

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENJADWALAN ULANG PROYEK
DRAINASE LINGKUNGAN KABUPATEN
LAMONGAN MENGGUNAKAN METODE PERT
(*ANALYSIS OF RESCHEDULING DRAINAGE
ENVIRONMENTAL PROJECT IN LAMONGAN
DISTRICT USING PERT METHOD*)**

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memproleh Derajat Sarjana Teknik Sipil



Nurul Wahyu Prasetyo
12511128

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2019**

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENJADWALAN ULANG PROYEK
DRAINASE LINGKUNGAN KABUPATEN
LAMONGAN MENGGUNAKAN METODE PERT
(ANALYSIS OF RESCHEDULING DRAINAGE
ENVIRONMENTAL PROJECT IN LAMONGAN
DISTRICT USING PERT METHOD)**

Disusun oleh

**Nurul Wahyu Prasetyo
12511128**

telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil
diuji pada tanggal 27 Agustus 2019

Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing

Penguji I

Penguji II

Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D. **Ravendra, S.T., M.T.** **Albani Musyafa', S.T., M.T., Ph.D**
NIK : 005110101 NIK : 155110104 NIK : 955110102

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.
NIK : 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 27 Agustus 2019

Yang membuat pernyataan,



NURUL WAHYU PRASETYO

(12511128)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr Wb

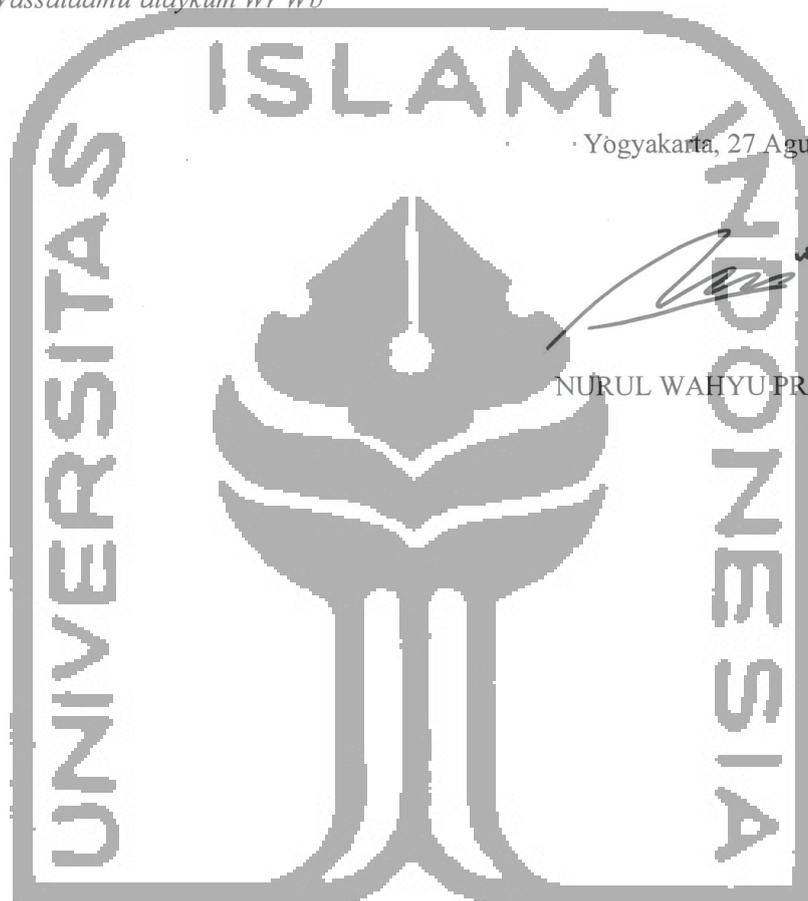
Alhamdulillah rabbil 'alamin, puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sampai selesai. Serta Shalawat dan salam selalu terlimpahkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW yang telah membawa kita kedalam kehidupan yang lebih baik dan jalan menuju Surga Allah SWT.

Berdasarkan kurikulum Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, setiap mahasiswa diwajibkan melaksanakan tugas akhir. Tugas akhir dengan judul Analisis Penjadwalan Ulang Waktu Proyek Drainase Lingkungan Kabupaten Lamongan Menggunakan Metode Pert (*Analysis of Rescheduling Drainage Environmental Project in Lamongan District Using PERT Method*) ini disusun sebagai syarat memperoleh derajat sarjana strata satu (S1) Teknik Sipil. Atas kelancaran selama penulisan, maupun penyelesaian dalam menulis tugas akhir, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada.

1. Ibu Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T., dan Bapak Pradipta Nandi Wardhana, S.T., M.Eng. selaku pengurus Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Orang Tua dan Keluarga, khususnya Bapak Sahadi dan Ibu Suparmini yang tiada hentinya mendukung, memberikan semangat, dan mendoakan anaknya.
4. Pihak Proyek Pembangunan Drainase Lingkungan Kabupaten Lamongan yang telah mengizinkan dan membantu penulis dalam pengambilan data penelitian tugas akhir.

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan banyak manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya, Amin.

Wassalaamu'alaykum Wr Wb



Yogyakarta, 27 Agustus 2019

Penulis,

Nurul Wahyu Prasetyo
NURUL WAHYU PRASETYO

12511128

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
TUGAS AKHIR	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	2
1.4 MANFAAT PENELITIAN	2
1.5 BATASAN PENELITIAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA	4
2.2 SIMPULAN PENELITIAN SEBELUMNYA	6
2.3 PERSAMAAN DAN PERBEDAAN DENGAN PENELITIAN SEBELUMNYA	7
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1 MANAJEMEN PROYEK	11

3.2	PENJADWALAN PROYEK	11
3.3	METODE PENJADWALAN PROYEK	11
3.2.1	Bagan Balok (<i>Barchat</i>)	12
3.2.2	Kurva S (<i>Hannum Curve</i>)	12
3.2.3	Metode PDM (<i>Predecence Diagram Method</i>)	13
3.2.4	Metode CPM (<i>Critical Path Method</i>)	15
3.2.5	Metode PERT (<i>Program Evaluatin and Review Technique</i>)	15
3.4	PERENCANAAN PROYEK	31
3.3.1	Fungsi dan Proses Perencanaan serta Pengendalian	31
3.3.2	Proses dan Sistematika Perencanaan Proyek	31
3.5	DRAINASE	33
3.5.1	Jenis Drainase	34
BAB IV METODE PENELITIAN		35
4.1	OBJEK DAN SUBJEK PENELITIAN	35
4.2	TEKNIK PENGUMPULAN DATA	35
4.3	VARIABEL PENELITIAN	35
4.4	JENIS DATA	36
4.5	LOKASI PENELITIAN	36
4.6	TAHAPAN PENELITIAN	37
BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN		40
5.1	DATA PENELITIAN	40
5.2	ANALISIS DURASI YANG DIHARAPKAN (TE)	57
5.2.1	Durasi yang Diharapkan (TE) Pada Pekerjaan Rincian	57
5.2.2	Analisis Deviasi Standar Kegiatan dan Varians Kegiatan pada Pekerjaan Rincian	62

5.2.3	Durasi yang Diharapkan (TE) Pada Pekerjaan Utama	69
5.2.4	Analisis Deviasi Standar Kegiatan dan Varians Kegiatan pada Pekerjaan Utama	71
5.3	ANALISIS PENJADWALAN PROYEK	72
5.3.1	Analisis Penjadwalan dengan <i>Manual Network Diagram</i>	72
5.3.2	Menghitung Nilai EET (<i>Earliest Event Time</i>)	73
5.3.3	Menghitung Nilai LET (<i>Latest Event Time</i>)	73
5.3.4	Analisis Target Jadwal Penyelesaian (TD)	73
5.4	PEMBAHASAN	74
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN		76
6.1	SIMPULAN	76
6.2	SARAN	76
DAFTAR PUSTAKA		77
LAMPIRAN		79



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian sebelumnya	8
Tabel 3. 1 Bagan balok dikombinasikan dengan kurva S	13
Tabel 3. 2 Jalur Kritis dan Subkritis	26
Tabel 3. 3 Perbandingan PERT dan CPM untuk beberapa fenomena	29
Tabel 5. 1 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), dan durasi paling mungkin (m)	41
Tabel 5. 2 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), durasi paling mungkin (m)	51
Tabel 5. 3 Rekapitulasi durasi yang diharapkan (TE) pada pekerjaan rincian	58
Tabel 5. 4 Rekapitulasi nilai deviasi standar dan varians pekerjaan rincian	64
Tabel 5. 5 Perhitungan durasi pekerjaan ruas saluran 1A	69
Tabel 5. 6 Perhitungan durasi pekerjaan ruas saluran 6A	70
Tabel 5. 7 Durasi yang diharapkan (TE) pada pekerjaan utama	70
Tabel 5. 8 Rekapitulasi nilai deviasi standar dan varians pekerjaan utama	71
Tabel 5. 9 Rangkaian kegiatan dan durasi pekerjaan	72
Tabel 5. 10 <i>Apendix II</i>	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Node PDM	14
Gambar 3. 2 Proses Pengoperasian PERT	18
Gambar 3. 3 Kurva Distribusi Frekuensi	22
Gambar 3. 4 Kurva disribusi asimetris (beta) dengan a, b, dan m	23
Gambar 3. 5 Kurva distribusi dengan letak a, b, m, dan TE	24
Gambar 3. 6 Kurva distribusi untuk peristiwa/kejadian, disebut kurva distribusi normal dan berbentuk genta	25
Gambar 3. 7 Jaringan kerja dengan jalur kritis dan subkritis	26
Gambar 3. 8 Proses dan sistematika perencanaan	33
Gambar 4. 1 Lokasi Proyek Pembangunan Drainase Lingkungan Kabupaten Lamongan	36
Gambar 4. 2 Diagram alir tahapan penelitian	39

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Kuesioner Wawancara
Lampiran 2 Data Hasil Wawancara
Lampiran 3 Data Hasil Wawancara Predecessor
Lampiran 4 *Network Diagram Activity On Arrow*, perhitungan nilai EET
(*Earliest Event Time*), LET (*Latest Event Time*)



ABSTRACT

In planning a development project, planning needs to be held so that the project can be completed on time. Planning must be carefully designed so that the project runs effectively and efficiently. Errors in planning can result in delays in working on the project, reduced quality or quality of the project, and increased costs of project implementation. Determination of the estimated time in planning must be precise by considering all the possibilities that can occur during the project implementation process in order to avoid delays in implementation. This study aims to determine the time needed to carry out or complete the project using the PERT method and find out the comparison between the existing schedule with rescheduling using the PERT method. From the results of calculations and analyzes that have been carried out using the PERT method and depicting the Network Diagram, the project completion time is 286 days. While on the project plan the implementation time schedule is 210 days for project completion, which means Probability T (d) project completion according to the target of 10.75%.

Keywords: *Project Scheduling, PERT Method*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pengelolaan proyek sangat dibutuhkan dalam sebuah pembangunan proyek konstruksi. Keberhasilan ataupun kegagalan dari pelaksanaan proyek sering kali disebabkan kurang terencanaanya kegiatan proyek serta pengendalian yang kurang efektif, sehingga kegiatan proyek tidak efisien, hal ini akan mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas pekerjaan, dan membengkaknya biaya pelaksanaan (Ekanugraha, 2016). Dalam melakukan pembangunan, tahapan perencanaan dan penjadwalan adalah tahap yang paling menentukan berhasil atau tidaknya suatu proyek. Karena metode penjadwalan proyek direncanakan agar pelaksanaan proyek berjalan efektif dan efisien. Dalam pelaksanaan proyek, sering terjadi kurang termanfaatkannya waktu pengerjaan proyek dengan efektif dikarenakan metode yang digunakan kurang cocok untuk jenis proyek itu sendiri. Sehingga menyebabkan terbuangnya waktu yang tidak perlu (Halimi, 2018).

Dalam pelaksanaan proyek, sering kali terjadi keterlambatan pekerjaan, sehingga menyebabkan proyek tidak berjalan sesuai dengan rencana awal. Keterlambatan dalam menyelesaikan satu pekerjaan akan berakibat tertundanya pekerjaan selanjutnya. Semakin banyak pekerjaan yang mengalami penundaan waktu penyelesaian, semakin banyak waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek secara keseluruhan. Dalam memperkirakan estimasi durasi penyelesaian proyek sebaiknya perlu dipertimbangkan faktor atau kemungkinan-kemungkinan yang bisa terjadi selama pengerjaan proyek. Hal inilah yang mendasari dalam penggunaan metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) untuk melakukan penjadwalan. Penentuan durasi kegiatan suatu proyek pada metode ini diperkirakan dengan menggunakan tiga estimasi waktu, yaitu waktu tercepat (*optimistic duration time*), waktu terlama (*pessimistic duration time*) dan waktu yang paling mungkin terjadi (*most likely time*).

Pada tugas akhir ini akan dilakukan penelitian pada Proyek Pembangunan Drainase Lingkungan Kabupaten Lamongan dengan menggunakan metode PERT, dalam hal ini penulis melakukan penelitian apakah waktu pelaksanaan proyek saluran tersebut sesuai dengan waktu yang telah direncanakan oleh perencana. Dengan perencanaan menggunakan metode PERT diharapkan dapat mempermudah proses penjadwalan dan dapat mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan proyek serta mampu mengatasi kemungkinan yang terjadi di dalam proyek.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Dari uraian latar belakang diatas didapatkan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Berapa lama waktu pelaksanaan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan Proyek Pembangunan Drainase Lingkungan Kabupaten Lamongan?
2. Bagaimana perbandingan waktu pelaksanaan antara jadwal *existing* proyek dengan *reschedule* menggunakan metode PERT?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui berapa lama waktu pelaksanaan yang diperlukan untuk menyelesaikan Proyek Pembangunan Drainase Lingkungan Kabupaten Lamongan.
2. Mengetahui perbandingan waktu pelaksanaan antara jadwal *existing* proyek dengan *reschedule* menggunakan metode PERT.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk penulis, penulis berharap dapat menerapkan ilmu mengenai salah satu metode penjadwalan proyek yaitu metode PERT, sehingga dapat merencanakan waktu pelaksanaan proyek dengan tepat.

2. Untuk pihak kontraktor, penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pertimbangan dan evaluasi dalam pelaksanaan proyek karena dalam merencanakan durasi perlu memperhatikan kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi, sehingga keterlambatan waktu dalam penyelesaian proyek dapat diminimalisir.

1.5 BATASAN PENELITIAN

Agar penelitian ini dapat terarah pada permasalahan yang ada, maka ditentukan batasan-batasan masalah sebagai berikut ini.

1. Penelitian ini meliputi penjadwalan ulang proyek pada saluran drainase pemukiman sistem selatan dan utara di Proyek Pembangunan Drainase Lingkungan Kabupaten Lamongan.
2. Metode penjadwalan yang digunakan adalah metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*).
3. Data penelitian diperoleh dari pihak kontraktor proyek yaitu berupa *time schedule* rencana proyek, durasi optimis dan durasi pesimis pelaksanaan proyek.
4. Analisis data dilakukan menggunakan program *Microsoft Excel* untuk perhitungan waktu yang diharapkan (TE) dan pembuatan diagram manual untuk melakukan penjadwalan serta mengetahui waktu penyelesaian proyek.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA

Sebagai bahan pertimbangan dan referensi untuk penelitian tugas akhir ini, maka akan dipaparkan hasil penelitian sejenis yang sudah pernah dilaksanakan sebelumnya untuk menghindari adanya duplikasi. Hasil penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Metode *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM) dalam Optimasi Penjadwalan Proyek.

Penelitian dilakukan oleh Kaban (2014) dengan model perhitungan yang digunakan adalah bangunan gedung sederhana. Peneliti menyatakan bahwa terdapat dua metode penjadwalan yaitu metode jalur kritis (*Critical Path Method/CPM*) dan metode *project evaluation dan review technique* (PERT). Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan maka diperoleh sebuah jalur kritis dengan total waktu 84 hari. Sedangkan dengan metode PERT dengan tingkat keberhasilan 97,95% maka waktu yang dibutuhkan 86 hari.

2. Penjadwalan Proyek dengan Mengabungkan Metode PERT dan CPM.

Penelitian ini dilakukan oleh Maharesi (2002). Penelitian dilakukan pada proyek bangunan gedung dengan menggunakan metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) dan CPM (*Critical Path Method*).

Dalam penelitian ini, peneliti mengatakan bahwa metode PERT digunakan untuk mendapatkan jalur maksimum dari waktu kegiatan proyek sekaligus menandai kegiatan-kegiatan yang memerlukan perhatian lebih besar karena peluang untuk ditepati jadwalnya kecil. Selanjutnya metode CPM dengan perkiraan waktu penyelesaian yang diperoleh dari metode PERT akan digunakan untuk menentukan:

- a. Perkiraan biaya minimum untuk proyek yang waktu penyelesaiannya dimungkinkan untuk dipercepat.

b. *Resource leveling* (meminimumkan jumlah tenaga kerja maksimum dari setiap kegiatan selama waktu pelaksanaan proyek).

c. *Time chart* (jadwal) kegiatan proyek.

Khusus pada permasalahan mengenai bagaimana menentukan biaya minimum untuk waktu penyelesaian proyek yang mengalami percepatan, akan diusulkan sebuah algoritma yang lebih efektif. Hasil analisis peneliti menyatakan bahwa problem penjadwalan aktivitas proyek dapat diminimalkan dengan memaksimalkan penggunaan informasi yang relevan untuk estimasi durasi waktu setiap kegiatan, sehingga akan mengurangi frekuensi proses review dan evaluasi yang memang telah tersedia dalam metode PERT. Proses evaluasi dan review dilakukan melalui control pada nilai probabilitas kesuksesan jadwal di setiap event yang rendah nilainya. Sebagai konsekuensinya, jika terjadi reevaluasi durasi kegiatan atau waktu yang dijadwalkan dalam suatu proyek, maka hasil dari metode CPM juga harus dievaluasi kembali. Volume pekerjaan yang harus dilakukan dalam implementasi penggabungan kedua metode (PERT dan CPM) ini sulit, namun dengan perkembangan teknologi komputasi diharapkan dapat dengan mudah diatasi.

3. Optimalisasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus *Twin Tower Building* Pasca Sarjana UNDIP).

Penelitian telah dilakukan oleh Dannyanti (2010). Penelitian dilakukan pada proyek gedung dengan menggunakan metode PERT dan CPM. Peneliti mengatakan, metode PERT – CPM dapat digunakan untuk mengatur waktu penyelesaian proyek dengan lebih efisien dan efektif. Untuk dapat mengurangi dampak keterlambatan dan pembengkakan biaya proyek dapat diusulkan proses *crashing* dengan tiga alternatif pengendalian; (i) penambahan tenaga kerja, (ii) kerja lembur, (iii) subkontrak. Percepatan durasi dilakukan pada pekerjaan-pekerjaan pada masing-masing alternatif disamakan. Hasil penelitian menunjukkan durasi optimal proyek adalah 150 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp 21.086.217.636,83 pada alternatif subkontrak.

4. Perhitungan Penjadwalan Ulang dengan Metode CPM dan PERT (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Kantor PT.PLN).

Penelitian ini dilakukan oleh Rifani (2009). Peneliti menyatakan bahwa hasil perhitungan waktu penyelesaian proyek dengan metode PERT adalah 77,58 minggu dengan mengintegrasikan segala kemungkinan yang terjadi baik maupun buruk yang dapat mempengaruhi keseluruhan waktu penyelesaian proyek. Sedangkan berdasarkan metode CPM didapatkan durasi proyek selama 83 minggu. Perhitungan untuk menaikkan probabilitas menjadi di atas 80% atau sebesar 95% sukses didapatkan waktu penyelesaian proyek selama 82,34 minggu, dan kemungkinan gagal maksimum 5%.

5. Analisis Penjadwalan Ulang Proyek Pembangunan Rumah Sakit Universitas Islam Indonesia Menggunakan Metode PERT.

Penelitian ini dilakukan oleh Firmansyah (2017). Peneliti menyatakan bahwa penjadwalan menggunakan metode PERT pada pekerjaan pilecap sampai lantai 5 menghasilkan waktu pelaksanaan proyek selama 288 hari. Jika melihat perbandingan jadwal rencana menggunakan metode PERT dengan existing rencana proyek yaitu selama 238 hari, sedangkan jadwal realisasi proyek selama 303 hari, maka jadwal rencana menggunakan metode PERT lebih mendekati realisasi pelaksanaan proyek. Kemungkinan proyek selesai pada target yang diinginkan $T_d = 290$ hari adalah sebesar 63%.

