksesuaian antara rencana awal dengan realisasi yang ada dalam pelaksanaan proyek, seberapa baik pun perencanaan awal tidak menutup kemungkinan terjadi perubahan yang mengakibatkan keterlambatan penyelesaian. Bahwa suatu proyek merupakan upaya yang mengerahkan sumber daya yang tersedia, yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan penting tertentu serta harus diselesaikan dalam jangka waktu terbatas sesuai dengan kesepakatan. Proyek adalah aktivitas sementara dari personil, material, serta sarana untuk menjadikan /mewujudkan sasaran - sasaran (*goals*) proyek dalam kurun waktu tertentu yang kemudian berakhir (Dipohusodo, 1995).

PT. Waskita Karya (persero) Tbk. merupakan salah satu Badan usaha milik Negara yang terdepan dalam industri konstruksi dari perancangan, perencanaan, dan pengawasan. Dalam proyek pembangunan jalan tol ini PT. Waskita Karya (persero) Tbk. yang bekerja sama dengan sub kontraktor yaitu salah satunya adalah PT. Djahmur Multi Engineering yang menyediakan material dan

bertugas untuk pembangunan *Pier Head* dibagian seksi II Bunder pada proyek jalan tol Krian – Legundi – Bunder - Manyar (KLBM). Pada kenyataan dalam penyelesaian aktivitas suatu proyek mengalami keterlambatan dari durasi waktu yang ditentukan .tabel 1.1 adalah waktu penyelesaian proyek yang memiliki kegiatan – kegiatan yang sejenis dengan kegiatan Proyek *Pier Head* yang dilaksanakan oleh PT. Djahmur Multi Engineering.

Dari tabel 1 terlihat adanya keterlambatan waktu/durasi penyelesaian proyek yang bisa jadi sebenarnya proyek – proyek tersebut tidak mengalami keterlambatan, tetapi ada faktor yang menyebabkan proyek terlambat diantaranya pada saat penentuan waktu penyelesaian proyek yang dijanjikan pada pemilik proyek dan estimasi proyek yang bersifat subjektif, sehingga terjadi penjadwalan yang tidak akurat dan mengakibatkan keterlambatan dalam penyelesaian proyek, Oleh karena itu dibutuhkan pendekatan yang tepat untuk menentukan waktu proyek. Adapun faktor yang mempengaruhi keterlambatan tersebut terdiri dari faktor non teknis dan non teknis. Faktor teknis terdiri dari adanya kesalahan pada saat pengukuran atau perubahan desain. Selain itu faktor non teknik contoh : masalah pengadaan material dan alat berat.

Tabel 1 Waktu penyelesaian proyek

N O	Nama Proyek	Ukuran Pier Head (m ²)	Planning (Hari)	Aktual (Hari)	C
1	Pembangunan Pier Head di Gempol - Pasuruan Seksi 2.	30 x 7 x 6	65	73	Terlambat 8 hari disebabkan: - kontraktor yang kurang ahli atau berpengalaman. - Keterlambatan penyediaan material. - Kerusakan peralatan.
2	Pembangunan Pier Head di Ngawi-Kertosono Seksi 1.	35 x 7 x 6	68	75	Terlambat 7 hari disebabkan: - Keterlambatan penyediaan material. - Ketersediaan keuangan selama pelaksanaan. - Perubahan material pada bentuk, fungsi, dan spesifikasi.
3	Pembangunan Pier Head di Pasuruan- Probolinggo Seksi 1.	30 x 8 x 6	60	69	Terlambat 9 hari disebabkan: - Keterlambatan penyediaan material. - Kekurangan tenaga kerja - Kerusakan peralatan.
4	Pembangunan Pier Head di Semarang-Solo Seksi 5.	35 x 7 x 6	65	75	Terlambat 10 hari disebabkan: - kontraktor yang kurang ahli atau berpengalaman. - Perubahan material pada bentuk, fungsi, dan spesifikasi.

Dalam manajemen proyek ada beberapa metode penjadwalan lain yang biasa digunakan seperti *Gantt Chart*, *Precedence Diagram method* (PDM), *Program Evaluation Review Technique* (PERT), *Graphical Evaluation Review Technique* (GERT) dan sebagainya. Berbeda dengan CPM, PERT memberikan alternatif lain dengan mengasumsikan durasi aktivitas bersifat tidak pasti (Wibowo, 2001). PERT juga memiliki kekurangan diantaranya perkiraan waktu yang cenderung subjektif, terlalu fokus pada jalur kritis, kegiatan proyek harus didefinisikan dengan jelas, hubungan antar kegiatan harus ditunjukkan dan dikaitkan (AryoAndriNugroho, 2007). Untuk mengatasi masalah tersebut maka dapat digunakan sebuah metode *Fuzzy Logic Application for Scheduling* (FLASH). Teori *Fuzzy Set* yang dinamakan metode *Fuzzy Logic Application for Scheduling* (FLASH) untuk mengetahui kemungkinan terselesainya proyek. (M. Hamzah H., Saifoe EL Unas, Widiarsa) Salah satu aplikasi terpentingnya adalah untuk membantu dalam melakukan pengambilan keputusan. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti, sangat fleksibel, dan memiliki toleransi terhadap data – data yang tidak tepat (Sri Kusumadewi, 2004). Metode ini menggunakan terminology posibilitas dari pada probabilitas untuk mengekspresikan ketidakpastian dalam menganalisis waktu penyelesaian proyek dengan durasi aktivitas dinyatakan dalam *Triangular Fuzzy Number* (TFN) (Wibowo, A, 2001).

Dari latar belakang yang telah diuraikan diatas peneliti akan menerapkan metode metode *Fuzzy Logic Application for Scheduling* (FLASH) untuk mendekati ketidakpastian waktu aktivitas proyek dan untuk menyusun jadwal pada proyek pembangunan *Pier Head* diseksi II (Bunder).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat diidentifikasi masalah yaitu bagaimana analisis penjadwalan proyek pembangunan *Pier Head* di lokasi seksi II (Bunder) jalan tol Krian - Manyar Gresik dengan menggunakan *Fuzzy Logic Application for Scheduling* (FLASH)?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari permasalahan yang dikemukakan di atas, tujuan yang ingin dicapai peneliti adalah sebagai berikut:

1. Menentukan bentuk jaringan proyek pembangunan *Pier Head* di lokasi seksi II dengan metode *Fuzzy Logic Application for Scheduling* (FLASH)?
2. Menentukan mana saja pekerjaan yang termasuk pekerjaan kritis menggunakan metode *Fuzzy Logic Application for Scheduling* (FLASH)?
3. Menentukan target/rencana penjadwalan proyek pembangunan *Pier Head* dengan metode *Fuzzy Logic Application for Scheduling* (FLASH)?

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang nantinya diharapkan dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui alur jaringan pelaksanaan proyek pembangunan *Pier Head* di lokasi seksi II.
2. Mengetahui pekerjaan/ aktivitas yang membutuhkan perhatian khusus.
3. Mengetahui estimasi durasi pekerjaan.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam pembahasan laporan ini adalah:

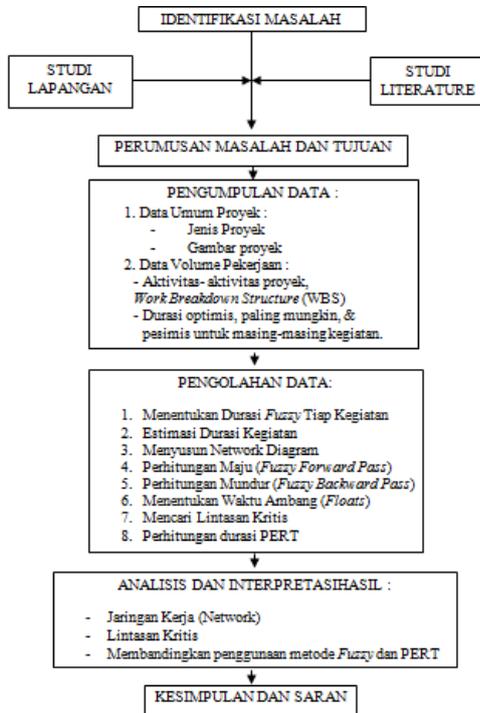
1. Tidak membahas masalah teknis dalam pelaksanaan.
2. Tidak memperhatikan perhitungan biaya masing-masing aktivitas.
3. Penelitian ini dilakukan di proyek *Pier Head* seksi II Bunder.

1.6 Asumsi-Asumsi

Asumsi – asumsi yang digunakan dalam permasalahan atau dalam pelaksanaan proyek ini adalah sebagai berikut :

1. Ketersediaan sumber daya pada proyek dianggap tidak ada gangguan.
2. Skill pekerja yang digunakan sesuai dengan dengan standard dan mempunyai banyak pengalaman.
3. Tidak ada penambahan sumber daya selama penelitian.

2. Metodologi penelitian



Gambar 1. Flow Chart Kerangka Penelitian

3. Pengumpulan Data dan pengolahan data

Pada bab ini berisi data – data yang telah dikumpulkan dalam penelitian. data – data tersebut diperoleh dari hasil pengamatan maupun wawancara dengan pihak – pihak yang terkait diperusahaan dalam menjalankan proyek – proyek yang sejenis sebagai bahan acuan untuk perencanaan penjadwalan proyek pembangunan *Pier head* jalan tol Data tersebut meliputi data primer yang diperoleh langsung melalui observasi serta data wawancara dengan narasumber sebagai berikut;

- Nama : Arif Rahman Hakim
- Bagian : Logistic

3.1 Gambaran Singkat Perusahaan

PT Wakista Karya adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak pada bidang konstruksi, didirikan pada tanggal 1 Januari 1961 beralamatkan di Jakarta, Indonesia bergerak dalam bidang Property, Hotel, Jalan tol, Precast, Energi dan konstruksi.

3.2 Data Umum Proyek

- Nama proyek : Proyek jalan tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar (KLBM)
- Lokasi proyek : Seksi II Bunder.
- Sub kontraktor :PT. Djamhur Multi Engineering.

Adapun pekerjaan yang harus dilaksanakan kontraktor dalam rangka perjanjian meliputi kegiatan – kegiatan sebagai berikut :

- Penyediaan material dan tenaga kerja.
- Penyediaan peralatan / perlengkapan yang diperlukan untuk pelaksanaan sampai dengan penyerahan hasil pekerjaan dan perawatan serta pemeliharaan hasil pekerjaan.

3.4. Data Hubungan Antar Pekerjaan

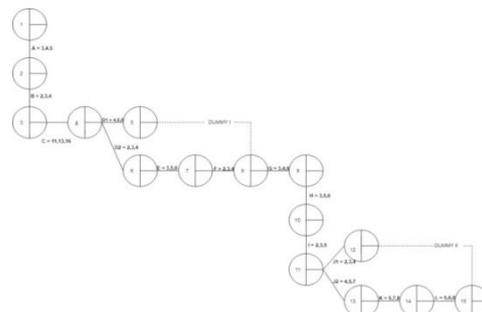
Hubungan keterkaitan pekerjaan diperoleh dari logika ketergantungan yang disebabkan oleh sifat kegiatan itu sendiri, dengan memperhatikan kegiatan apa yang dimulai terlebih dahulu (Predecessor). Kegiatan apa yang mengikuti (Successor) dan adakah kegiatan yang bisa dilakukan secara bersamaan / sejajar untuk menghemat waktu. Disamping itu juga hubungan antar pekerjaan memiliki ketergantungan yang disebabkan oleh sifat kegiatan itu sendiri dikarenakan pekerjaan tersebut tidak dapat dimulai tanpa adanya input berupa hasil pengerjaan pekerjaan sebelumnya.

Tabel 2 Hubungan Antar Pekerjaan Proyek

Aktivitas	Waktu fuzzy			Kegiatan pendahulu
	a	b	c	
A Pekerjaan pendahuluan	3	4	5	
B Pekerjaan tiang pancang <i>Pier head</i>	2	3	4	A
C Pekerjaan <i>Bekisting stopper</i>	11	13	16	B
D1 Pekerjaan cor beton	4	5	6	C
D2 Pekerjaan pembersihan <i>stopper</i>	2	3	4	C
E Pekerjaan pasang <i>lir</i> pembersihan dan instalasi	3	5	6	D2
F Pekerjaan <i>Bekisting Column</i>	2	3	4	E
G Pekerjaan cor <i>Column</i>	3	4	6	F
H Pekerjaan finishing <i>Pier Cap dan Column</i>	3	5	6	G
I Pekerjaan <i>Bekisting pier head</i>	2	3	5	H
J1 Pekerjaan cor beton	2	3	4	I
J2 Pekerjaan pasang <i>lir</i> Angkur	4	5	7	I
K Pekerjaan <i>Bigwall</i>	5	7	8	J2
L Pekerjaan finishing <i>Pier head dan Bigwall</i>	5	6	8	K

Sumber : PT. Djamhur Multi Engineering

Jaringan Kerja (Diagram Network)



Gambar 2 jaringan kerja

4. Tinjauan Pustaka

Kriteria kesuksesan suatu pengelolaan proyek adalah apabila sasaran proyek dapat terpenuhi, (Kerzner, 1984) penyelesaian proyek tidak melebihi waktu yang ditentukan, tidak melebihi biaya yang ditentukan, mencapai kinerja dan teknologi yang diinginkan, serta menggunakan sumber daya yang telah ditentukan secara efektif dan efisien. Sejalan dengan perkembangan zaman, sasaran suatu proyek menjadi lebih luas, yaitu dengan menambahkan factor kualitas, keamanan dan lingkungan sebagai sasaran utama yang harus dicapai dalam pengelolaan suatu proyek.

4.1 Pengertian Manajemen Proyek

Proyek adalah kegiatan sementara yang dilakukan untuk menciptakan suatu produk atau jasa. Menurut Imam Soeharto, proyek adalah gabungan dari berbagai sumber daya berupa manusia, material dan alat untuk melaksanakan serangkaian kegiatan yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara guna mewujudkan gagasan yang timbul karena naluri manusia untuk berkembang dengan batasan biaya, waktu dan mutu yang telah ditentukan. (Imam Soeharto, 1997) Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam waktu yang terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sasaran telah digariskan dengan jelas.