2.2 SIMPULAN PENELITIAN SEBELUMNYA

Berdasarkan dari hasil penelitian-penelitian sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan bahwa metode PERT dapat digunakan untuk merencanakan dan mengevaluasi segala jenis proyek seperti proyek gedung, jalan, dan sebagainya.

2.3 PERSAMAAN DAN PERBEDAAN DENGAN PENELITIAN SEBELUMNYA

Pada penelitian yang akan dilakukan dengan judul “Analisis Penjadwalan Ulang Proyek Pembangunan Drainase Lingkungan Kabupaten Lamongan Menggunakan Metode PERT” terdapat persamaan dan perbedaan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Rangkuman penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.1.



Tabel 2. 1 Penelitian sebelumnya

No	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian
1.	Kaban (2014)	Metode <i>Project Evaluation and Review Technique</i> (PERT) dan <i>Critical Path Method</i> (CPM) dalam Optimasi Penjadwalan Proyek.	Melakukan kajian tentang optimasi waktu proyek konstruksi.
2.	Maharesi (2002)	Penjadwalan Proyek dengan Mengabungkan Metode PERT dan CPM.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mendapatkan jalur maksimum dari waktu kegiatan proyek sekaligus menandai kegiatan-kegiatan yang memerlukan perhatian lebih besar karena peluang untuk ditepati jadwalnya kecil 2. Memperkirakan biaya minimum untuk proyek yang waktu penyelesaiannya dimungkinkan untuk dipercepat.
3.	Dannyanti (2010)	Optimalisasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus <i>Twin Tower Building</i> Pasca Sarjana Undip).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menentukan jaringan kerja atau <i>network</i> proyek <i>Twin Tower Building</i> (TBB) Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. 2. Menganalisis waktu yang optimal untuk menyelesaikan proyek <i>Twin Tower Building</i> (TBB) Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. 3. Menganalisis perkiraan biaya untuk proyek <i>Twin Tower Building</i> (TBB) Pasca Sarjana Universitas Diponegoro yang waktu penyelesaiannya dipercepat.

Lanjutan Tabel 2.1 Penelitian sebelumnya

No	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian
4.	Rifani (2009)	Perhitungan Penjadwalan Ulang dengan Metode CPM dan PERT (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Kantor PT.PLN).	Melakukan penjadwalan ulang dengan menggunakan metode PERT dan CPM untuk mengetahui waktu penyelesaian proyek.
5.	Firmansyah (2017)	Analisis Penjadwalan Ulang Proyek Pembangunan Rumah Sakit Universitas Islam Indonesia Menggunakan Metode PERT.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan untuk melaksanakan atau menyelesaikan Proyek Pembangunan Rumah Sakit Pendidikan Universitas Islam Indonesia dengan metode PERT. 2. Mengetahui perbandingan waktu pelaksanaan antara jadwal <i>existing</i> dengan <i>reschedule</i> menggunakan metode PERT.

Dari rangkuman penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dapat dilihat bahwa terdapat beberapa persamaan dan perbedaan penelitian yang penulis lakukan dengan penelitian sebelumnya yaitu sebagai berikut :

1. Persamaan dengan penelitian dari Kaban (2014) adalah merencanakan waktu pelaksanaan proyek dengan metode PERT. Sedangkan perbedaan penelitiannya adalah Kaban menggunakan metode CPM dan meneliti hingga analisis probabilitas. Pada penelitian sekarang penulis tidak menggunakan CPM untuk analisis dan tidak menghitung probabilitas.
2. Persamaan dengan penelitian dari Maharesi (2002) yaitu merencanakan penjadwalan proyek menggunakan metode PERT. Perbedaan penelitian terletak pada metode lain yang digunakan oleh Maharesi yaitu menggunakan metode CPM dengan lokasi penelitian yang berbeda serta perkiraan biaya yang dilakukan oleh Maharesi tidak akan dilakukan dalam penelitian sekarang.
3. Persamaan dengan penelitian dari Dannyanti (2010) yaitu merencanakan penjadwalan proyek dengan metode PERT. Perbedaan penelitian terletak pada penggunaan metode CPM dan perkiraan biaya yang dilakukan oleh Dannyanti tidak akan dilakukan dalam penelitian sekarang serta lokasi penelitian yang berbeda.
4. Persamaan dengan penelitian dari Rifani (2009) adalah merencanakan waktu pelaksanaan proyek dengan metode PERT. Perbedaan penelitiannya adalah Rifani menggunakan metode CPM dan meneliti hingga analisis probabilitas, sedangkan penelitian sekarang tidak menggunakan CPM untuk analisis dan tidak menghitung probabilitas.
5. Persamaan dengan penelitian dari Firmansyah (2017) adalah merencanakan penjadwalan proyek dengan metode PERT, tetapi dilakukan pada lokasi proyek yang berbeda.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 MANAJEMEN PROYEK

Manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu (Ervianto, 2003)

3.2 PENJADWALAN PROYEK

Menurut Husen (2008), penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progress waktu untuk penyelesaian proyek. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail. Hal ini dimaksudkan untuk membantu pelaksanaan evaluasi proyek. Penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada.

3.3 METODE PENJADWALAN PROYEK

Ada beberapa metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengelola waktu dan sumber daya proyek. Masing-masing metode mempunyai kelebihan dan kekurangan. Pertimbangan penggunaan metode-metode tersebut didasarkan atas kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai terhadap kinerja penjadwalan. Kinerja waktu akan berimplikasi terhadap kinerja biaya, sekaligus kinerja proyek secara keseluruhan. Oleh karena itu, variabel-variabel yang mempengaruhinya juga harus dimonitor, misalnya mutu, keselamatan kerja, ketersediaan peralatan dan material,

serta *stakeholder* proyek yang terlibat. Bila terjadi penyimpangan terhadap rencana semula, maka dilakukan evaluasi dan tindakan koreksi agar proyek tetap pada kondisi yang diinginkan (Husen, 2008).

3.2.1 Bagan Balok (*Barchat*)

Menurut Ervianto (2003), Bar charts adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertical. Kolom arah horizontal menunjukkan skala waktu. Saat mulai dan akhir dari sebuah kegiatan dapat terlihat dengan jelas, sedangkan durasi kegiatan digambarkan oleh panjangnya diagram batang. Proses penyusunan diagram batang dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

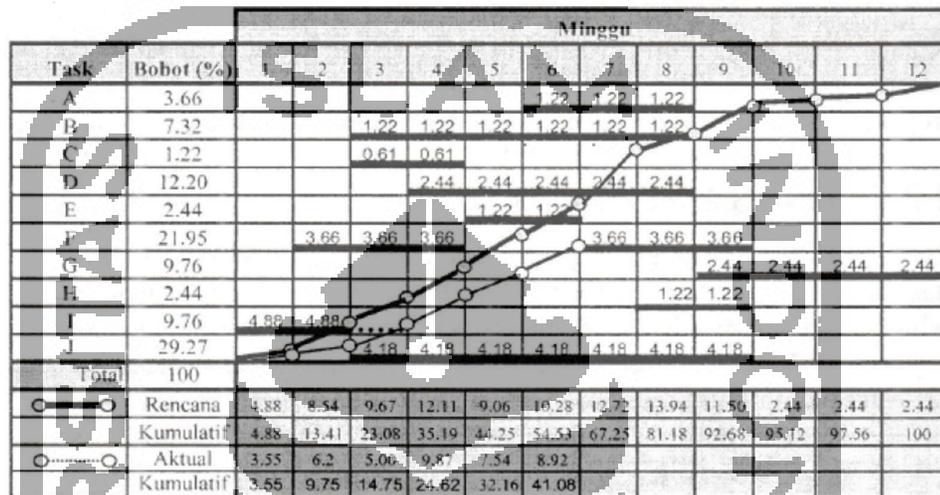
1. Daftar item kegiatan, yang berisi seluruh jenis kegiatan pekerjaan yang ada dalam rencana pelaksanaan pembangunan
2. Urutan pekerjaan, dari daftar item kegiatan tersebut di atas, disusun urutan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan prioritas item kegiatan yang akan dilaksanakan lebih dahulu dan item kegiatan yang akan dilaksanakan kemudian, dan tidak mengesampingkan kemungkinan pelaksanaan pekerjaan secara bersamaan.
3. Waktu pelaksanaan pekerjaan, adalah jangka waktu pelaksanaan dari seluruh kegiatan yang dihitung dari permulaan kegiatan sampai seluruh kegiatan berakhir. Waktu pelaksanaan pekerjaan diperoleh dari penjumlahan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap item kegiatan.

3.2.2 Kurva S (*Hannum Curve*)

Kurva S adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm atas dasar pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai presentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Dari visualisasi kurva S dapat diketahui apakah ada keterlambatan atau percepatan jadwal proyek (Husen, 2008).

Berikut ini Tabel 3.1 Menunjukkan contoh bagan balok yang penggunaannya dikombinasikan dengan metode Kurva S.

Tabel 3. 1 Bagan balok dikombinasikan dengan kurva S



(Sumber: Husen, 2008)

3.2.3 Metode PDM (*Precedence Diagram Method*)

PDM ini merupakan metode penyajian simpul dengan kegiatan digambarkan pada simpul/lingkaran bukan pada panah. Satu keuntungan utama dari PDM adalah memungkinkan jadwal jaringan digambarkan menurut skala. Ini memungkinkan pembuat jaringan untuk melihat secara visual kapan suatu kegiatan dijadwalkan untuk terjadi juga berapa lama ini akan berlangsung dan berhubungan precedennya. (Schroeder, 2000)

Kegiatan dalam *Precedence Diagram Method* (PDM) digambarkan oleh sebuah lambang segi empat karena letak kegiatan ada dibagian node maka sering disebut juga *Activity On Node* (AON). Kelebihan PDM dibandingkan dengan Arrow Diagram adalah:

1. Tidak memerlukan kegiatan fiktif/dummy sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana.
2. Hubungan overlapping yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan.

Kegiatan dalam PDM diwakili oleh sebuah lambing yang mudah diidentifikasi, bentuk umum yang sering digunakan adalah sebagai berikut.

ES	JENIS	EF
LS	KEGIATAN	LF
NO.KEG.	DURASI	

Gambar 3. 1 Node PDM

(Sumber : Eryianto, 2003)

Keterangan:

ES : *Earliest Start*, waktu mulai paling awal suatu kegiatan.

EF : *Earliest Finish*, waktu selesai paling awal suatu kegiatan. Jika hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu adalah ES kegiatan berikutnya.

LS : *Latest Start*, waktu palingakhir kegiatan boleh mulai. Yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.

LF : *Latest Finish*, waktu paling akhir kegiatan boleh selesai.

Menurut Pardede (2014), Perhitungan *Precedence Diagram Method* (PDM) menggunakan hitungan maju yaitu *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF).

Jalur kritis ditandai oleh beberapa kegiatan sebagai berikut:

1. $Earliest Start (ES) = Latest Start (LS)$
2. $Earliest Finish (EF) = Latest Finish (LF)$
3. $Latest Finish (LF) = Earliest Finish (EF) = Durasi$

Sedangkan Float pada *Precedence Diagram Method* (PDM) dibedakan menjadi 2 jenis yaitu *Total Float* (TF), dan *Free Float* (FF).

$Total Float (TF) = Min (LS-EF)$

$Free Float (FF) = Min (ES-EF)$

3.2.4 Metode CPM (*Critical Path Method*)

CPM atau metoda jalur kritis adalah metoda yang berusaha untuk memperpendek atau tidak memperpanjang jalur kritis dengan memasukkan unsur pembiayaan. Besar kecilnya pembiayaan dikemukakan berbagai kemungkinan alternatif mulai dari yang paling ‘murah’ sampai pada yang paling ‘mahal’ yang semuanya didasarkan atas perhitungan waktu atau sebaliknya dipaparkan beberapa alternatif waktu atas dasar besar-kecilnya pembiayaan (Soetrisno, 1985).

3.2.5 Metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

1. Pengertian PERT

PERT adalah metode penjadwalan proyek berdasarkan jaringan yang memerlukan tiga dugaan waktu untuk tiap kegiatannya yaitu optimis, pesimis, paling mungkin dengan menggunakan tiga dugaan waktu mulai awal dan akhir standar untuk tiap kegiatan atau kejadian.

Berdasarkan yang sering terjadi di lapangan bahwa waktu pelaksanaan sering kali melebihi waktu dalam kontrak/ disepakati. Hal ini mengakibatkan deviasi yang menjulur ke arah kanan pada kurva normal (Schroeder, 2000).

Bekerja dengan ketidakpastian merupakan suatu kejadian yang acak dari perkiraan waktu tiap kegiatan. Kejadian yang tidak pasti merupakan ciri dari metode PERT. Oleh karena itu, tidaklah tepat dalam kasus ini untuk menetapkan waktu penyelesaian proyek secara konkrit. Setiap tanggal penyelesaian akan mempunyai peluang tertentu untuk dapat dicapai, yang merupakan fungsi dari ketidakpastian dari tiap kegiatan dan hubungan ketidakpastian dalam tanggal penyelesaian daripada memaksakan persoalan ke dalam kerangka waktu konstan.

System PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) adalah suatu alat manajemen untuk menentukan secara tepat di setiap titik dalam 19 masa program, bagaimana status program, dan dimana letak bidang persoalannya.

PERT mempunyai nilai yang setinggi-tingginya dalam memberi isyarat secara dini kepada manajemen apabila timbul kendala dalam suatu bidang tertentu yang akan menghambat jadwal atau anggaran program yang telah direncanakan.

Konsep dasar PERT ialah bahwa program dibagi dalam tugas-tugas yang berciri tersendiri, terinci, serta terjadwal, yang disusun dalam jaringan terpadu. Bagi masing-masing tugas atau kegiatan dijabarkan segenap variabel yang penting yaitu waktu, sumber daya, dan unjuk kerja teknik. Kemudian diselenggarakan suatu sistem pelaporan yang sistematis yang memungkinkan pengkajian yang terus menerus terhadap status program (Hajek, 1994).

Konsep lain yang muncul dari jaringan PERT adalah gagasan tentang lintasan kritis probabilitas. Mengikuti logika PERT, di sini pun tidak ada lintasan kritis yang pasti. Sebaliknya, setiap kegiatan mempunyai peluang mendekati nol dan yang lainnya mendekati satu. Lintasan kritis itu sendiri acak bila waktu kegiatan tidak pasti.

PERT pada dasarnya merupakan metode yang berorientasi pada waktu, dalam artian bahwa metode PERT akan berakhir dengan menentukan penjadwalan waktu. Metode PERT termasuk teknik penjadwalan karena PERT terdiri dari tiga tahapan, yaitu : perencanaan, penjadwalan dan pengontrolan/pengawasan.

Tahapan perencanaan dimulai dengan memecahkan/menguraikan proyek menjadi kegiatan-kegiatan. Perkiraan waktu untuk kegiatan-kegiatan ini kemudian ditentukan dan diagram jaringan kerja yang dinyatakan dengan gambar anak panah mulai dibuat dimana panjang anak panah menunjukkan kegiatan. Keseluruhan diagram anak panah memberikan suatu representasi grafis mengenai keterkaitan antara berbagai kegiatan suatu proyek.

Tujuan akhir dalam tahap penjadwalan ialah membentuk *time chart* yang dapat menunjukkan waktu mulai dan selesainya setiap kegiatan serta hubungannya satu sama lain dalam proyek. Jadwal harus mampu menunjukkan kegiatan-kegiatan yang kritis dilihat dari segi waktu yang memerlukan perhatian khusus kalau proyek harus selesai tepat pada waktunya. Bagi kegiatan-kegiatan yang tidak tergolong jalur kritis jadwal harus menentukan banyaknya waktu yang mengambang (*slack*) yang dapat dipergunakan ketika kegiatan tertunda atau kalau sumber daya yang terbatas digunakan secara efektif.

Pada tahap akhir manajemen proyek adalah pengawasan proyek. Hal ini meliputi penggunaan diagram anak panah dan grafik waktu untuk membuat laporan

kemajuan periodic. Jaringan kerja penuh diperbaharui dan dianalisis bahkan jika perlu suatu jadwal baru ditentukan untuk sisa bagian proyek yang belum selesai. (Supranto, 1988).

2. Definisi-definisi PERT

Sistem PERT menggunakan suatu bahasa yang khas. Istilah-istilah penting mendasar yang dipergunakan adalah sebagai berikut (Hajek, 1994) :

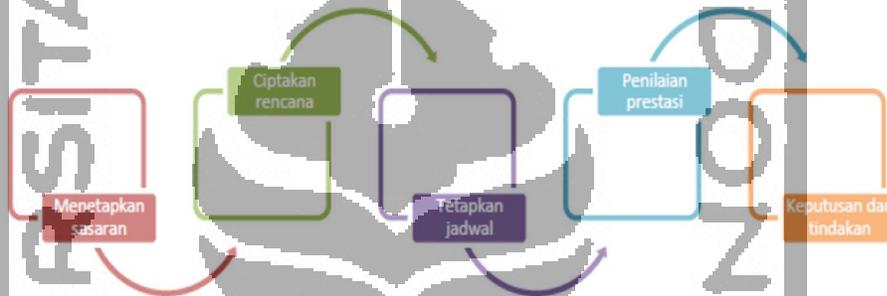
- a. Kegiatan : Unsur upaya kerja dalam program.
- b. Peristiwa atau kejadian : Titik tertentu dalam program, yang biasanya menunjukkan mulai atau selesainya suatu kegiatan. Peristiwa tidak mempunyai dimensi waktu dan upaya.
- c. Jaringan : Gambaran grafikal tentang program yang terdiri dari kegiatan-kegiatan dan peristiwa yang ditunjukkan sebagai jalur-jalur yang saling terhubung.
- d. Waktu Paling Mungkin (m) : Waktu yang ditaksirkan akan paling realistis untuk menyelesaikan suatu kegiatan.
- e. Waktu Optimis (a) : Waktu tersingkat yang kiranya akan digunakan untuk menyelesaikan suatu kegiatan.
- f. Waktu Pesimistik (b) : Waktu terlama yang kiranya akan digunakan untuk menyelesaikan suatu kegiatan.
- g. Waktu Perkiraan (TE) : Masa waktu yang diramalkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan. Waktu perkiraan didapatkan secara statistic dari waktu paling mungkin, waktu optimistik dan waktu pesimistik.
- h. Jalur Kritis : Jalur lintasan suatu jaringan yang memerlukan masa waktu terlama untuk menyelesaikannya. Inilah lintasan yang memiliki kelonggaran positif terkecil atau kelonggaran negatif terbesar.

3. Langkah Dasar PERT

PERT mengikuti enam langkah dasar sebagai berikut :

- a. Menetapkan proyek dan menyiapkan struktur penguraian kerjanya.
- b. Membangun hubungan antara aktivitas-aktivitasnya. Memutuskan aktivitas yang harus dilakukan lebih dahulu dan aktivitas yang harus mengikuti aktivitas lain.

- c. Menggambarkan jaringan yang menghubungkan keseluruhan aktivitas.
 - d. Menetapkan perkiraan waktu dan biaya untuk setiap aktivitas.
 - e. Menghitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan. Hal ini disebut jalur kritis.
 - f. Menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek.
4. Pengoperasian PERT
 Pengoperasian PERT dapat dibagi dalam lima kategori yaitu :



Gambar 3. 2 Proses Pengoperasian PERT

(Sumber : Hajek, 1994)

Penyusunan rencana PERT bagi suatu program, menetapkan sasaran memungkinkan manajer proyek memberi bentuk yang jelas bagi tujuan proyek dan mendokumentasikan tujuan proyek bagi manajemen maupun hak lain yang berkepentingan.

Penciptaan rencana meliputi menerjemahkan paket kerja ke dalam kegiatan-kegiatan serta peristiwa-peristiwa yang dilakukan secara grafikal sebagai jaringan. Dalam menciptakan jaringan, harus diperhatikan urutan yang mana masing-masing kegiatan diselenggarakan dan peristiwa-peristiwa sebelumnya yang harus dicapai sebelum dimulainya suatu kegiatan tertentu.

Pada waktu menyusun kegiatan-kegiatan itu, waktu perkiraan TE (*Time Expected*) didapatkan dari taksiran yang dibuat untuk waktu optimistik, waktu pesimistik dan waktu paling mungkin. Manajer proyek memperoleh angka-angka

ini dari orang-orang yang kiranya akan bertanggung jawab atas pelaksanaan upaya kerja kegiatan yang bersangkutan.