Dari pengertian diatas terlihat bahwa ciri pokok proyek adalah:

1. Memiliki tujuan yang khusus dan produk akhir atau hasil kerja akhir.
2. Jumlah biaya, sasaran, jadwal serta kriteria mutu dalam proses mencapai tujuan telah ditentukan.
3. Bersifat sementara, dalam arti umumnya dibatasi oleh waktu selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.
4. Non-ruti, tidak berulang-ulang, jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

4.2 Metode Penjadwalan Proyek

Pemilihan metode penjadwalan pada suatu proyek dapat dipengaruhi oleh jenis pekerjaannya apakah merupakan pekerjaan berulang atau tidak, besar atau kecilnya proyek, ataupun sifat/karakteristik dari proyek yang lain. Metode dalam penjadwalan dan pengendalian proyek saat ini mengalami perkembangan, dalam usaha meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian proyek telah diperkenalkan berbagai teknik dan metode.

4.3 Work Breakdown Structure (WBS)

Pemecahan pekerjaan besar menjadi elemen-elemen pekerjaan yang lebih kecil sering disebut *Work Breakdown Structure* (WBS). Pemecahan ini

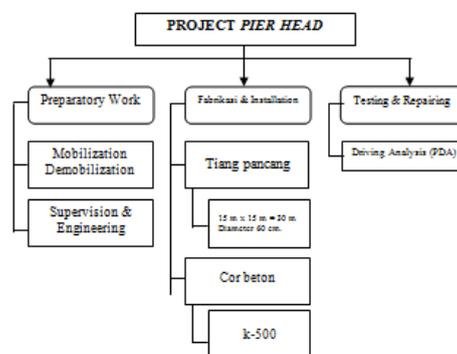
akan memudahkan pembuatan jadwal proyek dan estimasi ongkos serta menentukan siapa yang harus bertanggung jawab. Sampai sejauh mana pekerjaan harus dipecah tidak ada pedoman yang baku. Sejalan pekerjaan itu sudah cukup mudah dilaksanakan, dapat ditentukan waktu penyelesaiannya, bisa diukur kemajuannya, sumber daya apa yang diperlukan dan biaya yang diperlukan bisa dihitung, itu berarti sudah cukup memadai tingkat pemecahan proyek ini bisa mengikuti tingkatan seperti tabel 2.

Tabel 3 Tingkatan dalam WBS
Sumber (Santoso, 2009)

Tingkat	Deskripsi
1	Proyek
2	Tugas
3	Sub-Tugas
4	Paket Pekerjaan



Gambar 3 WBS untuk membangun rumah
Sumber (Santoso, 2009)



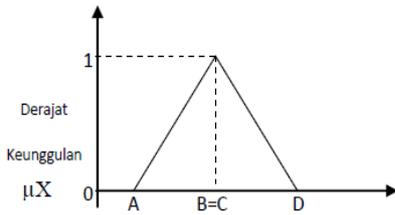
Gambar 4 :Work Breakdown Structure (WBS)
Project Pier head.

5. Metode FLASH

FLASH pada dasarnya sama dengan CPM dalam hal activity on arrow (AOA) diagram dan perhitungannya kecuali karakteristik durasinya. Durasi aktivitas i-j dinyatakan dalam tiga nilai berbeda : batas bawah, paling mungkin dan batas atas. Karena FLASH mengasumsikan durasi aktivitas dinyatakan dalam bilangan fuzzy segitiga, ketiga nilai tersebut merupakan nilai 1, m, dan u atau Di-j (1,m,u). untuk node i, *Early Start* (Ei), dan *Late Start* (Li) merupakan bilangan fuzzy juga tetapi tidak harus selalu bilangan fuzzy segitiga.

5.1 Durasi Fuzzy Kegiatan

Durasi kegiatan dinyatakan dalam TFN (*Triangular Fuzzy Number*)



Gambar 5 Waktu Fuzzy dalam bentuk TFN

Nilai A dikenal sebagai durasi terpendek yang mungkin (*most optimistic time*). D adalah durasi paling lama (*most pessimistic time*) dan durasi yang paling mungkin (*most likely time*). Dalam kaitannya dengan manajemen proyek, bilangan Fuzzy akan dioperasikan antara lain menurut operasi-operasi sebagai berikut:

Misalnya 2 buah TFN M(a,b,c,d) dan N(e,f,g,h)

$$M (+) N = (a + e, b + f, c + g, d + h)$$

$$M (-) N = (a - h, b - g, c - f, d - e)$$

$$\text{Min} (M,N) = [\Lambda (a,e), \Lambda (b,f), \Lambda (c,g), \Lambda (d,h)]$$

$$\text{Max} (M,N) = [V (a,e), V (b,f), V (c,g), (d,h)]$$

Dimana (+) = operasi penjumlahan fuzzy

(-) = operasi pengurangan fuzzy

Λ =maksimum

V =minimum

Operasi maksimum dan minimum merupakan perbandingan pada tiap titik dalam dua TFN, dan keluarannya merupakan bilangan – bilangan yang sesuai dengan operatornya (maksimum/minimum). Jadi misalkan A (1,5,5,6) dan B (3,4,4,7), maka max A dan B menghasilkan (3,5,5,7)(Dikutip dari Aries, A. 2015. “perencanaan jadwal proyek pembangunan dermaga VI dengan metode PERT dan fuzzy PERT”.Gresik:SKRIPSI)

5.2 Parameter Waktu Kegiatan Fuzzy

Untuk mencari jalur kritis, sebelumnya harus dicari parameter – parameter waktu dari tiap kegiatan. Parameter waktu tersebut adalah :

a. FES (Fuzzy Early Start)

Waktu mulai paling awal suatu kegiatan dapat dilaksanakan.

b. FEF (Fuzzy Early Finish)

Waktu selesai paling awal dari suatu kegiatan.

c. FLS (Fuzzy Late Start)

Waktu paling akhir suatu kegiatan boleh dimulai, yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.

d. FLF (Fuzzy Late Finish)

Waktu paling akhir kegiatan boleh selesai tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

5.3 Fuzzy Forward Pass (Perhitungan maju)

Perhitungan maju adalah perhitungan yang dimulai dari node start (awal) dan bergerak ke end (akhir) untuk menghitung *Fuzzy early start* (FES) dan *Fuzzy Early Finish* (FEF).

Perhitungan Maju

$$\text{FES} = \text{Max} (\text{FEFp})$$

$$\text{FEF} = \text{FES} (+) \text{FDx}$$

$$\text{FES} = 0 \text{ (waktu mulai proyek)}$$

$$\text{FEFa} = \text{FES} + \text{FDa}$$

$$= (0,0,0) + (3,4,5)$$

$$= (3+0,4+0,5+0)$$

$$= (3,4,5)$$

$$\text{FES} = \text{Max} (\text{FEFa})$$

$$\text{FEFb} = \text{FES} + \text{FDb}$$

$$= (3,4,5) + (2,3,4)$$

$$= (3+2,4+3,4+5)$$

$$= (5,7,9)$$

$$\text{FES} = \text{Max} (\text{FEFb})$$

$$\text{FEFc} = \text{FES} + \text{FDc}$$

$$= (5,6,7) + (11,13,16)$$

$$= (5+11,6+13,7+16)$$

$$= (16,20,25)$$

Tabel 4 Hasil Perhitungan *Fuzzy Forward Pass* (Perhitungan Maju)

Aktivitas	Waktu fuzzy				Kegiatan Pendahulu	FES			FEF		
	A	B	C	C		a	b	c	a	b	c
A Pekerjaan pendahuluan	3	4	5	4	-	0	0	0	3	4	5
B Pekerjaan tiang pancang Pier head	2	3	4	3	A	3	4	5	5	7	9
C Pekerjaan Bekisting stopper	11	13	16	13	B	5	7	9	16	20	25
D1 Pekerjaan cor beton	4	5	6	5	C	16	20	25	20	25	31
D2 Pekerjaan pembersihan stopper	2	3	4	3	C	16	20	25	18	23	29
E Pekerjaan pasang list pembersihan dan instalasi	3	5	6	5	D2	18	23	29	21	28	35
F Pekerjaan Bekisting Column	2	3	4	3	E	21	28	35	23	31	39
G Pekerjaan cor Column	3	4	6	4	F	23	31	39	26	35	45
H Pekerjaan finishing Pier Cap dan Column	3	5	6	5	G	26	35	45	29	40	51
I Pekerjaan Bekisting pier head	2	3	5	3	H	29	40	51	31	43	56
J1 Pekerjaan cor beton	2	3	4	3	I	31	43	56	33	48	60
J2 Pekerjaan pasang list Angkur	4	5	7	5	I	31	43	56	35	48	63
K Pekerjaan Sigwall	5	7	8	7	J2	35	48	63	40	55	71
L Pekerjaan finishing Pier head dan Sigwall	5	6	8	6	K	40	55	71	45	61	79

Keterangan :

a – Nilai terkecil

b – Nilai yang paling mungkin,

FES – *Fuzzy Early Start*

FEF – *Fuzzy Early Finish*

c – Nilai terbesar C – Centroid

5.4 Fuzzy Backward Pass (Perhitungan Mundur)

Proses *backward pass* dilakukan untuk mencari FLS dan FLF, diawali dengan kegiatan terakhir sampai dengan kegiatan awal, *backward pass* dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut :

1. FLS dari kegiatan terakhir dalam proyek adalah sama dengan FES-nya (kegiatan terakhir dalam proyek adalah simpul finish yang FD-nya adalah (0,0,0,0))

2. Kemudian dihitung $PLFx = \min(FLSs = \text{waktu mulai terlama dari kegiatan sebelumnya (arah dari akhir proyek ke awal)})$.
3. PLF kemudian dikonversi menjadi $FLFu$ (Batas atas dari waktu selesai terlama) dengan rumus :
 $Au = (a,b,c,d) (-) (0,0,\infty, \infty) = (-\infty, -\infty, c, d)$
4. dengan FEF (a,b,c,d) dan $FLFu$ ((-∞,-∞,e,f) dari suatu kegiatan diketahui maka akan dicari FLF dengan langkah – langkah sebagai berikut :
 - a. Mencari dari kedua angka tersebut mana yang mempunyai kemiringan kekanan lebih besar, dengan cara membandingkan (f-e) dengan (d-c).
 - b. Menghitung Y, yaitu sebuah besaran fuzzy terbesar yang memenuhi syarat
 $FEF (+) Y < FLFu$
 - c. Jika kemiringan kekanan dari FEF lebih besar ($d - c > f - e$) atau bisa dikatakan lebih tidak pasti maka bagian kanan dari FLF dibuat sama dengan FEF. Dan Y didapat dari : $Y = (f - d, f - d, f - d, f - d)$
 - d. Jika kemiringan ke kanan dari $FLFu$ yang lebih besar maka bagian kanan FLF disamakan dengan $FLFu$ namun bagian kiri disamakan dengan bagian kiri dari FEF. Maka Y adalah : $Y = (e - c, e - c, e - c, f - d)$
5. Kemudian FLF dapat dihitung dengan rumus :
 $FLF = FEF (+) Y$
6. dan FLS kemudian didapat dari penurunan rumus :
 $FLS (+) FD = F$

Perhitungan mundur dilakukan untuk mencari menghitung *Fuzzy Late Start*(FLS) dan *Fuzzy Late Finish* (FEF). Perhitungan dimulai dari kegiatan paling terakhir sampai dengan kegiatan awal.

$FLF = \text{Min}(FLSp)$
 $FLSx = FLF - FDx$
 $FLP1 = \text{Min}(FLS1)$
 $FLS1 = FLF - FDI$
 $= (45,61,79) - (5,6,8)$
 $= (45-8,61-6,79-5)$
 $= (37,55,74)$
 $FLPk = \text{Min}(FLS1)$
 $FLSk = FLF - FDK$
 $= (40,55,71) - (5,7,8)$
 $= (40-8,55-7,71-5)$
 $= (29,48,69)$
 $FLPj2 = \text{Min}(FLSk)$
 $FLSj2 = FLF - FDj2$
 $= (35,48,63) - (4,5,7)$
 $= (35-7,48-5,63-4)$
 $= (22,43,65)$

Tabel 5 Hasil Perhitungan Fuzzy Forward Pass (Perhitungan Maju)

Aktivitas	Waktu fuzzy				Kegiatan pendahulu	FLS			FLF		
	a	b	c	C		a	b	c	a	b	c
A Pekerjaan pendahuluan	3	4	5	4	-	0	0	34	0	4	37
B Pekerjaan tiang pancang Pier head	2	3	4	3	A	0	4	37	0	7	39
C Pekerjaan Bekisting stopper	11	13	16	13	B	0	7	39	0	20	50
D1 Pekerjaan cor beton	4	5	6	5	C	0	15	46	0	20	50
D2 Pekerjaan pembersihan stopper	2	3	4	3	C	0	20	50	0	23	52
E Pekerjaan pasang Ijir pembersihan dan instalasi	3	5	6	5	D2	0	23	52	1	28	55
F Pekerjaan Bekisting Column	2	3	4	3	E	1	28	55	5	31	57
G Pekerjaan cor Column	3	4	6	4	F	5	31	57	11	35	60
H Pekerjaan finishing Pier Cap dan Column	3	5	6	5	G	11	35	60	17	40	63
I Pekerjaan Bekisting pier head	2	3	5	3	H	17	40	63	22	43	65
J1 Pekerjaan cor beton	2	3	4	3	I	18	40	63	22	43	65
J2 Pekerjaan pasang Ijir Angkur	4	5	7	5	I	22	43	65	29	48	69
K Pekerjaan Sigwal	5	7	8	7	J2	29	48	69	37	55	74
L Pekerjaan finishing Pier head dan Sigwal	5	6	8	6	K	37	55	74	45	61	79

- Keterangan :
- a – Nilai terkecil
 - b – Nilai yang paling mungkin
 - FLS – *Fuzzy Late Start*
 - FLF – *Fuzzy Late Finish*
 - c – Nilai terbesar
 - C – Centroid

5.5 Perhitungan Slack (Waktu Ambang)

Ada tiga waktu ambang yaitu waktu ambang Total Float (TF), waktu ambang bebas atau Free Float (FF), dan waktu ambang Independent (IF). Pada metode *Fuzzy*, Slack dapat dihitung dengan rumus :