Dalam menurunkan jadwal, manajer proyek harus memperhatikan faktor-faktor dasar sebagai berikut (Hajek, 1994) :

1. Tanggal penyerahan menurut kontrak dan tanggal harus diawalinya pekerjaan.
2. Karyawan dan sumber daya perusahaan yang tersedia (yang dibedakan dari karyawan dan sumber daya yang tersedia untuk suatu kegiatan tertentu).
3. Kendala-kendala dari berbagai kegiatan. Suatu kendala ialah suatu kegiatan yang harus sudah diselesaikan atau suatu peristiwa yang harus telah dicapai sebelum dapat diawalinya upaya-upaya suatu kegiatan yang lain. Kendala sering menimbulkan bidang kritis dalam suatu program PERT, karena merupakan pembatas bagi penyelenggaraan pencapaian jadwal.

Dalam organisasi ini, tahap penilaian prestasi dan tahap keputusan serta tindakan dari siklus PERT dilaksanakan oleh tiap tingkat manajemen. Para pejabat pada masing-masing tingkat akan menelaah informasi yang didapatkan dari PERT dari sudut pandang yang berlainan dan akan melaksanakan beberapa diantara tindakan-tindakan tersebut dalam batas wewenang mereka, diantaranya penilaian prestasi dan tindakan, pelaksanaan tindakan, dan penerusan informasi tentang persoalan yang tidak terselesaikan kepada tingkat manajemen lebih tinggi jika diperlukan.

Langkah-langkah penyusunan dan analisis jaringan kerja PERT (Siagian, 1987) :

1. Identifikasi lingkup proyek dan uraikan menjadi komponen-komponen
2. Susun komponen-komponen kegiatan sesuai dengan logika kebergantungan
3. Tentukan perkiraan waktu penyelesaian masing-masing kegiatan
4. Gunakan symbol \rightarrow : untuk menggambarkan aktivitas (suatu fasilitas)
5. Symbol \circ : menunjukkan permulan atau akhir suatu kegiatan

Contoh : Pekerjaan mengecat tembok, maka *event* pertama tembok belum dicat dan *event* kedua pintu telah dicat.

Beberapa hal yang harus diperhatikan :

Sebelum suatu kegiatan dimulai, semua kegiatan yang mendahuluinya harus sudah selesai.

- a. Gambar anak panah, sekedar menunjukkan untuk pekerjaan. Panjang anak panah tidak menunjukkan lamanya pekerjaan. Arah panah hanya menunjukkan urutan-urutan di dalam mengerjakan pekerjaan saja. Panjang anak panah dan arahnya tidak menunjukkan letak dari pekerjaan.
- b. *Nodes*, lingkaran yang menunjukkan kejadian diberi nomor sedemikian rupa, sehingga tidak ada *nodes* yang nomornya sama.
- c. Dua buah kejadian hanya bisa dihubungkan oleh satu kegiatan (anak panah).
- d. Jaringan kerja (*network*) hanya dimulai dari satu kejadian dan diakhiri oleh satu kejadian.
- e. *Dummy activities*
Untuk menyusun *network* sesuai ketentuan, kadang-kadang diperlukan *dummy activities* (kegiatan semu & kejadian semu). Kegiatan semu adalah kegiatan yang tidak memerlukan waktu, biaya dan fasilitas. Kegunaan *dummy activities* adalah untuk menghindari terjadinya dua kejadian dihubungkan oleh lebih dari satu kegiatan.

5. Manfaat dari Metode PERT adalah :

- a. Dapat mengidentifikasi jalur kritis dalam hal ini adalah jalur elemen-elemen kegiatan yang kritis dalam skala waktu penyelesaian proyek sebagai keseluruhan.
- b. Mempunyai kemampuan untuk mengadakan perubahan-perubahan sumber daya dan memerhatikan efek terhadap waktu selesainya proyek.
- c. Mempunyai kemampuan memperkirakan efek-efek dari hasil yang dicapai suatu kegiatan terhadap keseluruhan rencana apabila diimplementasikan/dilaksanakan.

6. Penggunaan Jaringan PERT

Apabila jaringan PERT telah dirancang dan perkiraan masing-masing kegiatan telah dihitung, maka manajer proyek dapat mengawasi pemakaian jaringan PERT

sebagai alat manajemen. Jaringan PERT memberikan pandangan menyeluruh yang sangat baik terhadap program dan memungkinkan para manajer dalam organisasi lini dan matriks untuk mengeser karyawan dan sumber daya lain dari jalur-jalur longgar ke jalur-jalur kritis guna membantu menanggulangi bidang-bidang kendala.

Waktu longgar yang positif atau nol menunjukkan bahwa semua peristiwa diperkirakan setidaknya akan tepat waktu dan bahwa tidak diperkirakan akan terjadi kendala. Jika waktu longgar untuk suatu peristiwa mempunyai harga negatif, maka kegiatan-kegiatan yang mempunyai saham dalam waktu longgar negatif akan mengalami kendala dan diperlukan sesuatu tindakan perbaikan.

7. Melaksanakan Rencana PERT

Menurut Siagian (1987), jaringan PERT diatur dengan tiap peristiwa diberi nomor dan dihubungkan dengan peristiwa lain. Anak panah menunjukkan aliran kerja dalam urutan yang logis. Anak panah yang penuh menunjukkan adanya kegiatan yang memerlukan waktu penyelesaian yang ditunjukkan oleh kelompok angka-angka yang bersangkutan dengan masing-masing anak panah. Anak panah terputus-putus pada umumnya menunjukkan kendala yang berwaktu nol. Salah satu peraturan panduan PERT ialah bahwa sewajarnya tiap kegiatan diidentifikasi dengan sebuah peristiwa yang mendahuluinya dan peristiwa yang mengikutinya guna membantu menjelaskan jaringan. Setelah manajer proyek menyelesaikan rancangan jaringan PERT, tugas selanjutnya ialah menetapkan waktu yang digunakan untuk menyelesaikan masing-masing kegiatan. Sumber bagi informasi ini pada umumnya dari pemimpin proyek, yang akan bertanggung jawab atas berbagai kegiatan.

Jaringan PERT mempunyai hubungan yang erat dengan pengorganisasian program dengan tanggung jawab pada masing-masing kegiatan dengan pengendalian serta garis komunikasi yang memadai.

Beberapa ciri yang melekat pada jaringan PERT, yang diperhatikan pada waktu merencanakan sistem jaringan PERT, yaitu :

- a. Setiap kegiatan tertentu harus diselesaikan sebelum terjadinya peristiwa.

Demikian pula, kegiatan tidak dapat diawali sebelum mantapnya suatu peristiwa.

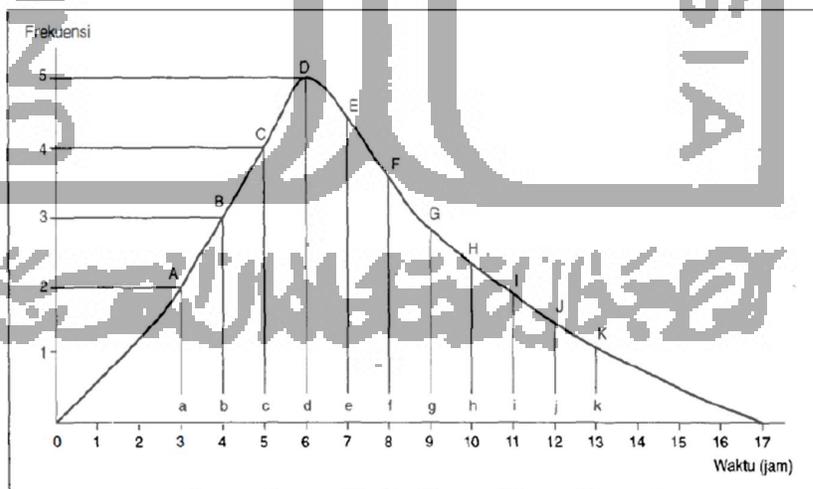
- b. Semua jalur kegiatan harus lengkap dan tidak dapat diduplikasikan atau menunjukkan alternatif-alternatif.
- c. Setiap peristiwa tertentu hanya dapat terjadi sekali.
- d. Setiap dua peristiwa hanya dapat dihubungkan oleh satu garis kegiatan.

8. Probabilitas PERT

Menurut Soeharto (1995), pada dasarnya teori probabilitas bermaksud mengkaji dan mengukur ketidakpastian (*uncertainly*) serta mencoba menjelaskan secara kuantitatif. Diumpamakan satu kegiatan dikerjakan secara berulang-ulang dengan kondisi yang dianggap seperti pada Gambar 3.3. Sumbu horizontal menunjukkan waktu selesainya kegiatan. Sumbu vertikal menunjukkan berapa kali (frekuensi) kegiatan selesai pada kurun waktu yang bersangkutan.

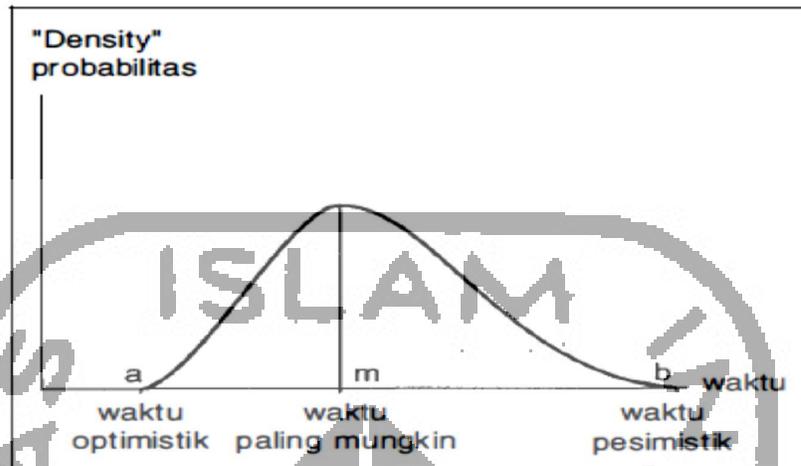
a. Kurva Distribusi dan Variabel a, b, dan m

Dari kurva distribusi dapat dijelaskan arti dari a, b, dan m. Kurun waktu yang menghasilkan puncak kurva adalah m, yaitu kurun waktu yang paling banyak terjadi atau juga disebut *the most likely time*. Adapun angka a dan b terletak (hampir) di ujung kiri dan kanan dari kurva distribusi, yang menandai batas lebar rentang waktu kegiatan. Kurva distribusi kegiatan pada umumnya berbentuk asimetris dan disebut Kurva Beta



Gambar 3. 3 Kurva Distribusi Frekuensi

(Sumber : Soeharto, 1995)



Gambar 3. 4 Kurva distribusi asimetris (beta) dengan a, b, dan m

(Sumber : Soeharto, 1995)

b. Kurva Distribusi dan Kurun Waktu yang Diharapkan (TE)

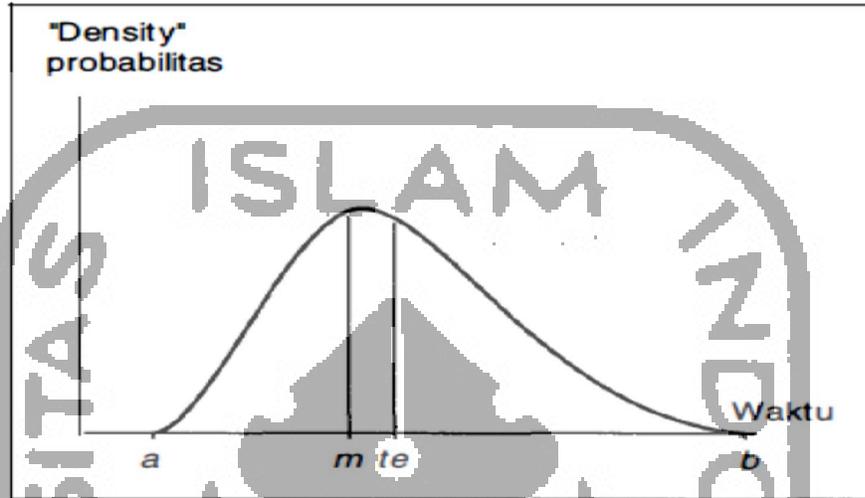
Setelah menentukan estimasi angka-angka a, m, dan b, maka selanjutnya adalah merumuskan hubungan ketiga angka tersebut menjadi satu angka, yang disebut TE (*Time Expected*) atau kurun waktu yang diharapkan. Angka TE adalah angka rata-rata kalau kegiatan tersebut dikerjakan berulang-ulang dalam jumlah yang besar. Seperti telah dijelaskan di muka, bila kurun waktu sesungguhnya bagi setiap pengulangan dan jumlah frekuensinya dicatat secara sistematis akan diperoleh kurva “beda distribusi”. Lebih lanjut, dalam menentukan TE dipakai asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa optimistic (a) dan pesimistik (b) adalah sama. Sedangkan jumlah kemungkinan terjadinya peristiwa paling mungkin (m) adalah 4 kali lebih besar dari kedua peristiwa diatas. Sehingga bila ditulis dengan rumus adalah sebagai berikut:

Kurun waktu kegiatan yang diharapkan:

$$TE = \left(\frac{a+4m+b}{6} \right) \quad (3.1)$$

Bila garis tegak lurus dibuat melalui TE, maka garis tersebut akan membagi dua sama besar area yang berada dibawah kurva beta distribusi, seperti terlihat pada Gambar 3.5. Perlu ditekankan disini perbedaan antara kurun waktu yang diharapkan (TE) dengan kurun waktu paling mungkin (m). Angka m

menunjukkan angka “tertekan” atau perkiraan oleh seorang estimator. Sedangkan te adalah hasil dari rumus perhitungan matematis.



Gambar 3. 5 Kurva distribusi dengan letak a , b , m , dan TE

(Sumber : Soeharto, 1995)

9. Deviasi Standar Kegiatan dan *Varians* Kegiatan

Estimasi kurun waktu kegiatan metode PERT memakai rentang waktu dan bukan satu kurun waktu yang relative mudah dibayangkan. Rentang waktu ini menandai derajat ketidakpastian yang berkaitan dengan proses estimasi kurun waktu kegiatan. Berapa besarnya ketidakpastian ini tergantung pada besarnya angka yang diperkirakan untuk a dan b . Pada PERT parameter yang menjelaskan masalah ini dikenal sebagai Deviasi Standard dan *Varians*. Berdasarkan ilmu statistic, angka deviasi standar adalah sebesar $\frac{1}{6}$ dari rentang

distribusi $(b-a)$ atau bila ditulis sebagai rumus menjadi sebagai berikut:

Deviasi Standar Kegiatan

$$S = \left(\frac{1}{6}\right)(b-a) \quad (3.2)$$

Varians Kegiatan

$$V(TE) = S^2 = \left[\left(\frac{1}{6}\right)(b-a)\right]^2 \quad (3.3)$$

10. Deviasi Standar Peristiwa dan *Varians* Peristiwa V (TE)

Menurut “J. Moder 1983” berdasarkan teori “Central Limit Theorem” maka kurva distribusi peristiwa atau kejadian (*event time distribution curve*). Kurva ini berbentuk genta seperti terlihat pada Gambar 3.6



Gambar 3. 6 Kurva distribusi untuk peristiwa/kejadian, disebut kurva distribusi normal dan berbentuk genta

(Sumber : Soeharto, 1995)

Sifat-sifat kurva distribusi normal adalah :

- Seluas 68% area di bawah kurva terletak dalam rentang 2S
- Seluas 95% area di bawah kurva terletak dalam rentang 4S
- Seluas 99,7% area di bawah kurva terletak dalam rentang 6S

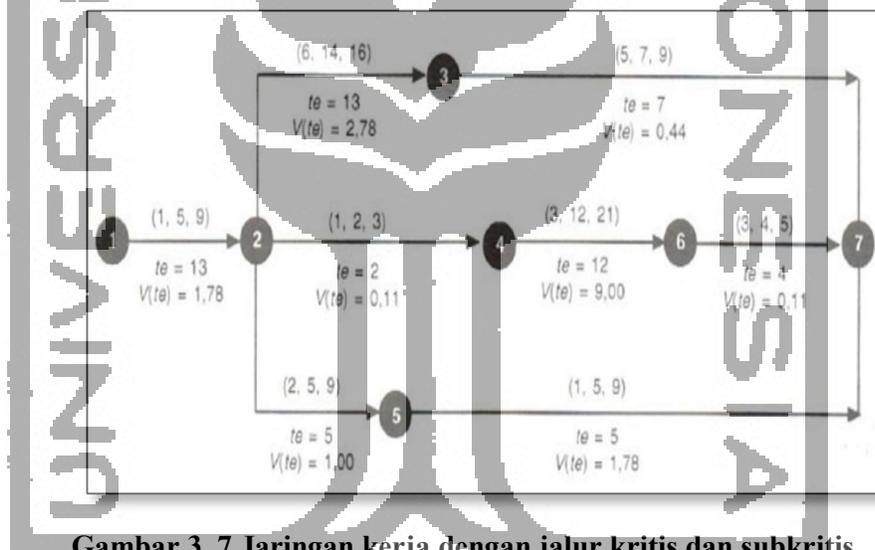
11. Target Jadwal Penyelesaian (Td)

Pada penyelenggaraan proyek, sering dijumpai sejumlah tonggak kemajuan (*milestone*) dengan masing-masing target jadwal proyek atau tanggal penyelesaian yang telah ditentukan. Pimpinan proyek atau pemilik sering kali menginginkan suatu analisis untuk mengetahui kemungkinan/kepastian mencapai target jadwal tersebut. Hubungan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target T(d) pada metode PERT dinyatakan dengan z dan dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Deviasi } z = \frac{T(d) - TE}{S} \quad (3.4)$$

12. Jalur Kritis dan Subkritis

Menurut Soeharto (1997), pengamatan dan analisis atas jalur kritis dan subkritis lebih ditekankan lagi pada metode PERT. Hal ini dapat dilihat pada waktu menganalisis deviasi standar, *varians* tiap kegiatan pada jalur kritis dijumlahkan, dan dihitung akar padanya untuk mendapatkan angka deviasi standar peristiwa yang dimaksudkan (titik peristiwa *mile-stone* atau selesainya proyek). Apabila total *varians* jalur subkritis lebih besar dengan angka perbedaan yang cukup substansial dari angka total *varians* di jalur kritis sedangkan angka TE antara keduanya tidak terlalu besar, maka dapat dikatakan bahwa ada kemungkinan jalur subkritis akan berubah menjadi kritis, seperti ditunjukkan oleh contoh pada Gambar 3.7 dan Tabel 3.3



Gambar 3. 7 Jaringan kerja dengan jalur kritis dan subkritis

(Sumber: Soeharto, 1995)

Tabel 3. 2 Jalur Kritis dan Subkritis

		Total Waktu TE	Total Varians V(te)
Jalur Kritis	1-2-3-7	25	5,0
Jalur Subkritis	1-2-4-6-7	23	11,0
Jalur Nonkritis	1-2-5-7	15	4,56

(Sumber: Soeharto, 1995)

PERT menggunakan variansi aktivitas jalur kritis untuk membantu menentukan variansi proyekkeseluruhan. Variansi proyek dihitung dengan menjumlahkan variansi aktivitas-aktivitas kritis.

$$\sigma^2 = \text{Variansi Proyek} = \sum (\text{variansi aktivitas jalur kritis}) \quad (3.5)$$

Untuk mengetahui jalur kritis, kita menghitung dua waktu awal dan akhir yang berbeda setiap aktivitas. Hal ini dilakukan sebagai berikut:

a. Mulai paling awal (*Earliest Start* – ES)

Waktu mulai paling awal suatu aktivitas dapat dimulai dengan asumsi semua pendahulunya sudah selesai.

b. Selesai paling awal (*Earliest Finish* – EF)

Waktu paling awal suatu aktivitas dapat selesai.

c. Mulai paling lambat (*Latest Start* – LS)

Waktu terakhir suatu aktivitas dapat dimulai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

d. Selesai paling akhir (*Latest Finish* – LF)

Waktu terakhir suatu aktivitas dapat selesai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

13. Perbedaan PERT dan CPM

Menurut (Levin, 1987) disamping metode PERT (Program Evaluation and Review Technique) ada juga metode CPM (Critical Path Method), yakni metode untuk merencanakan dan mengendalikan proyek-proyek, merupakan sistem yang paling banyak digunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan.

Perbedaan pokok antara PERT dan CPM ialah bahwa CPM memasukkan konsep biaya dalam proses perencanaan dan pengendalian, sedangkan PERT tidak memasukkan konsep biaya, dalam PERT diasumsikan bahwa besarnya biaya berubah-ubah sesuai dengan lamanya waktu dari semua aktivitas yang terdapat dalam satu proyek. Jadi jika kita telah berhasil mempersingkat waktu untuk satu proyek maka diasumsikan bahwa dengan demikian biaya untuk proyek ini juga berhasil diperkecil.