- $TFx = FLFx - FDx - FESx$
- $FFx = FEFx - FDx - FESx$
- $IF = FEFx - FDx - FLSx$

Dimana notasi x menunjukkan suatu kegiatan, dan C = Nila Centroid. Sedangkan nilai centroid dari sebuah TFN (a,b,c) dapat dihitung dengan rumus (Dikutip dari Miftakhul, A H. 2014. *Perencanaan Penjadwalan Proyek Kantor PT. Gresik Jasatama Dengan Metode Fuzzy Logic Application For Scheduling (FLASH)*). Gresik: SKRIPSI) :

$$(C) = \frac{a + b + c}{3}$$

$TFx = FLFx - FDx - FESx$
 $TFa = FLFa - FDa - FESa$
 $= (0,4,37) - (3,4,5) - (0,0,0)$
 $= (0-5-0),(4-4-0),(37-3-0)$
 $= (0,0,34)$

nilai centroidnya $(C) = \frac{0+0+34}{3} = 11$

$$\begin{aligned}
 TFb &= FLf_b - FDb - FESb \\
 &= (0,7,39) - (2,3,4) - (3,4,5) \\
 &= (0-4-5), (7-3-4), (39-2-3) \\
 &= (0,0,34)
 \end{aligned}$$

$$\text{nilai centroidnya } (C) = \frac{0+0+34}{3} = 11$$

$$\begin{aligned}
 FFx &= FEFx - FDx - FSx \\
 FFa &= FEFa - FDa - FESa \\
 &= (3,4,5) - (3,4,5) - (0,0,0) \\
 &= (3-5-0), (4-4-0), (5-3-0) \\
 &= (0,0,2)
 \end{aligned}$$

$$\text{nilai centroidnya } (C) = \frac{0+0+2}{3} = 1$$

$$\begin{aligned}
 FFb &= FEFb - FDb - FESb \\
 &= (5,7,9) - (2,3,4) - (3,4,5) \\
 &= (5-4-5), (7-3-4), (9-2-3) \\
 &= (0,0,4)
 \end{aligned}$$

$$\text{nilai centroidnya } (C) = \frac{0+0+4}{3} = 1$$

$$\begin{aligned}
 IFx &= FEFx - FDx - FLSx \\
 IFa &= FEFa - FDa - FLSa \\
 &= (3,4,5) - (3,4,5) - (0,0,33) \\
 &= (3-5-33), (4-4-0), (5-3-0) \\
 &= (0,0,2)
 \end{aligned}$$

$$\text{nilai centroidnya } (C) = \frac{0+0+2}{3} = 1$$

$$\begin{aligned}
 IFb &= FEFb - FDb - FLSb \\
 &= (5,7,9) - (2,3,4) - (0,4,37) \\
 &= (5-4-37), (7-4-4), (9-2-0) \\
 &= (0,0,7)
 \end{aligned}$$

$$\text{nilai centroidnya } (C) = \frac{0+0+7}{3} = 2$$

Tabel 6 Hasil Perhitungan Slack atau waktu ambang

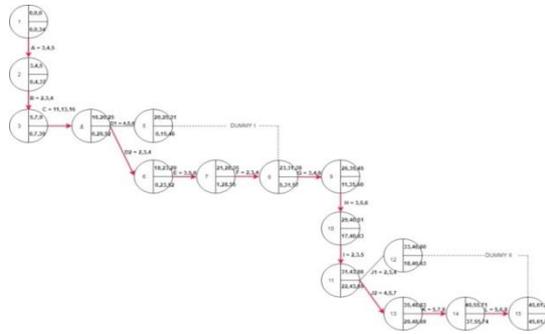
Aktivitas	TF			FF			IF					
	A	b	c	a	b	c	a	b	c			
A Pekerjaan pendahuluan	0	0	34	11	0	0	2	1	0	0	1	1
B Pekerjaan pasang pancing <i>Pier Head</i>	0	0	34	11	0	0	4	1	0	0	7	2
C Pekerjaan Bekisting <i>slipper</i>	7	0	34	14	0	0	9	3	0	0	9	3
D1 Pekerjaan cor beton	0	0	30	10	0	0	11	4	0	18	27	15
D2 Pekerjaan pembersihan <i>slipper</i>	0	0	34	11	0	0	26	9	0	0	27	9
E Pekerjaan pasang <i>list</i> pembersihan dan instalasi	0	0	34	11	0	0	14	5	0	0	32	11
F Pekerjaan Bekisting <i>Column</i>	0	0	34	11	0	0	16	5	0	0	37	12
G Pekerjaan cor <i>Column</i>	0	0	34	11	0	0	19	6	0	0	37	12
H Pekerjaan finishing <i>Pier Cap</i> dan <i>Column</i>	0	0	34	11	0	0	22	7	0	0	37	12
I Pekerjaan Bekisting <i>pier head</i>	0	0	34	11	0	0	25	8	0	0	37	12
J1 Pekerjaan cor beton	0	0	32	11	0	0	2	1	0	6	40	15
J2 Pekerjaan pasang <i>list</i> Angkor	0	0	34	11	0	0	25	8	0	0	34	11
K Pekerjaan <i>Signal</i>	0	0	34	11	0	0	31	11	0	0	37	12
L Pekerjaan finishing <i>Pier head</i> dan <i>Signal</i>	0	0	34	11	0	0	34	12	0	0	37	12

Keterangan :

- a – Nilai terkecil
- b – Nilai yang paling mungkin
- TF – Total Float
- FF – Free Float
- IF – Independent Float
- c – Nilai terbesar
- C – Centroid

5.6 Lintasan Kritis metode FLASH.

Lintasan Kritis adalah merupakan lintasan pada aktivitas kegiatan yang tidak boleh terjadi keterlambatan, apabila terjadi keterlambatan maka umur proyek akan bertambah sebesar keterlambatan tersebut. Dari pengolahan diatas didapat alur lintasan kerja yang berwarna merah sebagai berikut.



Gambar 6 Lintasan Jaringan kerja

Dari alur kegiatan pada jaringan kerja diperoleh lintasan kerja sebagai berikut :

Tabel 7 Lintasan Kritis Kerja Proyek

NO	LINTASA	SLACK
1.	A-B-C-D2-E-F-G-H-I-J1-K-L	1-2-3-9-11-12-12-12-11-12-12
2.	A-B-C-D1-E-F-G-H-I-J1-K-L	1-2-3-15-11-12-12-12-12-15-12-12
3.	A-B-C-D2-E-F-G-H-I-J1-K-L	1-2-3-9-11-12-12-12-12-15-12-12
4.	A-B-C-D1-E-F-G-H-I-J2-K-L	1-2-3-15-11-12-12-12-12-11-12-12

Dengan Waktu penyelesaian = $\frac{45+61+79}{3} = 62$ hari.

6. Metode PERT

PERT atau *Project Evaluation and Review Technique* adalah sebuah model Management Science untuk perencanaan dan pengendalian sebuah proyek (Siswanto, 2007). Metode ini pertama kali digunakan dalam proyek sistem rudal Polaris di Angkatan Laut Amerika Serikat. Proyek ini penuh ketidakpastian dalam hal waktu kegiatan. PERT adalah salah satu metode yang menggunakan jaringan kerja (network), di samping CPM (*Critical Path Method*).