Perbedaan penting lain antara PERT dan CPM terletak pada metode untuk menentukan perkiraan waktu. Para pemakai CPM dianggap mempunyai dasar yang lebih kuat sebagai landasan untuk memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap aktivitas.

Perbedaan utama dalam penerapan kedua teknik ini dapat dimengerti jika kita perbandingan suatu perusahaan, misalnya perusahaan bangunan dengan suatu perusahaan lain, perusahaan atau biro penelitian dan pengembangan. Seorang estimator yang cerdas dari suatu perusahaan bangunan dapat memberikan perkiraan biaya dan angka-angka mengenai waktu yang dibutuhkan untuk membuat suatu pondasi beton. Mungkin saja terdapat perbedaan kecil disana-sini tetapi jika perusahaannya pernah mengerjakan pekerjaan semacam ini sebelumnya, maka perkiraannya mengenai biaya dan waktu biasanya akan cukup tepat. Dalam hal keterangan yang menyangkut pembiayaan. Dalam sistem PERT biasanya direktur proyek lebih menghargai waktu, dan faktor biaya kurang diperhatikan, sedangkan seorang mandor pada suatu perusahaan bangunan tidak dapat mengambil sikap seperti direktur diatas, ia harus menyelesaikan pekerjaan tepat pada waktunya dan dengan biaya yang telah diperkirakan.

Dari pernyataan diatas dapat disimpulkan bahwa perbedaan kebutuhan dalam program yang harus dilaksanakan akan menentukan teknik mana yang akan dipergunakan untuk merencanakan dan mengendalikan pekerjaan yang akan dilakukan nanti. Jika waktu dapat diperkirakan dengan cukup tepat dan biaya-biaya dapat dihitung sejak semula (misalnya biaya tenaga kerja dan biaya bahan untuk suatu proyek bangunan), maka lebih menguntungkan jika dipergunakan CPM yang merupakan salah satu dari dua alternatif metode pengendalian. Sebaliknya jika tingkat ketidakpastiannya sangat besar dan pengendalian terhadap waktu jauh lebih penting dan diutamakan daripada pengendalian terhadap biaya, maka penggunaan PERT merupakan pilihan yang lebih tepat.

Prinsip-prinsip pembentukan jaringan dalam CPM mirip sekali dengan prinsip-prinsip dalam sistem PERT. Jadi jika kita yang sudah mengenal PERT dengan

baik, tidak menemui kesulitan lagi dalam menggunakan CPM, sejauh hal ini menyangkut pembentukan jaringannya. Perbedaan utama terletak dalam penentuan perkiraan waktunya.

Dalam sistem CPM ditentukan dua buah perkiraan waktu dan biaya untuk setiap aktivitas yang terdapat dalam jaringan. Kedua perkiraan ini adalah perkiraan normal (*normal estimate*) dan perkiraan cepat (*crash estimate*). Perkiraan waktu yang normal kira-kira sama dengan perkiraan waktu yang paling mungkin dalam PERT. Biaya normal tentu saja adalah biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam waktu normal. Perkiraan waktu cepat adalah waktu yang akan dibutuhkan oleh suatu proyek jika biaya yang dikeluarkan tidak menjadi persoalan dalam usaha mempersingkat waktu bagi proyek tersebut. Dalam program semacam ini, *manager* akan melakukan apa saja untuk mempercepat selesainya pekerjaan. Jadi biaya mempercepat adalah biaya yang dibutuhkan untuk melaksanakan suatu pekerjaan yang dipercepat, dengan tujuan untuk mempercepat waktu selesainya proyek.

Tabel 3. 3 Perbandingan PERT dan CPM untuk beberapa fenomena

No	Fenomena	CPM	PERT
1.	Estimasi kurun waktu kegiatan	Deterministik, satu angka	Probabilistik, tiga angka
2.	Arah orientasi	Ke kegiatan	Ke peristiwa / kejadian
3.	Identifikasi jalur kritis dan float	Dengan hitungan maju dan mundur	Cara sama dengan CPM
4.	Kurun waktu penyelesaian milestone atau proyek	Ditandai dengan suatu angka tertentu	Angka tertentu ditambah varians

Lanjutan Tabel 3.3 Perbandingan PERT dan CPM untuk beberapa fenomena

No	Fenomena	CPM	PERT
5.	Kemungkinan (probability) mencapai target jadwal	Hitungan/analisis untuk maksud tersebut tidak ada	Dilengkapi cara khusus untuk itu
6.	Menganalisis jadwal yang ekonomis	Prosedurnya jelas	Mungkin perlu di konversikan ke CPM dulu

(Sumber: Soeharto, 1995)

14. Langkah-langkah Pengerjaan Metode PERT

Berikut ini akan diberikan prosedur metode PERT dengan langkah-langkah untuk mendapatkan solusi *analysis network*.

a. Perkiraan durasi dari setiap pekerjaan/kegiatan dengan memperkirakan waktu tercepat (optimis, a), waktu terlama (pesimis, b), dan waktu yang paling mungkin terjadi (m).

b. Hitung nilai rata-rata (ekspektasi) durasi dari setiap kegiatan dengan formula:

$$TE = \frac{a+4m+b}{6} \quad (3.6)$$

c. Tentukan predecessor pada urutan kegiatan.

d. Menghitung nilai Early Event Time (EET) dengan formula:

$$EET_j = EET_i + TE_i \quad (3.7)$$

e. Menghitung nilai Lately Event Time (LET) dengan formula:

$$LET_i = LET_j - TE_i \quad (3.8)$$

f. Analisis deviasi standar kegiatan (s) dan varians kegiatan (v) dengan formula:

$$S = \left(\frac{1}{6}\right) (b-a) \quad (3.9)$$

$$V = S^2 \quad (3.10)$$

- g. Hitung total Varians kegiatan jalur kritis.
- h. Analisis target jadwal penyelesaian dengan formula:

$$z = \frac{T(d) - TE}{S^2} \quad (3.11)$$

3.4 PERENCANAAN PROYEK

3.3.1 Fungsi dan Proses Perencanaan serta Pengendalian

Menurut Soeharto (1995), dari definisi manajemen proyek, perencanaan menempati urutan pertama dari fungsi-fungsi lain seperti mengorganisir, memimpin dan mengendalikan. Perencanaan adalah proses yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran termasuk menyiapkan segala sumber daya untuk mencapainya. Ini berarti memilih dan menentukan langkah-langkah kegiatan di masa datang yang diperlukan untuk mencapai tujuan. Dalam pada itu fungsi pengendalian bermaksud memantau dan mengkaji (bila perlu mengadakan koreksi) agar langkah-langkah kegiatan tersebut terbimbing ke arah tujuan yang telah ditetapkan. Terlihat disini adanya hubungan erat antara fungsi pengendalian dan perencanaan. Dari segi penggunaan sumber daya, perencanaan dapat diartikan sebagai memberi pegangan bagi pelaksana mengenai alokasi sumber daya untuk melaksanakan kegiatan, sedangkan pengendalian memantau apakah hasil kegiatan yang telah dilakukan sesuai dengan patokan yang telah digariskan dan memastikan penggunaan sumber daya yang efektif dan efisien. Dengan demikian, perencanaan dan pengendalian akan berlangsung hampir sepanjang siklus proyek dalam bentuk perencanaan-pemantauan-pengendalian-koreksi.

3.3.2 Proses dan Sistematis Perencanaan Proyek

Menurut Soeharto (1995), sering dikatakan bahwa proses perencanaan lebih penting dari perencanaan itu sendiri, karena pada proses perencanaan para pimpinan dan pelaksana proyek 'dipaksa' untuk aktif ikut berpikir dan bersuara mengenai kegiatan yang akan dilaksanakan yang menjadi tanggungjawabnya. Pada saat itu mereka mulai melihat ke depan untuk mengantisipasi persoalan yang mungkin

timbul pada taraf implementasi dan bagaimana mengatasinya. Menyusun suatu perencanaan yang lengkap minimal meliputi:

1. Menentukan tujuan.

Tujuan (*goal*) organisasi atau perusahaan dapat diartikan sebagai pedoman yang memberikan arah gerak segala kegiatan yang hendak dilakukan.

2. Menentukan sasaran.

Sasaran adalah titik-titik tertentu yang perlu dicapai bila organisasi tersebut ingin mencapai tujuannya. Dalam konteks di atas, kegiatan proyek dapat digolongkan sebagai kegiatan dengan sasaran yang telah ditentukan dalam rangka mencapai tujuan perusahaan.

3. Mengkaji posisi awal terhadap tujuan.

Mengkaji posisi dan situasi awal terhadap tujuan atau sasaran dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kesiapan dan posisi organisasi pada saat awal terhadap sasaran yang telah ada. Misalnya berapa besar sumber daya yang tersedia dalam bentuk dana, peralatan dan tenaga yang telah ada. Hanya setelah mengetahui posisi saat awal terhadap “jarak” sasaran, maka kita dapat mulai mengidentifikasi hambatan dan kemudahan. Meskipun hal itu merupakan hal yang sulit, namun antisipasi terhadap situasi di masa depan mengenai persoalan, kesempatan maupun peluang merupakan hal-hal yang perlu digali, dikaji dan dipertimbangkan untuk memperoleh suatu perencanaan yang realistis.

4. Memilih alternatif.

Dalam usaha meraih tujuan atau sasaran, tersedia berbagai pilihan tindakan atau cara mencapainya. Umumnya ditempuh pilihan yang menjanjikan cara yang paling efisien dan ekonomis dari segi biaya. Pengkajian dilakukan dengan mencoba menjawab pertanyaan berikut:

- a. Apakah alternatif yang dipilih memiliki cukup keluwesan untuk menghadapi perubahan keadaan mungkin timbul?
- b. Apakah yang dipilih merupakan alternatif terbaik untuk memenuhi tuntutan proyek akan jadwal, biaya dan mutu?

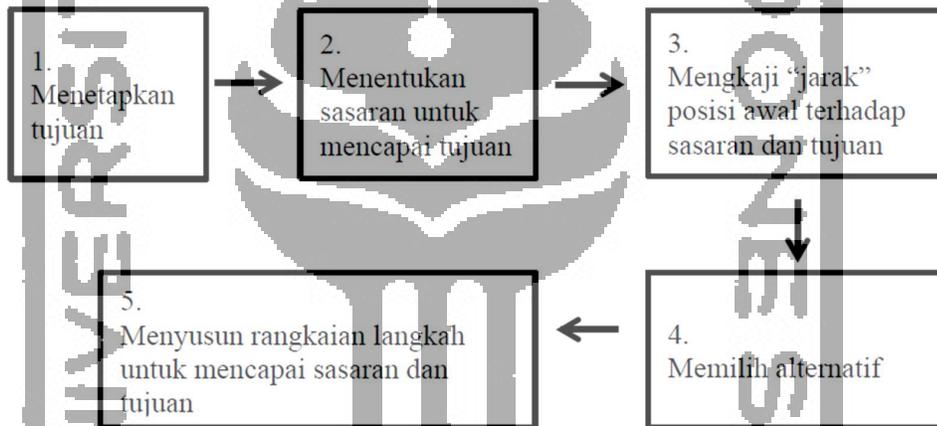
c. Apakah alternatif yang dipilih telah mempertimbangkan tersedianya sumber daya pada saat diperlukan?

d. Apakah telah dipikirkan penggunaan teknologi baru?

Bila jawaban dari pertanyaan di atas memuaskan, kemudian dilanjutkan dengan langkah berikutnya.

5. Menyusun rangkaian langkah mencapai tujuan.

Proses ini terdiri dari penetapan langkah terbaik yang mungkin dapat dilaksanakan setelah memperhatikan berbagai batasan. Kemudian menyusunnya menjadi urutan dan rangkaian menuju sasaran dan tujuan. Sistematika proses perencanaan proyek terlihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Proses dan sistematika perencanaan

(Sumber: Soeharto, 1995)

3.5 DRAINASE

Drainase adalah suatu sistim pembuangan air lebih (*excess water*) dan air limbah (*wastewater*) yang berupa buangan air dari daerah perumahan dan pemukiman, dari daerah industri dan kegiatan usaha lainnya, dari daerah pertanian dan lahan terbuka lainnya, dari badan jalan dan perkerasan permukaan lainnya, serta berupa penyaluran kelebihan air pada umumnya baik air hujan, air kotor maupun air lebih lainnya yang mengalir keluar dari kawasan yang bersangkutan (Notodihardjo, 1998).

3.5.1 Jenis Drainase

Hasmar (2011) menjelaskan ada beberapa jenis drainase, antara lain:

1. Menurut Sejarah Terbentuknya

a. Drainase alamiah

Drainase yang terbentuk secara alami dan tidak tedapat bangunan-bangunan penunjang seperti pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-gorong dan lain-lain. Saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena grafitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.

b. Drainase buatan

Drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu/beton, gorong-gorong, pipa-pipa, dan sebagainya.

2. Menurut Letak Bangunan

a. Drainase permukaan tanah

Saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa *open chanel flow*.

b. Drainase bawah permukaan tanah

Saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan-alasan tertentu. Alasan itu antara lain : tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak memperbolehkan adanya saluran di permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman dan lain-lain.

3. Menurut Fungsi

a. *Single purpose*

Saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan saja atau jenis air buangan yang lain seperti limbah domestic, air limbah industry dan lain-lain.

b. *Multi purpose*

Saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian.

4. Menurut Konstruksi

a. Saluran terbuka

Saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan/mengganggu lingkungan.

b. Saluran tertutup

Saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk aliran air kotor (air yang mengganggu kesehatan/lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di tengah kota.



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 OBJEK DAN SUBJEK PENELITIAN

Objek dalam penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Drainase Lingkungan Kabupaten Lamongan, sedangkan subjek dalam penelitian ini adalah analisis penjadwalan ulang Proyek Pembangunan Drainase Lingkungan Kabupaten Lamongan dengan menggunakan metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*).

4.2 TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Dalam melakukan penelitian ini, digunakan metode observasi yaitu mengadakan wawancara langsung dan meminta data-data proyek yang diperlukan dari pelaksana proyek. Data yang diperlukan berupa:

1. Data primer

Data primer merupakan data pekerjaan di lapangan. Data primer dapat diperoleh dengan melakukan wawancara (*interview*) kepada pihak terkait.

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data tambahan sebagai pendukung dalam pengolahan data primer. Data sekunder diperoleh dari buku literature, buku perpustakaan dan laporan penelitian terdahulu.

4.3 VARIABEL PENELITIAN

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah durasi atau range waktu pelaksanaan kegiatan yang terdiri dari :

1. Durasi optimis (*optimistic duration time*) = a

Waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan bila segala sesuatunya berjalan dengan lancar.

2. Durasi pesimis (*pessimistic duration time*) = b

Waktu yang paling lama untuk menyelesaikan kegiatan bila segala sesuatunya berjalan tidak baik.

3. Durasi paling mungkin (*most likely time*) = m

Waktu yang paling sering terjadi disbanding dengan yang lain bila kegiatan dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

4.4 JENIS DATA

Dalam penelitian ini, jenis data yang digunakan yaitu data sekunder yang diperoleh dari pihak yang terkait pada Proyek Pembangunan Drainase Lingkungan Kabupaten Lamongan.

Data sekunder yang diperlukan yaitu :

1. *Time schedule* existing proyek.
2. Durasi optimis dan durasi pesimis pelaksanaan proyek.

4.5 LOKASI PENELITIAN

Lokasi Proyek Pembangunan Drainase Lingkungan Kabupaten Lamongan dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut



Gambar 4. 1 Lokasi Proyek Pembangunan Drainase Lingkungan Kabupaten Lamongan

(Sumber: <https://www.google.co.id/maps/place/Perum+Perumnas/@-7.1244591,112.38955,15.75z>)

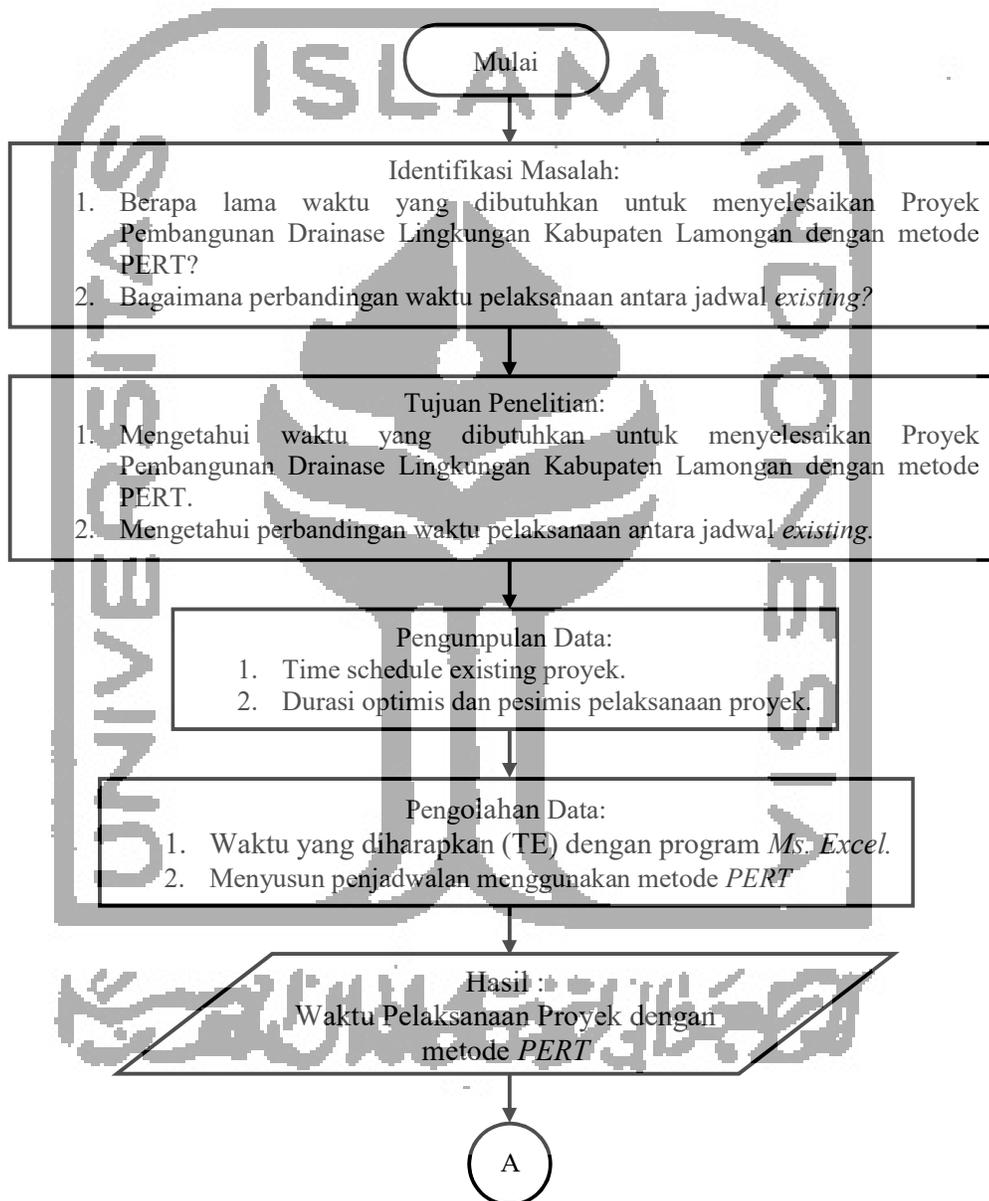
4.6 TAHAPAN PENELITIAN

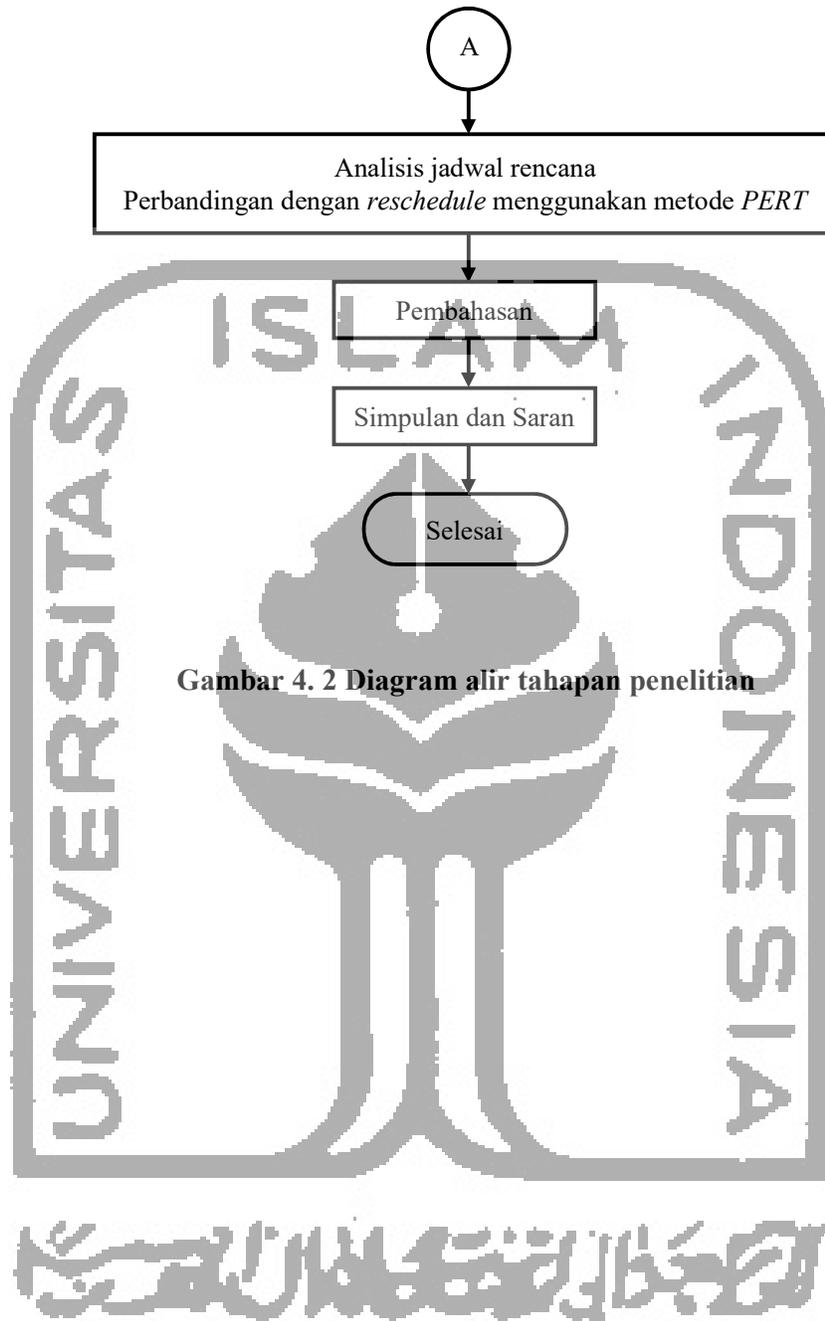
Pengolahan atau analisis data menggunakan metode penjadwalan PERT dengan menggunakan software *Microsoft Excel 2013* untuk perhitungan waktu yang diharapkan (TE) dan pembuatan *network planning* dan menentukan waktu pelaksanaan proyek.