Ciri utama PERT adalah adanya tiga perkiraan waktu: waktu pesimis (b), waktu paling mungkin (m), dan waktu optimis (a). ketiga waktu perkiraan itu selanjutnya digunakan untuk menghitung waktu yang diharapkan (expected time).

Waktu optimis, a, adalah waktu minimum dari suatu kegiatan, di mana segala sesuatu akan berjalan baik, sangat kecil kemungkinan kegiatan selesai sebelum waktu ini.

Waktu paling mungkin, m, adalah waktu normal untuk menyelesaikan kegiatan. Waktu ini

paling sering terjadi seandainya kegiatannya bisa diulang.

Sedangkan waktu pesimis, b , adalah waktu maksimal yang diperlukan suatu kegiatan, situasi ini terjadi bila nasib buruk terjadi. Estimasi waktu-waktu tersebut diperoleh dari orang yang ahli atau orang yang akan melakukan kegiatan tersebut. Ketiga waktu estimasi tersebut berhubungan dengan bentuk distribusi beta dengan parameter a dan b pada titik akhir dan m sebagai modus, data yang paling sering terjadi.

6.1 Kelebihan dan kekurangan metode PERT

1. Kelebihan pada metode PERT

- Berguna pada tingkat manajemen proyek.
- Secara matematis tidak terlalu rumit.
- Menampilkan secara grafis menggunakan jaringan untuk menunjukkan hubungan antar kegiatan.
- Dapat ditunjukkan jalur kritis, jalur yang tidak ada *slack* nya atau halangan.
- Dapat memantau kemajuan proyek.
- Dapat diketahui waktu seluruh proyek akan diselesaikan.
- Mengetahui apa saja kegiatan kritis yaitu kegiatan yang akan menunda proyek jika terlambat dikerjakan.
- Apa kegiatan non-kritis : kegiatan yang boleh dikerjakan terlambat.
- Mengetahui probabilitas proyek selesai pada waktu tertentu.
- Mengetahui jumlah uang yang dibelanjakan sesuai rencana sesuai dengan proyek tersebut.
- Efisiensi jumlah sumber daya yang ada dapat menyelesaikan proyek tepat waktu.

2. Kekurangan pada metode PERT

- Kegiatan proyek harus didefinisikan dengan jelas.
- Hubungan antar kegiatan harus ditunjukkan dan dikaitkan.
- Perkiraan waktu cenderung subjektif oleh perancang PERT.
- Terlalu fokus pada jalur kritis, jalur yang terlama dan tanpa hambatan (AryoandriNugroho, 2007).

Jaringan kerja metode PERT dapat dilakukan dengan cara nilai ES dari kegiatan - kegiatan sesudahnya serta waktu LF dari kegiatan - kegiatan sebelumnya untuk metode PERT. Sama seperti analisis dalam metode *Fuzzy*, bila jaringan kerja telah memenuhi syarat maka jaringan kerja akan dianalisis jalur kritis akan dapat diketahui.

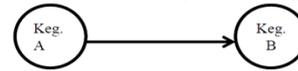
6.2 Metodologi PERT

PERT merupakan metode yang digunakan dalam analisis network. Analisis network bertujuan untuk membantu dalam penjadwalan dan pengawasan kompleks yang saling berhubungan dan saling tergantung satu sama lain. Hal ini dilakukan agar

perencanaan dan pengawasan semua kegiatan itu dapat dilakukan secara sistematis, sehingga dapat diperoleh efisiensi kerja. Metodologi PERT divisualisasikan dengan suatu grafik atau bagan yang melambangkan ilustrasi dari sebuah proyek. Diagram jaringan ini terdiri dari beberapa titik (*nodes*) yang merepresentasikan kejadian (*event*) (Aryo Ardi Nugroho, 2007).

a. Kegiatan pada titik (activity on node – AON)

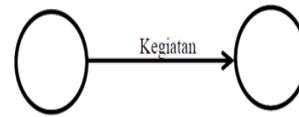
Pada AON, titik menunjukkan kegiatan.



Gambar 7 Hubungan peristiwa dan kegiatan pada AON (AryoAndriNugroho, 2007)

b. Kegiatan pada panah (activity on arrow – AOA)

Pada AOA, panah menunjukkan aktivitas.

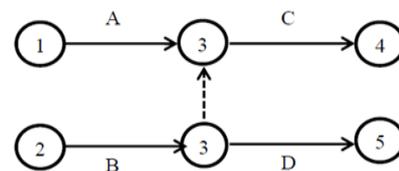


Gambar 8 Hubungan peristiwa dan kegiatan pada AOA (AryoAndriNugroho, 2007)

AOA kadang-kadang memerlukan tambahan kegiatan *dummy* untuk memperjelas hubungan. Kegiatan *dummy* adalah kegiatan yang sebenarnya tidak nyata, sehingga tidak membutuhkan waktu dan sumber daya. *Dummy* digambarkan dengan garis putus-putus dan diperlukan bila terdapat lebih dari satu kegiatan yang mulai dan selesai pada *event* yang sama. Kegunaan dari kegiatan *dummy* (semu) yaitu:

- Untuk menunjukkan urutan pekerjaan yang lebih tepat bila suatu kegiatan tidak secara langsung tergantung pada suatu kegiatan lain.
- Untuk menghindari network dimulai dan diakhiri oleh lebih dari satu peristiwa dan menghindari dua kejadian dihubungkan oleh lebih dari satu kegiatan.

Contoh :



Gambar 89 Contoh Kegiatan Dummy (AryoAndriNugroho, 2007)

Keterangan:

Kegiatan A dan B harus sudah selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai. Sedangkan D dapat dimulai segera setelah B selesai dan tidak bergantung dengan A.

6.3 Komponen-komponen dalam pembuatan PERT

Komponen-komponen dalam pembuatan PERT adalah :

- Kegiatan (*activity*)

Suatu pekerjaan/tugas dimana penyelesaiannya memerlukan periode waktu, biaya, serta fasilitas tertentu. Kegiatan ini diberi simbol tanda panah.

b. Peristiwa (*event*)

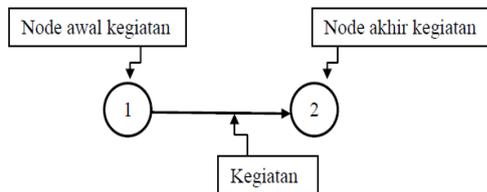
Menandai permulaan dan akhir suatu kegiatan. Peristiwa diberi symbol lingkaran (nodes) dan nomor, dimana nomor dimulai dari nomor kecil bagi peristiwa yang mendahuluinya.

Hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan network PERT:

1. Sebelum suatu kegiatan dimulai, semua kegiatan yang mendahului harus sudah selesai dikerjakan.
2. Anak panah menunjukkan urutan dalam mengerjakan pekerjaan.
3. Nodes diberi nomor supaya tidak terjadi penomoran nodes yang sama.
4. Dua buah peristiwa hanya bisa dihubungkan oleh satu kegiatan (anak panah).
5. *Network* hanya dimulai dari suatu kejadian awal yang sebelumnya tidak ada pekerjaan yang mendahului dan *network* diakhiri oleh satu kejadian saja (AryoAndriNugroho, 2007).