Tahapan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Melakukan wawancara dengan kontraktor pelaksana proyek untuk mendapatkan data primer yang dibutuhkan.
2. Melakukan identifikasi aktivitas dan waktu pelaksanaan.
3. Menentukan urutan pekerjaan yang sudah direncanakan.
4. Menghitung durasi dari masing-masing pekerjaan.
5. Menjadwal ulang setiap pekerjaan menggunakan durasi TE.
6. Menentukan *predecessor* dengan melakukan wawancara terhadap *site engineer* proyek.
7. Menggambarkan *Activity on Arrow* berdasarkan *predecessor* dan durasi TE yang sudah didapatkan.
8. Menghitung nilai *Earliest Event Time*.
9. Memasukkan nilai *Earliest Event Time* ke dalam *Activity on Arrow*.
10. Menghitung nilai *Latest Event Time*.
11. Memasukkan nilai *Latest Event Time* ke dalam *Activity on Arrow*.
12. Mendapatkan nilai durasi total.
13. Mencari nilai deviasi standar kegiatan dan varians kegiatan.
14. Analisis target jadwal penyelesaian proyek.
15. Pembahasan hasil analisis dengan membandingkan durasi jadwal *existing*, penjadwalan ulang (*rescheduling*), dan waktu realisasi sebenarnya.

Tahapan penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan dengan diagram alur pada Gambar 4.2 berikut ini





Gambar 4. 2 Diagram alir tahapan penelitian

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 DATA PENELITIAN

Data penelitian berupa data teknis dari Proyek Drainase Lingkungan Kabupaten Lamongan. Data ini didapat dari hasil wawancara yang dilakukan dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan menyangkut kebutuhan data disetiap uraian pekerjaan yang berupa durasi optimis (a), durasi pesimis (b), dan durasi yang paling mungkin (m). Setiap responden diberikan pertanyaan yang sama. Kuesioner pertanyaan terkait mengenai wawancara yang telah disusun dapat dilihat pada lampiran. Data penelitian yang ada adalah hasil wawancara dengan konsultan perencana, kontraktor pelaksana, dan *site engineer*, pada Proyek Pembangunan Drainase Lingkungan Kabupaten Lamongan yang terdiri dari :

1. Khamami, ST jabatan Konsultan Perencana
2. Azka, ST jabatan Kontraktor Pelaksana
3. Edy Setiyono, ST jabatan *Site Engineer*

Asumsi yang digunakan pada hasil wawancara adalah sebagai berikut: durasi optimis (a), durasi pesimis (b) adalah durasi yang diperkirakan dengan mempertimbangkan kendala yang muncul serta berdasarkan pengalaman pelaksana proyek, dan durasi paling mungkin (m).

Hasil dari wawancara dengan responden ditampilkan dalam tabel 5.1 sebagai berikut.

Tabel 5. 1 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), dan durasi paling mungkin (m)

No.	Uraian Pekerjaan	Khamami, ST			Azka, ST			Edy Setiyono, ST		
		Durasi (Hari)			Durasi (Hari)			Durasi (Hari)		
		a	m	b	a	m	b	a	m	b
1	Ruas Saluran 1A									
	Galian Tanah	5	8	12	5	8	13	4	7	12
	Pembuangan Tanah bekas galian	5	8	12	5	8	13	4	7	12
	Urugan Pasir	3	5	8	4	6	8	4	5	9
	Pekerjaan Lantai Kerja	7	9	11	8	9	12	8	10	12
	Pemasangan U-ditch	12	15	22	12	15	21	13	16	22
2	Ruas Saluran 6A									
	Galian Tanah	7	11	15	8	11	16	8	10	16
	Pembuangan Tanah bekas galian	7	11	15	8	11	16	8	10	16
	Urugan Pasir	6	9	13	6	8	12	7	8	12
	Pekerjaan Lantai Kerja	9	11	14	9	12	15	11	12	15
	Pemasangan U-ditch	17	21	28	17	22	28	18	22	27
3	Ruas Saluran 6B									
	Galian Tanah	9	12	16	9	11	15	10	12	15
	Pembuangan Tanah bekas galian	9	12	16	9	11	15	10	12	15

Lanjutan Tabel 5. 1 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), dan durasi paling mungkin (m)

No.	Uraian Pekerjaan	Khamami, ST			Azka, ST			Edy Setiyono, ST		
		Durasi (Hari)			Durasi (Hari)			Durasi (Hari)		
		a	m	b	a	m	b	a	m	b
6	Ruas Saluran 8A									
	Galian Tanah	11	15	18	11	14	18	12	15	17
	Pembuangan Tanah bekas galian	11	15	18	11	14	18	12	15	17
	Urugan Pasir	9	12	14	9	12	15	8	13	15
	Pekerjaan Lantai Kerja	13	15	18	13	15	19	12	16	19
	Pemasangan U-ditch	25	28	29	24	28	30	25	27	29
7	Ruas Saluran 8B									
	Galian Tanah	4	7	9	5	7	9	5	8	10
	Pembuangan Tanah bekas galian	4	7	9	5	7	9	5	8	10
	Urugan Pasir	2	5	9	3	5	8	3	5	8
	Pekerjaan Lantai Kerja	6	7	10	6	7	9	5	7	9
	Pemasangan U-ditch	11	14	15	11	13	15	10	13	15
8	Ruas Saluran 8C									
	Galian Tanah	5	8	12	5	8	11	5	8	11
	Pembuangan Tanah bekas galian	5	8	12	5	8	11	5	8	11

Lanjutan Tabel 5. 1 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), dan durasi paling mungkin (m)

No.	Uraian Pekerjaan	Khamami, ST			Azka, ST			Edy Setiyono, ST		
		Durasi (Hari)			Durasi (Hari)			Durasi (Hari)		
		a	m	b	a	m	b	a	m	b
	Urugan Pasir	4	6	9	4	7	9	4	7	10
	Pekerjaan Lantai Kerja	5	7	10	5	8	9	5	7	9
	Pemasangan U-ditch	13	14	17	12	14	17	11	14	16
9	Ruas Saluran 6C									
	Galian Tanah	6	9	13	7	9	14	6	8	13
	Pembuangan Tanah bekas galian	6	9	13	7	9	14	6	8	13
	Urugan Pasir	5	7	10	5	7	9	5	7	9
	Pekerjaan Lantai Kerja	6	8	10	7	8	10	6	9	10
	Pemasangan U-ditch	12	15	17	12	14	16	13	14	17
10	Ruas Saluran 6D									
	Galian Tanah	8	10	13	8	11	13	7	10	11
	Pembuangan Tanah bekas galian	8	10	13	8	11	13	7	10	11
	Urugan Pasir	6	8	11	6	7	10	6	7	11
	Pekerjaan Lantai Kerja	7	9	12	8	9	13	8	9	13
	Pemasangan U-ditch	14	16	19	13	16	19	14	17	20

Lanjutan Tabel 5. 1 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), dan durasi paling mungkin (m)

No.	Uraian Pekerjaan	Khamami, ST			Azka, ST			Edy Setiyono, ST		
		Durasi (Hari)			Durasi (Hari)			Durasi (Hari)		
		a	m	b	a	m	b	a	m	b
11	Ruas Saluran 1B									
	Galian Tanah	6	9	13	5	9	13	6	10	14
	Pembuangan Tanah bekas galian	6	9	13	5	9	13	6	10	14
	Urugan Pasir	5	7	12	4	6	11	4	6	11
	Pekerjaan Lantai Kerja	6	8	10	6	8	11	7	9	11
	Pemasangan U-ditch	12	14	17	11	15	17	11	14	16
12	Ruas Saluran 4A									
	Galian Tanah	11	15	18	11	16	19	11	15	19
	Pembuangan Tanah bekas galian	11	15	18	11	16	19	11	15	19
	Urugan Pasir	9	13	17	9	13	17	8	13	16
	Pekerjaan Lantai Kerja	11	14	18	12	15	18	11	15	17
	Pemasangan U-ditch	26	28	30	25	28	30	25	27	29
13	Ruas Saluran 4B									
	Galian Tanah	13	16	20	14	16	20	13	15	21
	Pembuangan Tanah bekas galian	13	16	20	14	16	20	13	15	21

Lanjutan Tabel 5. 1 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), dan durasi paling mungkin (m)

No.	Uraian Pekerjaan	Khamami, ST			Azka, ST			Edy Setiyono, ST		
		Durasi (Hari)			Durasi (Hari)			Durasi (Hari)		
		a	m	b	a	m	b	a	m	b
	Urugan Pasir	11	14	16	11	13	17	10	13	16
	Pekerjaan Lantai Kerja	13	15	17	13	15	18	11	14	18
	Pemasangan U-ditch	25	29	32	24	28	32	24	29	31
14	Ruas Saluran 2A									
	Galian Tanah	2	5	9	3	6	9	2	6	8
	Pembuangan Tanah bekas galian	2	5	9	3	6	9	2	6	8
	Urugan Pasir	1	4	6	2	4	7	1	3	6
	Pekerjaan Lantai Kerja	4	6	9	4	6	8	3	5	9
	Pemasangan U-ditch	8	11	13	8	12	14	7	11	14
15	Ruas Saluran 2B									
	Galian Tanah	3	5	8	3	5	7	2	4	8
	Pembuangan Tanah bekas galian	3	5	8	3	5	7	2	4	8
	Urugan Pasir	1	4	6	2	4	6	1	3	7
	Pekerjaan Lantai Kerja	4	6	9	4	7	9	3	5	8
	Pemasangan U-ditch	9	11	16	9	11	16	8	12	14

Lanjutan Tabel 5. 1 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), dan durasi paling mungkin (m)

No.	Uraian Pekerjaan	Khamami, ST			Azka, ST			Edy Setiyono, ST		
		Durasi (Hari)			Durasi (Hari)			Durasi (Hari)		
		a	m	b	a	m	b	a	m	b
16	Ruas Saluran 2C									
	Galian Tanah	6	9	14	6	9	14	7	8	13
	Pembuangan Tanah bekas galian	6	9	14	6	9	14	7	8	13
	Urugan Pasir	4	7	11	4	7	12	5	7	12
	Pekerjaan Lantai Kerja	6	8	10	5	8	11	5	8	11
	Pemasangan U-ditch	13	15	17	13	16	18	13	14	17
17	Ruas Saluran 2D									
	Galian Tanah	4	8	14	5	8	16	5	9	16
	Pembuangan Tanah bekas galian	4	8	14	5	8	16	5	9	16
	Urugan Pasir	3	6	8	3	5	10	2	5	8
	Pekerjaan Lantai Kerja	6	8	11	5	7	11	6	7	12
	Pemasangan U-ditch	11	14	19	11	14	17	12	14	17
18	Ruas Saluran 1D									
	Galian Tanah	10	13	17	9	11	18	10	13	17
	Pembuangan Tanah bekas galian	10	13	17	9	11	18	10	13	17

Lanjutan Tabel 5. 1 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), dan durasi paling mungkin (m)

No.	Uraian Pekerjaan	Khamami, ST			Azka, ST			Edy Setiyono, ST		
		Durasi (Hari)			Durasi (Hari)			Durasi (Hari)		
		a	m	b	a	m	b	a	m	b
	Urugan Pasir	8	11	16	8	10	16	9	11	17
	Pekerjaan Lantai Kerja	7	12	15	7	12	14	8	11	14
	Pemasangan U-ditch	22	26	30	23	26	30	22	26	30
19	Ruas Saluran 1C									
	Galian Tanah	12	14	17	10	14	17	11	15	18
	Pembuangan Tanah bekas galian	12	14	17	10	14	17	11	15	18
	Urugan Pasir	9	12	16	8	10	16	9	12	17
	Pekerjaan Lantai Kerja	11	13	16	9	12	14	10	12	15
	Pemasangan U-ditch	23	26	28	23	26	28	21	24	26
20	Ruas Saluran 2E									
	Galian Tanah	8	11	13	8	11	14	7	10	13
	Pembuangan Tanah bekas galian	8	11	13	8	11	14	7	10	13
	Urugan Pasir	5	9	12	5	9	12	6	9	11
	Pekerjaan Lantai Kerja	6	9	13	5	9	14	5	8	13
	Pemasangan U-ditch	11	15	19	11	15	21	10	16	19

Lanjutan Tabel 5. 1 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), dan durasi paling mungkin (m)

No.	Uraian Pekerjaan	Khamami, ST			Azka, ST			Edy Setiyono, ST		
		Durasi (Hari)			Durasi (Hari)			Durasi (Hari)		
		a	m	b	a	m	b	a	m	b
24	Ruas Saluran M3									
	Galian Tanah	7	10	14	8	10	14	7	9	12
	Pembuangan Tanah bekas galian	7	10	14	8	10	14	7	9	12
	Urugan Pasir	5	8	10	5	7	11	4	7	9
	Pekerjaan Lantai Kerja	8	10	13	8	11	13	7	10	12
	Pemasangan Box Coulvvert	16	20	24	17	21	24	17	21	23
	Pekerjaan Urugan	9	12	19	9	12	18	8	11	19

Dari data hasil wawancara diatas dilakukan perhitungan probability dengan mengambil nilai tengahnya atau diambil rata-rata dengan rumus sebagai berikut:

x = Nilai rata-rata

N = Jumlah total nilai $x = \frac{N}{n}$

n = Banyaknya data

1. Perhitungan rata-rata nilai durasi optimis (a) pada pekerjaan galian tanah ruas saluran 1A adalah sebagai berikut:

Khamami, ST = 5 hari

Azka, ST = 5 hari

Edy Setiyono, ST = 4 hari

maka,

$$x = \frac{5+5+4}{3}$$

$$x = \frac{14}{3}$$

$$x = 4.7$$

Berikut rekapitulasi perhitungan rata-rata nilai (a), (b), dan (m) dapat dilihat pada Tabel 5.2

Tabel 5. 2 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), durasi paling mungkin (m)

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)		
		a	m	b
1	Ruas Saluran 1A			
	Galian Tanah	4.7	7.7	12.3
	Pembuangan Tanah bekas galian	4.7	7.7	12.3
	Urugan Pasir	3.7	5.3	8.3
	Pekerjaan Lantai Kerja	7.7	9.3	11.7
	Pemasangan U-ditch	12.3	15.3	21.7
2	Ruas Saluran 6A			
	Galian Tanah	7.7	10.7	15.7

Lanjutan Tabel 5. 2 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), durasi paling mungkin (m)

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)		
		a	m	b
	Pembuangan Tanah bekas galian	7.7	10.7	15.7
	Urugan Pasir	6.3	8.3	12.3
	Pekerjaan Lantai Kerja	9.7	11.7	14.7
	Pemasangan U-ditch	17.3	21.7	27.7
3	Ruas Saluran 6B			
	Galian Tanah	9.3	11.7	15.3
	Pembuangan Tanah bekas galian	9.3	11.7	15.3
	Urugan Pasir	7.7	10.0	13.7
	Pekerjaan Lantai Kerja	10.7	13.3	15.7
	Pemasangan U-ditch	15.7	20.7	25.0
4	Ruas Saluran 7A			
	Galian Tanah	1.0	3.3	5.0
	Pembuangan Tanah bekas galian	1.0	3.3	5.0
	Urugan Pasir	1.0	2.3	4.3
	Pekerjaan Lantai Kerja	2.3	4.7	7.0
	Pemasangan U-ditch	3.7	7.7	14.3
5	Ruas Saluran 7B			
	Galian Tanah	1.7	3.3	5.3
	Pembuangan Tanah bekas galian	1.7	3.3	5.3
	Urugan Pasir	1.7	2.7	5.0
	Pekerjaan Lantai Kerja	2.7	4.7	7.0
	Pemasangan U-ditch	4.7	7.0	10.3
6	Ruas Saluran 8A			
	Galian Tanah	11.3	14.7	17.7
	Pembuangan Tanah bekas galian	11.3	14.7	17.7
	Urugan Pasir	8.7	12.3	14.7
	Pekerjaan Lantai Kerja	12.7	15.3	18.7

Lanjutan Tabel 5. 2 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), durasi paling mungkin (m)

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)		
		a	m	b
	Pemasangan U-ditch	24.7	27.7	29.3
7	Ruas Saluran 8B			
	Galian Tanah	4.7	7.3	9.3
	Pembuangan Tanah bekas galian	4.7	7.3	9.3
	Urugan Pasir	2.7	5.0	8.3
	Pekerjaan Lantai Kerja	5.7	7.0	9.3
	Pemasangan U-ditch	10.7	13.3	15.0
8	Ruas Saluran 8C			
	Galian Tanah	5.0	8.0	11.3
	Pembuangan Tanah bekas galian	5.0	8.0	11.3
	Urugan Pasir	4.0	6.7	9.3
	Pekerjaan Lantai Kerja	5.0	7.3	9.3
	Pemasangan U-ditch	12.0	14.0	16.7
9	Ruas Saluran 6C			
	Galian Tanah	6.3	8.7	13.3
	Pembuangan Tanah bekas galian	6.3	8.7	13.3
	Urugan Pasir	5.0	7.0	9.3
	Pekerjaan Lantai Kerja	6.3	8.3	10.0
	Pemasangan U-ditch	12.3	14.3	16.7
10	Ruas Saluran 6D			
	Galian Tanah	7.7	10.3	12.3
	Pembuangan Tanah bekas galian	7.7	10.3	12.3
	Urugan Pasir	6.0	7.3	10.7
	Pekerjaan Lantai Kerja	7.7	9.0	12.7
	Pemasangan U-ditch	13.7	16.3	19.3
11	Ruas Saluran 1B			
	Galian Tanah	5.7	9.3	13.3

Lanjutan Tabel 5. 2 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), durasi paling mungkin (m)