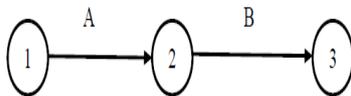
Berikut adalah penjelasan *network* PERT melalui contoh gambar.

1. Sebuah kegiatan (*activity*) merupakan proses penyelesaian suatu pekerjaan selama waktu tertentu dan selalu diawali oleh node awal dan diakhiri oleh node akhir yaitu saat tertentu atau *event* yang menandai awal dan akhir suatu kegiatan.



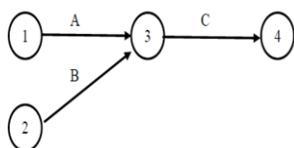
Gambar 10 Awal kegiatan 1 ke 2 (AryoAndriNugroho, 2007)

2. Kegiatan B baru bisa dimulai dikerjakan setelah kegiatan A selesai



Gambar 11 Kegiatan B dikerjakan setelah kegiatan A (AryoAndriNugroho, 2007)

3. Kegiatan C baru bisa mulai dikerjakan setelah kegiatan A dan B selesai.



Gambar 12 Kegiatan C dikerjakan setelah kegiatan A dan B (AryoAndriNugroho, 2007)

6.4 Komponen-komponen dalam pembuatan PERT adalah

a) Kegiatan (*activity*)

Suatu pekerjaan/tugas dimana penyelesaiannya memerlukan periode waktu, biaya, serta fasilitas tertentu. Kegiatan ini diberi simbol tanda panah.

b) Peristiwa (*event*)

Menandai permulaan dan akhir suatu kegiatan. Peristiwa diberi symbol lingkaran (nodes) dan nomor, dimana nomor dimulai dari nomor kecil bagi peristiwa yang mendahuluinya.

c) Waktu Kegiatan (*activity time*)

Activity time adalah kegiatan yang akan dilaksanakan dan berapa lama waktu penyelesaiannya. Ada 3 estimasi waktu yang digunakan dalam penyelesaian suatu kegiatan:

1. Waktu optimistik (a)

Waktu kegiatan yang dilaksanakan berjalan baik tidak ada hambatan.

2. Waktu realistik (m)

Waktu kegiatan yang dilaksanakan dalam kondisi normal dengan hambatan tertentu yang dapat diterima.

3. Waktu pesimistik (b)

Waktu kegiatan dilaksanakan terjadi hambatan lebih dari semestinya.

d) Taksiran Waktu Penyelesaian Kegiatan

Ketiga estimasi waktu kemudian digunakan untuk mendapatkan waktu kegiatan yang diharapkan (*expected time*) dengan rumus:

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

(Sumber :AryoAndriNugroho, 2007)

e) Penjadwalan proyek

Untuk menentukan jadwal proyek, harus dihitung dua waktu awal dan akhir untuk setiap kegiatan. Adapun dua waktu awal dan dua waktu akhir yaitu:

1. *Earliest Start* (ES) :*early start* atau mulai terdahulu adalah waktu paling awal dimana suatu kegiatan sudah dapat dimulai, dengan asumsi semua kegiatan pendahulu atau semua kegiatan yang mengawalinya sudah selesai dikerjakan.
2. *Earliest Finish* (EF) :*early finish* atau selesai terdahulu adalah waktu paling awal suatu kegiatan dapat selesai.
3. *Latest Start* (LS) :*latest start* atau mulai terakhir adalah waktu terakhir suatu kegiatan dapat dimulai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek. *Latest start* menunjukkan waktu toleransi terakhir dimana suatu kegiatan harus mulai dilakukan.
4. *Latest Finish* (LF) :*Latest Finish* atau selesai terakhir adalah waktu toleransi terakhir suatu kegiatan harus dapat selesai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian kegiatan

berikutnya dan keseluruhan proyek (Aryo Andri Nugroho, 2007).

Dalam menentukan jadwal proyek dapat menggunakan proses *two-pass* yang terdiri dari *forward pass* dan *backward pass*. ES dan EF ditentukan selama *forward pass*, sedangkan LS dan LF ditentukan selama *backward pas*.

Waktu kegiatan PERT dengan rumus

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

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

$$a. ET = \frac{3+(4.4)+5}{6}$$

$$= \frac{24}{6} = 4$$

$$b. ET = \frac{2+(4.4)+4}{6}$$

$$= \frac{18}{6} = 3$$

Cara untuk perhitungan selanjutnya yaitu menghitung ES (*Early Start*) dan EF (*Early Finish*) dengan rumus sebagai berikut (Budi Santoso,2009) :

$$ES_x = \text{nilai terbesar dari } (EF_p)$$

$$EF_x = ES_x + ET_x$$

Notasi p menunjukkan aktivitas yang mendahului, sedangkan notasi x menunjukkan suatu kegiatan pada jaringan kerja.

1. Kegiatan $ES_a = 0$
 $EF_a = 0 + 4 = 4$
2. Kegiatan $ES_b = 4$
 $EF_b = 3 + 3 = 7$

Untuk menghitung nilai LF dari kegiatan terakhir pada jaringan kerja sama dengan nilai EF-nya. Pencarian LF (*Late Start*) dan LS (*Late Finish*) tersebut menggunakan rumus sebagai berikut :

$$LF_x = \text{Nilai terminidari } LS_p$$

$$LS_x = LF_x - ET_x$$

Dimana notasi x menunjukkan suatu kegiatan dan notasi p menunjukkan kegiatan sesudahnya.

1. Kegiatan $LF_a = 4$
 $LS_a = 4 - 4 = 4$
2. Kegiatan $LF_b = 7$
 $LS_b = 7 - 3 = 4$

Slack atau total *Float* (TF) yang merupakan waktu suatu kegiatan dapat ditunda tanpa mempengaruhi waktu penyelesaian proyek pada metode PERT dapat dihitung dengan rumus (Budi Santoso, 2009).

$$TF_x = LF_x - D_x - ES_x$$

$$1. TF_a = LF_a - D_a - ES_a = 4 - 4 - 0 = 0$$

$$2. TF_b = LF_b - D_b - ES_b = 7 - 3 - 4 = 0$$

Tabel 8 Hasil Analisis Kegiatan Metode PERT

Aktivitas	Durasi	ES	EF	LS	LF	Slack
A Pekerjaan pendahuluan	4	0	4	0	4	0
B Pekerjaan tiang pancang Pier head	3	4	7	4	3	0
C Pekerjaan Bekisting stopper	13	7	20	7	20	0
D1 Pekerjaan cor beton	5	20	25	20	25	0
D2 Pekerjaan pembersihan stopper	3	20	23	20	23	0
E Pekerjaan pasang list pembersihan dan instalasi	5	23	28	23	28	0
F Pekerjaan Bekisting Column	3	28	31	26	31	0
G Pekerjaan cor Column	4	31	35	31	35	0
H Pekerjaan finishing Pier Cap dan Column	5	35	40	35	40	0
I Pekerjaan Bekisting pier head	3	40	43	40	43	0
J1 Pekerjaan cor beton	3	43	46	43	46	0
J2 Pekerjaan pasang list Angkur	5	43	48	43	48	0
K Pekerjaan Bigwall	7	48	55	48	55	0
L Pekerjaan finishing Pier head dan Bigwall	6	55	61	55	61	0