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)		
		a	m	b
	Pembuangan Tanah bekas galian	5.7	9.3	13.3
	Urugan Pasir	4.3	6.3	11.3
	Pekerjaan Lantai Kerja	6.3	8.3	10.7
	Pemasangan U-ditch	11.3	14.3	16.7
12	Ruas Saluran 4A			
	Galian Tanah	11.0	15.3	18.7
	Pembuangan Tanah bekas galian	11.0	15.3	18.7
	Urugan Pasir	8.7	13.0	16.7
	Pekerjaan Lantai Kerja	11.3	14.7	17.7
	Pemasangan U-ditch	25.3	27.7	29.7
13	Ruas Saluran 4B			
	Galian Tanah	13.3	15.7	20.3
	Pembuangan Tanah bekas galian	13.3	15.7	20.3
	Urugan Pasir	10.7	13.3	16.3
	Pekerjaan Lantai Kerja	12.3	14.7	17.7
	Pemasangan U-ditch	24.3	28.7	31.7
14	Ruas Saluran 2A			
	Galian Tanah	2.3	5.7	8.7
	Pembuangan Tanah bekas galian	2.3	5.7	8.7
	Urugan Pasir	1.3	3.7	6.3
	Pekerjaan Lantai Kerja	3.7	5.7	8.7
	Pemasangan U-ditch	7.7	11.3	13.7
15	Ruas Saluran 2B			
	Galian Tanah	2.7	4.7	7.7
	Pembuangan Tanah bekas galian	2.7	4.7	7.7
	Urugan Pasir	1.3	3.7	6.3
	Pekerjaan Lantai Kerja	3.7	6.0	8.7

Lanjutan Tabel 5. 2 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), durasi paling mungkin (m)

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)		
		a	m	b
	Pemasangan U-ditch	8.7	11.3	15.3
16	Ruas Saluran 2C			
	Galian Tanah	6.3	8.7	13.7
	Pembuangan Tanah bekas galian	6.3	8.7	13.7
	Urugan Pasir	4.3	7.0	11.7
	Pekerjaan Lantai Kerja	5.3	8.0	10.7
	Pemasangan U-ditch	13.0	15.0	17.3
17	Ruas Saluran 2D			
	Galian Tanah	4.7	8.3	15.3
	Pembuangan Tanah bekas galian	4.7	8.3	15.3
	Urugan Pasir	2.7	5.3	8.7
	Pekerjaan Lantai Kerja	5.7	7.3	11.3
	Pemasangan U-ditch	11.3	14.0	17.7
18	Ruas Saluran 1D			
	Galian Tanah	9.7	12.3	17.3
	Pembuangan Tanah bekas galian	9.7	12.3	17.3
	Urugan Pasir	8.3	10.7	16.3
	Pekerjaan Lantai Kerja	7.3	11.7	14.3
	Pemasangan U-ditch	22.3	26.0	30.0
19	Ruas Saluran 1C			
	Galian Tanah	11.0	14.3	17.3
	Pembuangan Tanah bekas galian	11.0	14.3	17.3
	Urugan Pasir	8.7	11.3	16.3
	Pekerjaan Lantai Kerja	10.0	12.3	15.0
	Pemasangan U-ditch	22.3	25.3	27.3
20	Ruas Saluran 2E			
	Galian Tanah	7.7	10.7	13.3

Lanjutan Tabel 5. 2 Data durasi optimis (a), durasi pesimis (b), durasi paling mungkin (m)

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)		
		a	m	b
	Pembuangan Tanah bekas galian	7.7	10.7	13.3
	Urugan Pasir	5.3	9.0	11.7
	Pekerjaan Lantai Kerja	5.3	8.7	13.3
	Pemasangan U-ditch	10.7	15.3	19.7
21	Ruas Saluran 2F			
	Galian Tanah	8.3	11.7	15.3
	Pembuangan Tanah bekas galian	8.3	11.7	15.3
	Urugan Pasir	5.7	9.3	14.7
	Pekerjaan Lantai Kerja	7.3	9.7	13.3
	Pemasangan U-ditch	13.3	16.3	19.3
22	Ruas Saluran M1			
	Pemasangan pintu air	10.7	12.3	15.7
23	Ruas Saluran M2			
	Galian Tanah	2.3	4.3	6.7
	Pembuangan Tanah bekas galian	2.3	4.3	6.7
	Urugan Pasir	1.7	3.3	6.7
	Pekerjaan Lantai Kerja	4.0	6.7	9.3
	Pemasangan Box Couvert	6.3	8.7	12.7
	Pekerjaan Urugan	6.0	7.7	10.3
24	Ruas Saluran M3			
	Galian Tanah	7.3	9.7	13.3
	Pembuangan Tanah bekas galian	7.3	9.7	13.3
	Urugan Pasir	4.7	7.3	10.0
	Pekerjaan Lantai Kerja	7.7	10.3	12.7
	Pemasangan Box Couvert	16.7	20.7	23.7
	Pekerjaan Urugan	8.7	11.7	18.7

5.2 ANALISIS DURASI YANG DIHARAPKAN (TE)

5.2.1 Durasi yang Diharapkan (TE) Pada Pekerjaan Rincian

Pada pembuatan jadwal atau *time schedule* proyek, setelah menentukan estimasi angka-angka durasi optimis (a), durasi pesimis (b), dan durasi paling mungkin (m), maka selanjutnya adalah merumuskan hubungan ketiga angka tersebut menjadi satu angka yaitu durasi yang diharapkan (*expected duration time*, TE). Durasi yang diharapkan (TE) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Perhitungan durasi yang diharapkan (TE) adalah sebagai berikut.

1. Perhitungan TE pada pekerjaan galian tanah ruas saluran 1

Durasi optimis (a) = 4.7 hari

Durasi pesimis (b) = 12.3 hari

Durasi paling mungkin (m) = 7.7 hari

maka,

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

$$TE = \frac{4.7+4(7.7)+12.3}{6}$$

$$= 7.94 \text{ hari}$$

2. Perhitungan TE pada pekerjaan urugan pasir ruas saluran 1

Durasi optimis (a) = 3.7 hari

Durasi pesimis (b) = 8.3 hari

Durasi paling mungkin (m) = 5.3 hari

maka,

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

$$TE = \frac{3.7+4(5.3)+8.3}{6}$$

$$= 5.56 \text{ hari}$$

Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan durasi yang diharapkan (TE) dapat dilihat pada Tabel 5.3

Tabel 5. 3 Rekapitulasi durasi yang diharapkan (TE) pada pekerjaan rincian

No.	Uraian Pekerjaan	TE (Hari)
1	Ruas Saluran 1A	
	Galian Tanah	7.94
	Pembuangan Tanah bekas galian	7.94
	Urugan Pasir	5.56
	Pekerjaan Lantai Kerja	9.44
	Pemasangan U-ditch	15.89
2	Ruas Saluran 6A	
	Galian Tanah	11.00
	Pembuangan Tanah bekas galian	11.00
	Urugan Pasir	8.67
	Pekerjaan Lantai Kerja	11.83
	Pemasangan U-ditch	21.94
3	Ruas Saluran 6B	
	Galian Tanah	11.89
	Pembuangan Tanah bekas galian	11.89
	Urugan Pasir	10.22
	Pekerjaan Lantai Kerja	13.28
	Pemasangan U-ditch	20.56
4	Ruas Saluran 7A	
	Galian Tanah	3.22
	Pembuangan Tanah bekas galian	3.22
	Urugan Pasir	2.44
	Pekerjaan Lantai Kerja	4.67
	Pemasangan U-ditch	8.11
5	Ruas Saluran 7B	
	Galian Tanah	3.39
	Pembuangan Tanah bekas galian	3.39
	Urugan Pasir	2.89
	Pekerjaan Lantai Kerja	4.72
	Pemasangan U-ditch	7.17

Lanjutan Tabel 5. 3 Rekapitulasi durasi yang diharapkan (TE) pada pekerjaan rincian

No.	Uraian Pekerjaan	TE (Hari)
6	Ruas Saluran 8A	
	Galian Tanah	14.61
	Pembuangan Tanah bekas galian	14.61
	Urugan Pasir	12.11
	Pekerjaan Lantai Kerja	15.44
	Pemasangan U-ditch	27.44
7	Ruas Saluran 8B	
	Galian Tanah	7.22
	Pembuangan Tanah bekas galian	7.22
	Urugan Pasir	5.17
	Pekerjaan Lantai Kerja	7.17
	Pemasangan U-ditch	13.17
8	Ruas Saluran 8C	
	Galian Tanah	8.06
	Pembuangan Tanah bekas galian	8.06
	Urugan Pasir	6.67
	Pekerjaan Lantai Kerja	7.28
	Pemasangan U-ditch	14.11
9	Ruas Saluran 6C	
	Galian Tanah	9.06
	Pembuangan Tanah bekas galian	9.06
	Urugan Pasir	7.06
	Pekerjaan Lantai Kerja	8.28
	Pemasangan U-ditch	14.39
10	Ruas Saluran 6D	
	Galian Tanah	10.22
	Pembuangan Tanah bekas galian	10.22
	Urugan Pasir	7.67
	Pekerjaan Lantai Kerja	9.39
	Pemasangan U-ditch	16.39

Lanjutan Tabel 5. 3 Rekapitulasi durasi yang diharapkan (TE) pada pekerjaan rincian

No.	Uraian Pekerjaan	TE (Hari)
11	Ruas Saluran 1B	
	Galian Tanah	9.39
	Pembuangan Tanah bekas galian	9.39
	Urugan Pasir	6.83
	Pekerjaan Lantai Kerja	8.39
	Pemasangan U-ditch	14.22
12	Ruas Saluran 4A	
	Galian Tanah	15.17
	Pembuangan Tanah bekas galian	15.17
	Urugan Pasir	12.89
	Pekerjaan Lantai Kerja	14.61
	Pemasangan U-ditch	27.61
13	Ruas Saluran 4B	
	Galian Tanah	16.06
	Pembuangan Tanah bekas galian	16.06
	Urugan Pasir	13.39
	Pekerjaan Lantai Kerja	14.78
	Pemasangan U-ditch	28.44
14	Ruas Saluran 2A	
	Galian Tanah	5.61
	Pembuangan Tanah bekas galian	5.61
	Urugan Pasir	3.72
	Pekerjaan Lantai Kerja	5.83
	Pemasangan U-ditch	11.11
15	Ruas Saluran 2B	
	Galian Tanah	4.83
	Pembuangan Tanah bekas galian	4.83
	Urugan Pasir	3.72
	Pekerjaan Lantai Kerja	6.06
	Pemasangan U-ditch	11.56

Lanjutan Tabel 5. 3 Rekapitulasi durasi yang diharapkan (TE) pada pekerjaan rincian

No.	Uraian Pekerjaan	TE (Hari)
16	Ruas Saluran 2C	
	Galian Tanah	9.11
	Pembuangan Tanah bekas galian	9.11
	Urugan Pasir	7.33
	Pekerjaan Lantai Kerja	8.00
	Pemasangan U-ditch	15.06
17	Ruas Saluran 2D	
	Galian Tanah	8.89
	Pembuangan Tanah bekas galian	8.89
	Urugan Pasir	5.44
	Pekerjaan Lantai Kerja	7.72
	Pemasangan U-ditch	14.17
18	Ruas Saluran 1D	
	Galian Tanah	12.72
	Pembuangan Tanah bekas galian	12.72
	Urugan Pasir	11.22
	Pekerjaan Lantai Kerja	11.39
	Pemasangan U-ditch	26.06
19	Ruas Saluran 1C	
	Galian Tanah	14.28
	Pembuangan Tanah bekas galian	14.28
	Urugan Pasir	11.72
	Pekerjaan Lantai Kerja	12.39
	Pemasangan U-ditch	25.17
20	Ruas Saluran 2E	
	Galian Tanah	10.61
	Pembuangan Tanah bekas galian	10.61
	Urugan Pasir	8.83
	Pekerjaan Lantai Kerja	8.89
	Pemasangan U-ditch	15.28

Lanjutan Tabel 5. 3 Rekapitulasi durasi yang diharapkan (TE) pada pekerjaan rincian

No.	Uraian Pekerjaan	TE (Hari)
21	Ruas Saluran 2F	
	Galian Tanah	11.72
	Pembuangan Tanah bekas galian	11.72
	Urugan Pasir	9.61
	Pekerjaan Lantai Kerja	9.89
	Pemasangan U-ditch	16.33
22	Ruas Saluran M1	
	Pemasangan pintu air	12.61
23	Ruas Saluran M2	
	Galian Tanah	4.39
	Pembuangan Tanah bekas galian	4.39
	Urugan Pasir	3.61
	Pekerjaan Lantai Kerja	6.67
	Pemasangan Box Coulvvert	8.94
	Pekerjaan Urugan	7.83
24	Ruas Saluran M3	
	Galian Tanah	9.89
	Pembuangan Tanah bekas galian	9.89
	Urugan Pasir	7.33
	Pekerjaan Lantai Kerja	10.28
	Pemasangan Box Coulvvert	20.50
	Pekerjaan Urugan	12.33

5.2.2 Analisis Deviasi Standar Kegiatan dan Varians Kegiatan pada Pekerjaan Rincian

Estimasi kurun waktu kegiatan metode PERT memakai rentang waktu dan bukan satu kurun waktu yang pasti. Rentang waktu ini menandai derajat ketidakpastian yang berkaitan dengan proses estimasi kurun waktu kegiatan. Besarnya derajat ketidakpastian ini tergantung dari besarnya angka yang diperkirakan untuk a dan b. Dalam metode PERT, parameter yang menjelaskan

masalah ini dikenal sebagai deviasi standar dan varians (Soeharto, 1995). Semakin kecil nilai varians yang didapat, maka menunjukkan bahwa semakin pasti suatu kegiatan dapat diselesaikan, dan sebaliknya. Nilai deviasi standar (S) dan varians (V) pekerjaan utama diambil dari nilai deviasi standard an varians terbesar pada pekerjaan rincian. Berikut merupakan contoh dari perhitungan deviasi standar dan varians.

1. Nilai deviasi standar dan varians pekerjaan galian tanah ruas saluran 1A

Durasi optimis (a) = 4.7 hari

Durasi pesimis (b) = 12.3 hari

maka,

$$S = \left(\frac{1}{6}\right) (b-a)$$

$$= \left(\frac{1}{6}\right) (12.3-4.7)$$

$$= 1.28$$

$$V = S^2$$

$$= 1.28^2$$

$$= 1.63$$

2. Nilai deviasi standar dan varians pekerjaan pembuangan tanah bekas galian ruas saluran 1A

Durasi optimis (a) = 4.7 hari

Durasi pesimis (b) = 12.3 hari

maka,

$$S = \left(\frac{1}{6}\right) (b-a)$$

$$= \left(\frac{1}{6}\right) (12.3-4.7)$$

$$= 1.28$$

$$V = S^2$$

$$= 1.28^2$$

$$= 1.63$$

Berikut merupakan rekapitulasi nilai deviasi standar dan varians pekerjaan rincian dapat dilihat pada Tabel 5.4

Tabel 5. 4 Rekapitulasi nilai deviasi standar dan varians pekerjaan rincian

No.	Uraian Pekerjaan	Deviasi Standar (S)	Varians (V)
1	Ruas Saluran 1A		
	Galian Tanah	1.28	1.63
	Pembuangan Tanah bekas galian	1.28	1.63
	Urugan Pasir	0.78	0.60
	Pekerjaan Lantai Kerja	0.67	0.44
	Pemasangan U-ditch	1.56	2.42
2	Ruas Saluran 6A		
	Galian Tanah	1.33	1.78
	Pembuangan Tanah bekas galian	1.33	1.78
	Urugan Pasir	1.00	1.00
	Pekerjaan Lantai Kerja	0.83	0.69
	Pemasangan U-ditch	1.72	2.97
3	Ruas Saluran 6B		
	Galian Tanah	1.00	1.00
	Pembuangan Tanah bekas galian	1.00	1.00
	Urugan Pasir	1.00	1.00
	Pekerjaan Lantai Kerja	0.83	0.69
	Pemasangan U-ditch	1.56	2.42
4	Ruas Saluran 7A		
	Galian Tanah	0.67	0.44
	Pembuangan Tanah bekas galian	0.67	0.44
	Urugan Pasir	0.56	0.31
	Pekerjaan Lantai Kerja	0.78	0.60
	Pemasangan U-ditch	1.78	3.16
5	Ruas Saluran 7B		
	Galian Tanah	0.61	0.37
	Pembuangan Tanah bekas galian	0.61	0.37
	Urugan Pasir	0.56	0.31
	Pekerjaan Lantai Kerja	0.72	0.52

**Lanjutan Tabel 5. 4 Rekapitulasi nilai deviasi standar dan varians pekerjaan
rincian**

No.	Uraian Pekerjaan	Deviasi Standar (S)	Varians (V)
	Pemasangan U-ditch	0.94	0.89
6	Ruas Saluran 8A		
	Galian Tanah	1.06	1.11
	Pembuangan Tanah bekas galian	1.06	1.11
	Urugan Pasir	1.00	1.00
	Pekerjaan Lantai Kerja	1.00	1.00
	Pemasangan U-ditch	0.78	0.60
7	Ruas Saluran 8B		
	Galian Tanah	0.78	0.60
	Pembuangan Tanah bekas galian	0.78	0.60
	Urugan Pasir	0.94	0.89
	Pekerjaan Lantai Kerja	0.61	0.37
	Pemasangan U-ditch	0.72	0.52
8	Ruas Saluran 8C		
	Galian Tanah	1.06	1.11
	Pembuangan Tanah bekas galian	1.06	1.11
	Urugan Pasir	0.89	0.79
	Pekerjaan Lantai Kerja	0.72	0.52
	Pemasangan U-ditch	0.78	0.60
9	Ruas Saluran 6C		
	Galian Tanah	1.17	1.36
	Pembuangan Tanah bekas galian	1.17	1.36
	Urugan Pasir	0.72	0.52
	Pekerjaan Lantai Kerja	0.61	0.37
	Pemasangan U-ditch	0.72	0.52
10	Ruas Saluran 6D		
	Galian Tanah	0.78	0.60
	Pembuangan Tanah bekas galian	0.78	0.60
	Urugan Pasir	0.78	0.60

**Lanjutan Tabel 5. 4 Rekapitulasi nilai deviasi standar dan varians pekerjaan
rincian**

No.	Uraian Pekerjaan	Deviasi Standar (S)	Varians (V)
	Pekerjaan Lantai Kerja	0.83	0.69
	Pemasangan U-ditch	0.94	0.89
11	Ruas Saluran 1B		
	Galian Tanah	1.28	1.63
	Pembuangan Tanah bekas galian	1.28	1.63
	Urugan Pasir	1.17	1.36
	Pekerjaan Lantai Kerja	0.72	0.52
	Pemasangan U-ditch	0.89	0.79
12	Ruas Saluran 4A		
	Galian Tanah	1.28	1.63
	Pembuangan Tanah bekas galian	1.28	1.63
	Urugan Pasir	1.33	1.78
	Pekerjaan Lantai Kerja	1.06	1.11
	Pemasangan U-ditch	0.72	0.52
13	Ruas Saluran 4B		
	Galian Tanah	1.17	1.36
	Pembuangan Tanah bekas galian	1.17	1.36
	Urugan Pasir	0.94	0.89
	Pekerjaan Lantai Kerja	0.89	0.79
	Pemasangan U-ditch	1.22	1.49
14	Ruas Saluran 2A		
	Galian Tanah	1.06	1.11
	Pembuangan Tanah bekas galian	1.06	1.11
	Urugan Pasir	0.83	0.69
	Pekerjaan Lantai Kerja	0.83	0.69
	Pemasangan U-ditch	1.00	1.00
15	Ruas Saluran 2B		
	Galian Tanah	0.83	0.69
	Pembuangan Tanah bekas galian	0.83	0.69

**Lanjutan Tabel 5. 4 Rekapitulasi nilai deviasi standar dan varians pekerjaan
rincian**

No.	Uraian Pekerjaan	Deviasi Standar (S)	Varians (V)
	Urugan Pasir	0.83	0.69
	Pekerjaan Lantai Kerja	0.83	0.69
	Pemasangan U-ditch	1.11	1.23
16	Ruas Saluran 2C		
	Galian Tanah	1.22	1.49
	Pembuangan Tanah bekas galian	1.22	1.49
	Urugan Pasir	1.22	1.49
	Pekerjaan Lantai Kerja	0.89	0.79
	Pemasangan U-ditch	0.72	0.52
17	Ruas Saluran 2D		
	Galian Tanah	1.78	3.16
	Pembuangan Tanah bekas galian	1.78	3.16
	Urugan Pasir	1.00	1.00
	Pekerjaan Lantai Kerja	0.94	0.89
	Pemasangan U-ditch	1.06	1.11
18	Ruas Saluran 1D		
	Galian Tanah	1.28	1.63
	Pembuangan Tanah bekas galian	1.28	1.63
	Urugan Pasir	1.33	1.78
	Pekerjaan Lantai Kerja	1.17	1.36
	Pemasangan U-ditch	1.28	1.63
19	Ruas Saluran 1C		
	Galian Tanah	1.06	1.11
	Pembuangan Tanah bekas galian	1.06	1.11
	Urugan Pasir	1.28	1.63
	Pekerjaan Lantai Kerja	0.83	0.69
	Pemasangan U-ditch	0.83	0.69
20	Ruas Saluran 2E		
	Galian Tanah	0.94	0.89

**Lanjutan Tabel 5. 4 Rekapitulasi nilai deviasi standar dan varians pekerjaan
rincian**

No.	Uraian Pekerjaan	Deviasi Standar (S)	Varians (V)
	Pembuangan Tanah bekas galian	0.94	0.89
	Urugan Pasir	1.06	1.11
	Pekerjaan Lantai Kerja	1.33	1.78
	Pemasangan U-ditch	1.50	2.25
21	Ruas Saluran 2F		
	Galian Tanah	1.17	1.36
	Pembuangan Tanah bekas galian	1.17	1.36
	Urugan Pasir	1.50	2.25
	Pekerjaan Lantai Kerja	1.00	1.00
	Pemasangan U-ditch	1.00	1.00
22	Ruas Saluran M1		
	Pemasangan pintu air	0.83	0.69
23	Ruas Saluran M2		
	Galian Tanah	0.72	0.52
	Pembuangan Tanah bekas galian	0.72	0.52
	Urugan Pasir	0.83	0.69
	Pekerjaan Lantai Kerja	0.89	0.79
	Pemasangan Box Coulvert	1.06	1.11
	Pekerjaan Urugan	0.72	0.52
24	Ruas Saluran M3		
	Galian Tanah	1.00	1.00
	Pembuangan Tanah bekas galian	1.00	1.00
	Urugan Pasir	0.89	0.79
	Pekerjaan Lantai Kerja	0.83	0.69
	Pemasangan Box Coulvert	1.17	1.36
	Pekerjaan Urugan	1.67	2.78

5.2.3 Durasi yang Diharapkan (TE) Pada Pekerjaan Utama

Pada analisis penjadwalan ulang dalam tugas akhir ini, durasi yang digunakan adalah durasi pada pekerjaan utama. Durasi pekerjaan utama didapat dari hasil durasi yang diharapkan (TE) pada pekerjaan rincian yang dihitung menggunakan metode Bar-Chat atas dasar asumsi dan pengalaman dari pelaksana proyek. Berikut merupakan contoh perhitungan durasi pekerjaan utama.

1. Pekerjaan ruas saluran 1A

Durasi (TE) pada masing-masing pekerjaan rincian:

- a. Galian tanah = 7.94 hari
- b. Pembuangan tanah bekas galian = 7.94 hari
- c. Urugan pasir = 5.56 hari
- d. Pekerjaan lantai kerja = 9.44 hari
- e. Pemasangan U-ditch = 15.89 hari

Perhitungan durasi pekerjaan utama dapat dilihat di Tabel 5.5

Tabel 5. 5 Perhitungan durasi pekerjaan ruas saluran 1A

A Ruas Saluran 1A	TE (hari)	
1 Galian Tanah	7.94	
2 Pembuangan Tanah bekas galian	7.94	
3 Urugan Pasir	5.56	
4 Pekerjaan Lantai Kerja	9.44	
5 Pemasangan U-ditch	15.89	

Berdasarkan perhitungan Tabel 5.5, didapat durasi pekerjaan utama ruas saluran 1A selama 23.83 hari.

2. Pekerjaan ruas saluran 6A

Durasi (TE) pada masing-masing pekerjaan rincian:

- a. Galian tanah = 11 hari
- b. Pembuangan tanah bekas galian = 11 hari
- c. Urugan pasir = 8.67 hari
- d. Pekerjaan lantai kerja = 11.83 hari
- e. Pemasangan U-ditch = 21.94 hari

Perhitungan durasi pekerjaan utama dapat dilihat di Tabel 5.6

Tabel 5. 6 Perhitungan durasi pekerjaan ruas saluran 6A

B	Ruas Saluran 6A	TE (hari)	
1	Galian Tanah	11.00	
2	Pembuangan Tanah bekas	11.00	
3	Urugan Pasir	8.67	
4	Pekerjaan Lantai Kerja	11.83	
5	Pemasangan U-ditch	21.94	

Berdasarkan perhitungan Tabel 5.6, didapat durasi pekerjaan utama ruas saluran 6A selama 32.94 hari. Kemudian, setelah dilakukan perhitungan yang diharapkan (TE) pada pekerjaan utama, didapat hasil rekapitulasi pada Tabel 5.7 berikut.

Tabel 5. 7 Durasi yang diharapkan (TE) pada pekerjaan utama

No.	Uraian Pekerjaan	TE (Hari)
1	Ruas Saluran 1A	23.83
2	Ruas Saluran 6A	32.94
3	Ruas Saluran 6B	32.44
4	Ruas Saluran 7A	11.33
5	Ruas Saluran 7B	10.56
6	Ruas Saluran 8A	42.06
7	Ruas Saluran 8B	20.39
8	Ruas Saluran 8C	22.17
9	Ruas Saluran 6C	23.44
10	Ruas Saluran 6D	26.61
11	Ruas Saluran 1B	23.61
12	Ruas Saluran 4A	42.78
13	Ruas Saluran 4B	44.50
14	Ruas Saluran 2A	16.72
15	Ruas Saluran 2B	16.39
16	Ruas Saluran 2C	24.17
17	Ruas Saluran 2D	23.06
18	Ruas Saluran 1D	38.78
19	Ruas Saluran 1C	39.44
20	Ruas Saluran 2E	25.89
21	Ruas Saluran 2F	28.06
22	Ruas Saluran M1	12.61
23	Ruas Saluran M2	21.17
24	Ruas Saluran M3	42.72

5.2.4 Analisis Deviasi Standar Kegiatan dan Varians Kegiatan pada Pekerjaan Utama

Setelah mendapatkan nilai deviasi standar dan varians pekerjaan rincian, selanjutnya menentukan nilai S dan V pada pekerjaan utama. Nilai S dan V didapat dari penjumlahan nilai S dan V pada pekerjaan galian tanah dan pemasangan U-ditch pada setiap pekerjaan. Berikut merupakan rekapitulasi nilai deviasi standar dan varians pekerjaan utama dapat dilihat pada Tabel 5.8

Tabel 5. 8 Rekapitulasi nilai deviasi standar dan varians pekerjaan utama

No.	Uraian Pekerjaan	Deviasi Standar (S)	Varians (V)
1	Ruas Saluran 1A	2.83	4.05
2	Ruas Saluran 6A	3.06	4.74
3	Ruas Saluran 6B	2.56	3.42
4	Ruas Saluran 7A	2.44	3.60
5	Ruas Saluran 7B	1.56	1.27
6	Ruas Saluran 8A	1.83	1.72
7	Ruas Saluran 8B	1.50	1.13
8	Ruas Saluran 8C	1.83	1.72
9	Ruas Saluran 6C	1.89	1.88
10	Ruas Saluran 6D	1.72	1.50
11	Ruas Saluran 1B	2.17	2.42
12	Ruas Saluran 4A	2.00	2.15
13	Ruas Saluran 4B	2.39	2.85
14	Ruas Saluran 2A	2.06	2.11
15	Ruas Saluran 2B	1.94	1.93
16	Ruas Saluran 2C	1.94	2.02
17	Ruas Saluran 2D	2.83	4.27
18	Ruas Saluran 1D	2.56	3.27
19	Ruas Saluran 1C	1.89	1.81
20	Ruas Saluran 2E	2.44	3.14
21	Ruas Saluran 2F	2.17	2.36
22	Ruas Saluran M1	0.83	0.69
23	Ruas Saluran M2	2.50	2.16
24	Ruas Saluran M3	3.83	5.14

5.3 ANALISIS PENJADWALAN PROYEK

5.3.1 Analisis Penjadwalan dengan *Manual Network Diagram*

Activity on arrow atau arrow diagram terdiri dari anak panah dan lingkaran atau segi empat. Anak panah menggambarkan kegiatan atau aktivitas, sedangkan lingkaran atau segi empat menggambarkan kejadian (event). Dimulai dengan wawancara kemudian menyiapkan dan menyusun daftar kegiatan atau pekerjaan dalam rencana proyek, rangkaian kegiatan disajikan dalam Tabel 5.7. Predecessor dibuat berdasarkan wawancara terhadap site engineer proyek. Hasil penggambaran arrow diagram dan perhitungan durasinya dapat dilihat pada Lampiran 1. Berikut Tabel 5.9

Tabel 5.9 Rangkaian kegiatan dan durasi pekerjaan

Kegiatan	Pekerjaan	Predecessor	Durasi (Hari)
A	Ruas Saluran 6D	-	26.61
B	Ruas Saluran 8C	A	22.17
C	Ruas Saluran 8B	A	20.39
D	Ruas Saluran 8A	B,C	42.06
E	Ruas Saluran 6A	D	32.94
F	Ruas Saluran 4B	E	44.50
G	Ruas Saluran 2B	F	16.39
H	Ruas Saluran 2A	F	16.72
I	Ruas Saluran 4A	G,H	42.78
J	Ruas Saluran 2C	I	24.17
K	Ruas Saluran 2D	I	23.06
L	Ruas Saluran 6C	-	23.44
M	Ruas Saluran 7B	L	10.56
N	Ruas Saluran 7A	L	11.33
O	Ruas Saluran 6B	M,N	32.44
P	Ruas Saluran 1A	O	23.83
Q	Ruas Saluran 1B	O	23.61
R	Ruas Saluran 2F	P,Q	28.06
S	Ruas Saluran 2E	P,Q	25.89
T	Ruas Saluran 1D	R,S	38.78
U	Ruas Saluran 1C	T	39.44
V	Ruas Saluran M3	U	42.72
W	Ruas Saluran M2	J,K,V	21.17
X	Ruas Saluran M1	V,W	12.61

5.3.2 Menghitung Nilai EET (*Earliest Event Time*)

Menghitung besarnya nilai EET digunakan perhitungan ke depan (Forward Analysis), mulai dari kegiatan paling awal dan dilanjutkan dengan kegiatan berikutnya (Ervianto, 2003). Hasil dari perhitungan nilai EET dalam arrow diagram dapat dilihat pada Lampiran 1.

5.3.3 Menghitung Nilai LET (*Latest Event Time*)

Menghitung besarnya nilai LET digunakan perhitungan ke belakang (Backward Analysis), mulai dari kegiatan paling akhir dan dilanjutkan dengan kegiatan sebelumnya (Ervianto, 2003). Hasil dari perhitungan nilai LET dapat dilihat pada Lampiran 1.

5.3.4 Analisis Target Jadwal Penyelesaian (TD)

Sesuai jalur kritis yang diperoleh dari hasil analisis pada kegiatan tersebut, maka didapat jumlah total durasi yang diharapkan (TE) = 286 hari dan total varians kegiatan (V) = 61.36. Hubungan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target T(d) pada metode PERT dinyatakan dengan z dan dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Deviasi } z = \frac{T(d) - TE}{S^2} \text{ dimana } S^2 = V$$

Untuk mengetahui kemungkinan (*probability*) proyek selesai pada target yang diinginkan T(d), maka diasumsikan target penyelesaiannya yaitu T(d) = 210 hari.

Dihitung z :

$$V = S^2 = 61.36$$

$$Z = \frac{T(d) - T}{S^2} = \frac{210 - 286}{61.36} = \frac{-7}{61.36} = -1.24$$

Dengan angka z = -1.24 (lihat pada table distribusi Apendiks-II) diperoleh angka $0.1075 \times 100\% = 10.75\%$. Maka, kemungkinan (*probability*) proyek selesai pada target Td = 210 hari adalah sebesar 10.75%.

Tabel 5. 10 *Apendix II*

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05
-3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003
-3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004
-3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0005	.0006
-3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008
-3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011
-2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016
-2.8	.0025	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022
-2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030
-2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040
-2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054
-2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071
-2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094
-2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122
-2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158
-2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202
-1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256
-1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322
-1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401
-1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495
-1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606
-1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735
-1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885
-1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056
-1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251
-1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469

5.4 PEMBAHASAN

Dari hasil analisis dan perhitungan yang sudah dilakukan dengan menggunakan metode PERT dan digambarkan pada *Network Diagram* maka didapat waktu ideal pada setiap uraian pekerjaan proyek. Waktu ideal ini didapatkan dengan menghitung variabel durasi optimis (a), durasi pesimis (b), dan durasi paling mungkin (m).

Setelah didapatkan waktu ideal pada setiap uraian pekerjaan proyek, dilakukan perhitungan waktu ideal pekerjaan utama proyek yang berdasarkan asumsi dan pengalaman dari pelaksana proyek. Kemudian dilakukan penyusunan pekerjaan utama berdasarkan predecessor yang ada. Setelah tersusunnya setiap pekerjaan maka digambarkan hasil durasi ideal ke *Network Diagram* berupa AOA (*Activity on Arrow*). Lalu dari sini dapat dimulai perhitungan *Earliest Event Time*

(EET) dan digambarkan pada *Network Diagram* dengan hasil 286 hari. Setelah menghitung *Earliest Event Time* (EET) dilakukan perhitungan *Latest Event Time* (LET) dan digambarkan pada *Network Diagram*. Durasi total dapat diidentifikasi setelah mendapatkan hasil perhitungan *Earliest Event Time* (EET) maka durasi total penjadwalan ulang proyek pembangunan drainase lingkungan kabupaten Lamongan menggunakan metode PERT adalah 286 hari.

Dari perhitungan deviasi standard dan varians kegiatan didapatkan nilai tertinggi pada pekerjaan ruas saluran 2D dan M3 dengan nilai 6.56 yang berarti semakin besar nilai varians maka semakin tidak pasti pekerjaan tersebut selesai tepat waktu, sebaliknya pada pekerjaan ruas saluran M1 dengan nilai 0.83 yang berarti pekerjaan tersebut kemungkinan selesai tepat waktu.

Dari hasil analisis menggunakan metode PERT telah disebutkan bahwa proyek pembangunan drainase lingkungan kabupaten Lamongan dapat diselesaikan dengan 286 hari, dan target selesai proyek pada jadwal rencana adalah 210 hari. Maka didapatkan kemungkinan proyek dapat selesai pada target $T(d) = 210$ hari adalah sebesar 10.75%. Berarti kemungkinan selesai jadwal rencana proyek pembangunan drainase lingkungan kabupaten Lamongan pada target tidak terlalu tinggi sehingga masih terjadi keterlambatan. Kemungkinan ini dapat terjadi dikarenakan perencanaan proyek drainase lingkungan kabupaten Lamongan kurang memperhatikan faktor-faktor dilapangan yang dapat menyebabkan proyek menjadi terhambat.

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

6.1 SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang sudah diuraikan sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Penjadwalan menggunakan metode PERT dengan *output Network Diagram* CPM pada pekerjaan menghasilkan 286 hari.
2. Jika melihat perbandingan dari jadwal rencana menggunakan metode PERT yaitu selama 286 hari dengan jadwal *existing* rencana proyek yaitu selama 210 hari yang berarti lebih lama penjadwalan ulang 76 hari, dengan perhitungan distribusi normal dan dilihat pada tabel Appendix peluang kemungkinan (*probability*) proyek selesai adalah 10.75% dalam 210 hari.

6.2 SARAN

Dari hasil analisis dan pembahasan yang sudah dilakukan, berikut beberapa saran yang akan disampaikan, antara lain:

1. Dalam merencanakan penjadwalan proyek sebaiknya menggunakan metode PERT karena metode ini mempertimbangkan segala kemungkinan yang akan terjadi, yang bersifat menghambat pelaksanaan proyek.
2. Perencana sebaiknya memperhatikan faktor-faktor yang bisa menghambat pelaksanaan proyek, sehingga dalam penyelesaian proyek mendapatkan waktu realisasinya mendekati dengan jadwal *existing*.

DAFTAR PUSTAKA

- Dannyanti, E. 2010. Optimasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus *Twin Tower Building* Pasca Sarjana UNDIP). Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ekanugraha, A. R. 2016. Evaluasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode CPM dan PERT (Studi Kasus Pembangunan Terminal Binuang Baru Kec. Binuang). Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Ervianto, W. I. 2003. Manajemen Proyek Konstruksi. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Firmansyah, A. 2017. Analisis Penjadwalan Ulang Proyek Pembangunan Rumah Sakit Pendidikan Universitas Islam Indonesia Menggunakan Metode PERT. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Halimi, J. 2018. Analisis Penjadwalan Ulang dengan Menggunakan Metode LSM (Studi Kasus : Perumahan Green Valley Rangkas Bitung). Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Hajek, V. G. 1994. Manajemen Proyek Perencanaan. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Hasmar, H. 2011. Drainase Terapan. UII Press. Yogyakarta .
- Herjanto, E. 2001. Manajemen Produksi dan Operasi. Penerbit PT Gasindo. Jakarta.
- Husen, A. 2008. Manajemen Proyek. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Kaban, S. S. B. R. 2014. Metode *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM) dalam Optimalisasi Penjadwalan Proyek. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Levin, R. I., A. K. Charles. 1987. Perencanaan dan Pengendalian dengan Metode PERT dan CPM. Penerbit Balai Aksara.
- Maharesi, R. 2002. Penjadwalan Proyek dengan Menggabungkan Metode PERT dan CPM. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Gunadarma. Jakarta.
- Notodihardjo, M. 1998. Drainase Perkotaan. Universitas Tarumanaga UPT Penerbitan. Jakarta

- Pardede, S. F. 2014. Analisis Anggaran Biaya dan Waktu Optimal dengan *Least Cost Scheduling*. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Sumatera Utara. Medan
- Rifani, H. A. 2009. Perhitungan Penjadwalan Ulang dengan Metode CPM dan PERT (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Kantor PT PLN). *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Schroeder, R. G. 2000. Manajemen Operasi: Pengambilan Keputusan Dalam Suatu Fungsi. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Siagian, P. 1987. Penelitian Operasional. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.
- Soeharto, I. 1995. Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Soetrisno, P. 1985. Dasar-Dasar Evaluasi dan Manajemen Proyek. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Supranto, I. 1997. Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional. Erlangga. Jakarta.