Keterangan :

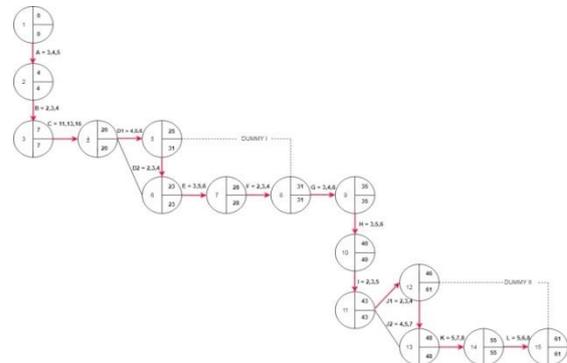
ES – *Early Start*

EF – *Early Finish*

LS – *Late Finish*

LF – *Late Start*

Dari alur kegiatan pada jaringan kerja pada metode PERT diperoleh lintasan kerja yang berwarna merah sebagai berikut:



Gambar 4 Bentuk *Diagram Network* proyek

$$\begin{aligned} \text{Kegiatan} &= A-B-C-D2-E-F-G-H-I-J2-K-L \\ &= 4 + 3 + 13 + 3 + 5 + 3 + 4 + 5 + 3 + 5 + 7 + 6 \\ &= 61 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kegiatan} &= A-B-C-D1-E-F-G-H-I-J1-K-L \\ &= 4 + 3 + 13 + 5 + 5 + 3 + 4 + 5 + 3 + 3 + 7 + 6 \\ &= 56 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kegiatan} &= A-B-C-D2-E-F-G-H-I-J1-K-L \\ &= 4 + 3 + 13 + 3 + 5 + 3 + 4 + 5 + 3 + 3 + 7 + 6 \\ &= 60 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kegiatan} &= A-B-C-D1-E-F-G-H-I-J2-K-L \\ &= 4 + 3 + 13 + 5 + 5 + 3 + 4 + 5 + 3 + 5 + 7 + 6 \\ &= 63 \text{ hari} \end{aligned}$$

Maka yang menjadi jalur kritis adalah A – B – C – D1 – E – F – G – H – I -J1 – K - L dengan lama durasi = 56 hari.

7. Kesimpulan Dan Saran

7.1 Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data dan analisis yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan metode *Fuzzy Logic Application For Scheduling* (FLASH) didapatkan selang perkiraan waktu penyelesaian proyek *Pier Head* jalan tol Krian Manyar Seksi II Bunder yaitu paling cepat 45 hari dan paling lama 79 hari dengan waktu paling mungkin 61 hari dengan nilai *Defuzzyfikasi* 62 hari.
2. Berdasarkan metode PERT didapatkan rata-rata waktu penyelesaian penyelesaian proyek *Pier Head* jalan tol Krian Manyar Seksi II Bunder dengan durasi 56 hari. Dimana hasil tersebut memperlihatkan perbedaan dengan waktu penyelesaian aktual sebesar 9 hari.
3. Dari hasil perhitungan menggunakan metode *Fuzzy Logic Application For Scheduling* (FLASH) Pada proyek *Pier Head* seksi II Bunder dengan didapatkan lintasan kritis dan kegiatan yang tidak boleh mengalami keterlambatan yaitu Pekerjaan pendahuluan - Pekerjaan tiang pancang *Pier head* – Pekerjaan *Bekisting stopper* - Pekerjaan pembersihan *stopper* - Pekerjaan pasang *list* pembersihan dan *instalasi* - Pekerjaan *Bekisting Column* - Pekerjaan *cor Column* - Pekerjaan *finishing Pier Cap* dan *Column* - Pekerjaan *Bekisting pier head* - Pekerjaan pasang *list* Angkur - Pekerjaan *Bigwall* - Pekerjaan *finishing Pier head* dan *Bigwall*,
4. Dengan metode PERT Pada proyek *Pier Head* jalan tol seksi II Bunder didapatkan lintasan kritis dan kegiatan yang tidak boleh mengalami keterlambatan Pekerjaan pendahuluan - Pekerjaan tiang pancang *Pier head* - Pekerjaan *Bekisting stopper* - Pekerjaan cor beton- Pekerjaan pasang *list* pembersihan dan *instalasi* - Pekerjaan *Bekisting Column* - Pekerjaan *cor Column* - Pekerjaan *finishing Pier Cap* dan *Column* – Pekerjaan *Bekisting pier head* - Pekerjaan cor beton - Pekerjaan *Bigwall* - Pekerjaan *finishing Pier head* dan *Bigwal*. Perbandingan kedua lintasan kritis antara kedua metode sebagai untuk metode FLASH Pekerjaan pembersihan *stopper*, Pekerjaan pasang *list* Angkur (D2,J2) sedangkan untuk metode PERT melewati pekerjaan cor beton, pekerjaan cor beton (D1,J1)

7.2 saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka beberapa saran berikut ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan:

1. Dalam lintasan jaringan kerja terdapat kegiatan kritis dan kegiatan hampir kritis, pada pelaksanaan proyek kegiatan kritis harus diperhatikan secara khusus karena akan berpengaruh terhadap umur proyek jika terjadi keterlambatan, tetapi untuk kegiatan hampir kritis juga harus diperhatikan karena ada kemungkinan kegiatan ini berubah menjadi kegiatan kritis karena memiliki float yang tidak besar.
2. Untuk penelitian berikutnya sebaiknya diperluas lagi dengan menggunakan metode penjadwalan proyek yang lain yang belum digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, Aries. 2015. “ *Perencanaan jadwal proyek pembangunan dermaga VI di lokasi pelabuhan Gresik dengan metode PERT dan Fuzzy PERT*”. GRESIK: SKRIPSI
- Dipohusodo, Istimawan. 1995. *Manajemen Proyek & Konstruksi jilid 2*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Hamzah, M H, El Unas. Saefoe dan Widiarsa. “ *Penjadwalan Proyek Konstruksi dengan Metode Flash (Fuzzy Logic Application For Scheduling)*”. Malang.
- Kerzne, H. 1984. “Project Management for the Small and Medium Sized Businesses”. Hans Thamhain & Van Nostrand Reinhold. Canada.
- .Miftakhul, A H. 2014. *Perencanaan Penjadwalan Proyek Kantor PT. Gresik Jasatama Dengan Metode Fuzzy Logic Application For Scheduling (FLASH)*. Gresik: SKRIPSI.
- Nugroho, Aryo A. 2007. “ *Optimalisasi Penjadwalan Proyek Pada Pembangunan Gedung Khusus (LABORATORIUM) Stasiun Karantina Ikan Kelas I Tanjung Emas*”. Semarang: SKRIPSI.
- Nurhayati. 2010. “*Manajemen Proyek*”. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Santoso, Budi. 2009.” *Manajemen Proyek*”. Surabaya: Graha Ilmu.
- Siswanto, 2007. *Operations Research*. Erlangga, Jakarta
- Soeharto, I (1997) “ *Manajemen proyek dari konseptual sampai operasional*”. Erlangga, jakarta.
- Wibowo, A. 2001. “*Alternatif Metode Penjadwalan Proyek Konstruksi Menggunakan Teori Set Samar*”. Jakarta.