**KUESIONER URAIAN PEKERJAAN PROYEK DRAINASE
LINGKUNGAN KABUPATEN LAMONGAN**

Nama :

Jabatan :

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
1	Ruas Saluran 1A			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
2	Ruas Saluran 6A			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
3	Ruas Saluran 6B			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
4	Ruas Saluran 7A			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
5	Ruas Saluran 7B			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
6	Ruas Saluran 8A			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
7	Ruas Saluran 8B			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
8	Ruas Saluran 8C			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
9	Ruas Saluran 6C			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
10	Ruas Saluran 6D			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
11	Ruas Saluran 1B			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
12	Ruas Saluran 4A			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
13	Ruas Saluran 4B			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
14	Ruas Saluran 2A			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
15	Ruas Saluran 2B			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
16	Ruas Saluran 2C			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
17	Ruas Saluran 2D			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
18	Ruas Saluran 1D			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
19	Ruas Saluran 1C			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
	Pemasangan U-ditch			
20	Ruas Saluran 2E			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
21	Ruas Saluran 2F			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan U-ditch			
22	Ruas Saluran M1			
	Pemasangan pintu air			
23	Ruas Saluran M2			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan Box Couvert			
	Pekerjaan Urugan			
24	Ruas Saluran M3			
	Galian Tanah			
	Pembuangan Tanah bekas galian			
	Urugan Pasir			
	Pekerjaan Lantai Kerja			
	Pemasangan Box Couvert			
	Pekerjaan Urugan			

**KUESIONER URAIAN PEKERJAAN PROYEK DRAINASE
LINGKUNGAN KABUPATEN LAMONGAN**

Nama : *Khamami, ST*

Jabatan : *Konsultan Perencana*



No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
1	Ruas Saluran 1A			
	Galian Tanah	5	8	12
	Pembuangan Tanah bekas galian	5	8	12
	Urugan Pasir	3	5	8
	Pekerjaan Lantai Kerja	7	9	11
	Pemasangan U-ditch	12	15	22
2	Ruas Saluran 6A			
	Galian Tanah	7	11	15
	Pembuangan Tanah bekas galian	7	11	15
	Urugan Pasir	6	9	13
	Pekerjaan Lantai Kerja	9	11	14
	Pemasangan U-ditch	17	21	28
3	Ruas Saluran 6B			
	Galian Tanah	9	12	16
	Pembuangan Tanah bekas galian	9	12	16
	Urugan Pasir	8	10	13
	Pekerjaan Lantai Kerja	10	13	15
	Pemasangan U-ditch	16	21	25
4	Ruas Saluran 7A			
	Galian Tanah	1	3	5
	Pembuangan Tanah bekas galian	1	3	5

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
	Urugan Pasir	1	2	5
	Pekerjaan Lantai Kerja	2	4	7
	Pemasangan U-ditch	4	8	15
5	Ruas Saluran 7B			
	Galian Tanah	1	3	9
	Pembuangan Tanah bekas galian	1	3	5
	Urugan Pasir	1	2	5
	Pekerjaan Lantai Kerja	2	4	6
	Pemasangan U-ditch	5	7	10
6	Ruas Saluran 8A			
	Galian Tanah	11	15	18
	Pembuangan Tanah bekas galian	11	15	18
	Urugan Pasir	9	12	14
	Pekerjaan Lantai Kerja	13	15	18
	Pemasangan U-ditch	25	28	29
7	Ruas Saluran 8B			
	Galian Tanah	4	7	9
	Pembuangan Tanah bekas galian	4	7	9
	Urugan Pasir	2	5	9
	Pekerjaan Lantai Kerja	6	7	10
	Pemasangan U-ditch	11	14	15
8	Ruas Saluran 8C			
	Galian Tanah	5	8	12
	Pembuangan Tanah bekas galian	5	8	12
	Urugan Pasir	4	6	9
	Pekerjaan Lantai Kerja	5	7	10
	Pemasangan U-ditch	13	14	17

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
9	Ruas Saluran 6C			
	Galian Tanah	6	9	13
	Pembuangan Tanah bekas galian	6	9	13
	Urugan Pasir	5	7	10
	Pekerjaan Lantai Kerja	6	8	10
	Pemasangan U-ditch	12	15	17
10	Ruas Saluran 6D			
	Galian Tanah	8	10	13
	Pembuangan Tanah bekas galian	8	10	13
	Urugan Pasir	6	8	11
	Pekerjaan Lantai Kerja	7	9	12
	Pemasangan U-ditch	14	16	19
11	Ruas Saluran 1B			
	Galian Tanah	6	9	13
	Pembuangan Tanah bekas galian	6	9	13
	Urugan Pasir	5	7	12
	Pekerjaan Lantai Kerja	6	8	10
	Pemasangan U-ditch	12	14	17
12	Ruas Saluran 4A			
	Galian Tanah	11	15	18
	Pembuangan Tanah bekas galian	11	15	18
	Urugan Pasir	9	13	17
	Pekerjaan Lantai Kerja	11	14	18
	Pemasangan U-ditch	26	28	30
13	Ruas Saluran 4B			
	Galian Tanah	13	16	20
	Pembuangan Tanah bekas galian	13	16	20
	Urugan Pasir	11	14	16
	Pekerjaan Lantai Kerja	13	15	17

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
	Pemasangan U-ditch	25	20	32
14	Ruas Saluran 2A			
	Galian Tanah	2	5	9
	Pembuangan Tanah bekas galian	2	5	9
	Urugan Pasir	1	4	6
	Pekerjaan Lantai Kerja	4	6	9
	Pemasangan U-ditch	8	11	13
15	Ruas Saluran 2B			
	Galian Tanah	3	5	8
	Pembuangan Tanah bekas galian	3	5	8
	Urugan Pasir	1	4	6
	Pekerjaan Lantai Kerja	4	6	9
	Pemasangan U-ditch	9	11	16
16	Ruas Saluran 2C			
	Galian Tanah	6	9	14
	Pembuangan Tanah bekas galian	6	9	14
	Urugan Pasir	4	7	11
	Pekerjaan Lantai Kerja	6	8	10
	Pemasangan U-ditch	13	15	17
17	Ruas Saluran 2D			
	Galian Tanah	4	8	14
	Pembuangan Tanah bekas galian	4	8	14
	Urugan Pasir	3	6	8
	Pekerjaan Lantai Kerja	6	8	11
	Pemasangan U-ditch	11	14	19
18	Ruas Saluran 1D			
	Galian Tanah	10	13	17
	Pembuangan Tanah bekas galian	10	13	17

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
	Urugan Pasir	8	18	16
	Pekerjaan Lantai Kerja	7	12	15
	Pemasangan U-ditch	22	26	30
19	Ruas Saluran 1C			
	Galian Tanah	12	14	17
	Pembuangan Tanah bekas galian	12	14	17
	Urugan Pasir	9	12	16
	Pekerjaan Lantai Kerja	11	13	16
	Pemasangan U-ditch	23	26	28
20	Ruas Saluran 2E			
	Galian Tanah	8	11	13
	Pembuangan Tanah bekas galian	8	11	13
	Urugan Pasir	5	9	12
	Pekerjaan Lantai Kerja	6	9	13
	Pemasangan U-ditch	11	15	19
21	Ruas Saluran 2F			
	Galian Tanah	9	12	16
	Pembuangan Tanah bekas galian	9	12	16
	Urugan Pasir	7	10	15
	Pekerjaan Lantai Kerja	8	10	13
	Pemasangan U-ditch	12	16	20
22	Ruas Saluran M1			
	Pemasangan pintu air	10	12	15
23	Ruas Saluran M2			
	Galian Tanah	7	10	14
	Pembuangan Tanah bekas galian	7	10	14
	Urugan Pasir	5	8	10
	Pekerjaan Lantai Kerja	8	10	13

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
	Pemasangan Box Couvert	6	9	13
	Pekerjaan Urugan	5	7	10
24	Ruas Saluran M3			
	Galian Tanah	7	10	14
	Pembuangan Tanah bekas galian	7	10	14
	Urugan Pasir	5	8	10
	Pekerjaan Lantai Kerja	8	10	13
	Pemasangan Box Couvert	16	20	24
	Pekerjaan Urugan	9	12	19

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

**KUESIONER URAIAN PEKERJAAN PROYEK DRAINASE
LINGKUNGAN KABUPATEN LAMONGAN**

Nama : Azka, ST

Jabatan : Kontraktor Pelaksana

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
1	Ruas Saluran 1A			
	Galian Tanah	5	8	13
	Pembuangan Tanah bekas galian	5	8	13
	Urugan Pasir	4	6	8
	Pekerjaan Lantai Kerja	8	9	12
	Pemasangan U-ditch	12	15	21
2	Ruas Saluran 6A			
	Galian Tanah	8	11	16
	Pembuangan Tanah bekas galian	8	11	16
	Urugan Pasir	6	8	12
	Pekerjaan Lantai Kerja	9	12	15
	Pemasangan U-ditch	17	22	28
3	Ruas Saluran 6B			
	Galian Tanah	9	11	15
	Pembuangan Tanah bekas galian	9	11	15
	Urugan Pasir	7	10	14
	Pekerjaan Lantai Kerja	11	14	16
	Pemasangan U-ditch	15	20	25
4	Ruas Saluran 7A			
	Galian Tanah	1	4	5
	Pembuangan Tanah bekas galian	1	4	5

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
	Urugan Pasir	1	2	4
	Pekerjaan Lantai Kerja	2	5	7
	Pemasangan U-ditch	3	8	14
5	Ruas Saluran 7B			
	Galian Tanah	2	4	5
	Pembuangan Tanah bekas galian	2	4	5
	Urugan Pasir	2	3	5
	Pekerjaan Lantai Kerja	3	5	8
	Pemasangan U-ditch	5	7	10
6	Ruas Saluran 8A			
	Galian Tanah	11	14	18
	Pembuangan Tanah bekas galian	11	14	18
	Urugan Pasir	9	12	15
	Pekerjaan Lantai Kerja	13	15	19
	Pemasangan U-ditch	24	28	30
7	Ruas Saluran 8B			
	Galian Tanah	5	7	9
	Pembuangan Tanah bekas galian	5	7	9
	Urugan Pasir	3	5	8
	Pekerjaan Lantai Kerja	6	7	9
	Pemasangan U-ditch	11	13	15
8	Ruas Saluran 8C			
	Galian Tanah	5	8	11
	Pembuangan Tanah bekas galian	5	8	11
	Urugan Pasir	4	7	9
	Pekerjaan Lantai Kerja	5	8	9
	Pemasangan U-ditch	12	14	17

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
9	Ruas Saluran 6C			
	Galian Tanah	7	9	14
	Pembuangan Tanah bekas galian	7	9	14
	Urugan Pasir	5	7	9
	Pekerjaan Lantai Kerja	7	8	10
	Pemasangan U-ditch	12	14	16
10	Ruas Saluran 6D			
	Galian Tanah	8	11	13
	Pembuangan Tanah bekas galian	8	11	13
	Urugan Pasir	6	7	10
	Pekerjaan Lantai Kerja	8	9	13
	Pemasangan U-ditch	13	16	19
11	Ruas Saluran 1B			
	Galian Tanah	5	9	13
	Pembuangan Tanah bekas galian	5	9	13
	Urugan Pasir	4	6	11
	Pekerjaan Lantai Kerja	6	8	11
	Pemasangan U-ditch	11	15	17
12	Ruas Saluran 4A			
	Galian Tanah	11	16	19
	Pembuangan Tanah bekas galian	11	16	19
	Urugan Pasir	9	13	17
	Pekerjaan Lantai Kerja	12	15	18
	Pemasangan U-ditch	25	28	30
13	Ruas Saluran 4B			
	Galian Tanah	14	16	20
	Pembuangan Tanah bekas galian	14	16	20
	Urugan Pasir	11	13	17
	Pekerjaan Lantai Kerja	13	15	18

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
	Pemasangan U-ditch	24	28	32
14	Ruas Saluran 2A			
	Galian Tanah	3	6	9
	Pembuangan Tanah bekas galian	3	6	9
	Urugan Pasir	2	4	7
	Pekerjaan Lantai Kerja	4	6	8
	Pemasangan U-ditch	8	12	14
15	Ruas Saluran 2B			
	Galian Tanah	3	5	7
	Pembuangan Tanah bekas galian	3	5	7
	Urugan Pasir	2	4	6
	Pekerjaan Lantai Kerja	4	7	9
	Pemasangan U-ditch	9	11	16
16	Ruas Saluran 2C			
	Galian Tanah	6	9	14
	Pembuangan Tanah bekas galian	6	9	14
	Urugan Pasir	4	7	12
	Pekerjaan Lantai Kerja	5	8	11
	Pemasangan U-ditch	13	16	18
17	Ruas Saluran 2D			
	Galian Tanah	5	8	16
	Pembuangan Tanah bekas galian	5	8	16
	Urugan Pasir	3	5	10
	Pekerjaan Lantai Kerja	5	7	11
	Pemasangan U-ditch	11	14	17
18	Ruas Saluran 1D			
	Galian Tanah	9	11	18
	Pembuangan Tanah bekas galian	9	11	18

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
	Urugan Pasir	8	10	16
	Pekerjaan Lantai Kerja	7	12	14
	Pemasangan U-ditch	23	26	30
19	Ruas Saluran 1C			
	Galian Tanah	10	14	17
	Pembuangan Tanah bekas galian	10	14	17
	Urugan Pasir	8	10	16
	Pekerjaan Lantai Kerja	9	12	14
	Pemasangan U-ditch	23	26	28
20	Ruas Saluran 2E			
	Galian Tanah	8	11	14
	Pembuangan Tanah bekas galian	8	11	14
	Urugan Pasir	5	9	12
	Pekerjaan Lantai Kerja	5	9	14
	Pemasangan U-ditch	11	15	21
21	Ruas Saluran 2F			
	Galian Tanah	8	12	15
	Pembuangan Tanah bekas galian	8	12	15
	Urugan Pasir	5	9	15
	Pekerjaan Lantai Kerja	7	10	13
	Pemasangan U-ditch	14	16	19
22	Ruas Saluran M1			
	Pemasangan pintu air	12	13	16
23	Ruas Saluran M2			
	Galian Tanah	3	4	7
	Pembuangan Tanah bekas galian	3	4	7
	Urugan Pasir	2	3	8
	Pekerjaan Lantai Kerja	4	7	9

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
	Pemasangan Box Couvert	6	8	13
	Pekerjaan Urugan	6	7	10
24	Ruas Saluran M3			
	Galian Tanah	8	10	14
	Pembuangan Tanah bekas galian	8	10	14
	Urugan Pasir	5	7	11
	Pekerjaan Lantai Kerja	8	11	13
	Pemasangan Box Couvert	17	21	24
	Pekerjaan Urugan	9	12	18

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

**KUESIONER URAIAN PEKERJAAN PROYEK DRAINASE
LINGKUNGAN KABUPATEN LAMONGAN**

Nama : *Edy Setiyono, ST*

Jabatan : *Site Engineer*

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
1	Ruas Saluran 1A			
	Galian Tanah	4	7	12
	Pembuangan Tanah bekas galian	4	7	12
	Urugan Pasir	4	5	9
	Pekerjaan Lantai Kerja	8	10	12
	Pemasangan U-ditch	13	16	22
2	Ruas Saluran 6A			
	Galian Tanah	8	10	16
	Pembuangan Tanah bekas galian	8	10	16
	Urugan Pasir	7	8	12
	Pekerjaan Lantai Kerja	11	12	15
	Pemasangan U-ditch	18	22	27
3	Ruas Saluran 6B			
	Galian Tanah	10	12	15
	Pembuangan Tanah bekas galian	10	12	15
	Urugan Pasir	8	10	14
	Pekerjaan Lantai Kerja	11	13	16
	Pemasangan U-ditch	16	21	25
4	Ruas Saluran 7A			
	Galian Tanah	1	3	5
	Pembuangan Tanah bekas galian	1	3	5

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
	Urugan Pasir	1	3	4
	Pekerjaan Lantai Kerja	3	5	7
	Pemasangan U-ditch	4	7	14
5	Ruas Saluran 7B			
	Galian Tanah	2	3	6
	Pembuangan Tanah bekas galian	2	3	6
	Urugan Pasir	2	3	5
	Pekerjaan Lantai Kerja	3	5	7
	Pemasangan U-ditch	4	7	11
6	Ruas Saluran 8A			
	Galian Tanah	12	15	17
	Pembuangan Tanah bekas galian	12	15	17
	Urugan Pasir	8	13	15
	Pekerjaan Lantai Kerja	12	16	19
	Pemasangan U-ditch	25	27	29
7	Ruas Saluran 8B			
	Galian Tanah	5	8	10
	Pembuangan Tanah bekas galian	5	8	10
	Urugan Pasir	3	5	8
	Pekerjaan Lantai Kerja	5	7	9
	Pemasangan U-ditch	10	13	15
8	Ruas Saluran 8C			
	Galian Tanah	5	8	11
	Pembuangan Tanah bekas galian	5	8	11
	Urugan Pasir	4	7	10
	Pekerjaan Lantai Kerja	5	7	9
	Pemasangan U-ditch	11	14	16

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
9	Ruas Saluran 6C			
	Galian Tanah	6	8	13
	Pembuangan Tanah bekas galian	6	8	13
	Urugan Pasir	5	7	9
	Pekerjaan Lantai Kerja	6	9	10
	Pemasangan U-ditch	13	14	17
10	Ruas Saluran 6D			
	Galian Tanah	7	10	11
	Pembuangan Tanah bekas galian	7	10	11
	Urugan Pasir	6	7	11
	Pekerjaan Lantai Kerja	8	9	13
	Pemasangan U-ditch	14	17	20
11	Ruas Saluran 1B			
	Galian Tanah	6	10	14
	Pembuangan Tanah bekas galian	6	10	14
	Urugan Pasir	4	6	11
	Pekerjaan Lantai Kerja	7	9	11
	Pemasangan U-ditch	11	14	16
12	Ruas Saluran 4A			
	Galian Tanah	11	15	19
	Pembuangan Tanah bekas galian	11	15	19
	Urugan Pasir	8	13	16
	Pekerjaan Lantai Kerja	11	15	17
	Pemasangan U-ditch	25	27	29
13	Ruas Saluran 4B			
	Galian Tanah	13	15	21
	Pembuangan Tanah bekas galian	13	15	21
	Urugan Pasir	10	13	16
	Pekerjaan Lantai Kerja	11	14	18

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
	Pemasangan U-ditch	24	29	31
14	Ruas Saluran 2A			
	Galian Tanah	2	6	8
	Pembuangan Tanah bekas galian	2	6	8
	Urugan Pasir	1	3	6
	Pekerjaan Lantai Kerja	3	5	9
	Pemasangan U-ditch	7	11	14
15	Ruas Saluran 2B			
	Galian Tanah	2	4	8
	Pembuangan Tanah bekas galian	2	4	8
	Urugan Pasir	1	3	7
	Pekerjaan Lantai Kerja	3	5	8
	Pemasangan U-ditch	8	12	14
16	Ruas Saluran 2C			
	Galian Tanah	7	8	13
	Pembuangan Tanah bekas galian	7	8	13
	Urugan Pasir	5	7	12
	Pekerjaan Lantai Kerja	5	8	11
	Pemasangan U-ditch	13	14	17
17	Ruas Saluran 2D			
	Galian Tanah	5	9	16
	Pembuangan Tanah bekas galian	5	9	16
	Urugan Pasir	2	5	8
	Pekerjaan Lantai Kerja	6	7	12
	Pemasangan U-ditch	12	14	17
18	Ruas Saluran 1D			
	Galian Tanah	10	13	17
	Pembuangan Tanah bekas galian	10	13	17

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
	Urugan Pasir	9	11	17
	Pekerjaan Lantai Kerja	8	11	14
	Pemasangan U-ditch	22	24	30
19	Ruas Saluran 1C			
	Galian Tanah	11	15	18
	Pembuangan Tanah bekas galian	11	15	18
	Urugan Pasir	9	12	17
	Pekerjaan Lantai Kerja	10	12	15
	Pemasangan U-ditch	21	24	26
20	Ruas Saluran 2E			
	Galian Tanah	7	10	13
	Pembuangan Tanah bekas galian	7	10	13
	Urugan Pasir	6	9	11
	Pekerjaan Lantai Kerja	5	8	13
	Pemasangan U-ditch	10	16	19
21	Ruas Saluran 2F			
	Galian Tanah	8	11	15
	Pembuangan Tanah bekas galian	8	11	15
	Urugan Pasir	5	9	14
	Pekerjaan Lantai Kerja	7	9	14
	Pemasangan U-ditch	14	17	19
22	Ruas Saluran M1			
	Pemasangan pintu air	10	12	16
23	Ruas Saluran M2			
	Galian Tanah	2	5	6
	Pembuangan Tanah bekas galian	2	5	6
	Urugan Pasir	1	4	6
	Pekerjaan Lantai Kerja	4	6	10

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	Durasi Sering Terjadi (m)
	Pemasangan Box Couvert	7	9	12
	Pekerjaan Urugan	7	9	11
24	Ruas Saluran M3			
	Galian Tanah	7	9	12
	Pembuangan Tanah bekas galian	7	9	12
	Urugan Pasir	4	7	9
	Pekerjaan Lantai Kerja	7	10	12
	Pemasangan Box Couvert	17	21	23
	Pekerjaan Urugan	8	11	19

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Kegiatan	Pekerjaan	Predecessor	Durasi (Hari)
A	Ruas Saluran 6D	-	26.61
B	Ruas Saluran 8C	A	22.17
C	Ruas Saluran 8B	A	20.39
D	Ruas Saluran 8A	B,C	42.06
E	Ruas Saluran 6A	D	32.94
F	Ruas Saluran 4B	E	44.50
G	Ruas Saluran 2B	F	16.39
H	Ruas Saluran 2A	F	16.72
I	Ruas Saluran 4A	G,H	42.78
J	Ruas Saluran 2C	I	24.17
K	Ruas Saluran 2D	I	23.06
L	Ruas Saluran 6C	-	23.44
M	Ruas Saluran 7B	L	10.56
N	Ruas Saluran 7A	L	11.33
O	Ruas Saluran 6B	M,N	32.44
P	Ruas Saluran 1A	O	23.83
Q	Ruas Saluran 1B	O	23.61
R	Ruas Saluran 2F	P,Q	28.06
S	Ruas Saluran 2E	P,Q	25.89
T	Ruas Saluran 1D	R,S	38.78
U	Ruas Saluran 1C	T	39.44
V	Ruas Saluran M3	U	42.72
W	Ruas Saluran M2	J,K,V	21.17
X	Ruas Saluran M1	V,W	12.61

